

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 732 447 B2

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
29.12.2004 Patentblatt 2004/53

(51) Int Cl. 7: D21G 1/00, D21G 1/02

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
25.11.1998 Patentblatt 1998/48

(21) Anmeldenummer: 96103279.4

(22) Anmeldetag: 04.03.1996

### (54) Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn

Calender for treating a paper web on two faces

Calandre pour le traitement d'une bande de papier sur deux faces

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

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 027 270 EP-A- 0 732 446**  
**DE-U- 29 504 034 US-A- 5 237 915**

(30) Priorität: 09.03.1995 DE 19508353

- 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"
- U. Rothfuss: "In-line- und Off-line-Satinage von holzhaltigen, tiefdruckfähigen Natupapieren", 11/12, 1993, Seiten 457-466
- J. Pav, P. Svenka: "Der Kompaktkalander - die Antwort auf die Herausforderung nach hohen Geschwindigkeiten bei der Glättung und Satinage", Das Papier 39 Jahrgang, Heft 10A, 1985, Seiten V178-V186
- E. Münch und C.W. Schmitz: "Der Moderne Superkalander, Basis für neue Konzeptionen der elastischen Glättung", dpw-Deutsche Papierwirtschaft 1983/1, S. 57 bis 62

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

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Patent GmbH  
89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:

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

(74) Vertreter: Knoblauch, Andreas, Dr.-Ing. et al  
Schlosserstrasse 23  
60322 Frankfurt (DE)

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der harte Walzen, zu denen die Oberwalze und die Unterwalze gehören, und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar ist.

**[0002]** Kalander dieser Art sind vielfach bekannt, beispielsweise aus dem Prospekt "Die neuen Superkalanderkonzepte" 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 normalen Betrieb zwischen 15 und 30 N/mm<sup>2</sup>, im untersten Arbeitsspalt sind auch schon etwa 40 N/mm<sup>2</sup> 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.

**[0003]** Des weiteren sind sogenannte Kompaktkalander bekannt, bei denen eine beheizbare Walze mit einer durchbiegungssteuerbaren weichen Walze einen Spalt bildet und zur beidseitigen Behandlung der Papierbahn auch zwei derartige Kalander 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 Klimaanlagen wieder abgeführt werden muß. Weil die Walzendurchmesser festigkeitsbedingt größer als beim Superkalander 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.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kalander der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der kleiner sowie billiger in der Herstellung und im Betrieb ist, trotzdem aber vorzügliche Satinageergebnisse ermöglicht.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß da-

durch gelöst, daß zwei gleichartige Stapel mit je 5 Walzen vorgesehen sind und daß zumindest für einen Arbeitsspalt als Bedingung gilt:

- 5      a) die Spaltbreite ist so gewählt, daß die Verweilzeit mindestens 0,1 ms beträgt,
- b) die Beheizung einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze ist auf eine Oberflächentemperatur von mindestens 100° C ausgelegt
- 10     c) und die Belastung der Walzen ist auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mehr als 42 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt.

**[0006]** Durch die Reduzierung der Stapelhöhe wird 15 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 Superkalander 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 Kompaktkalander angewandt 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 20 Arbeitsspalt, vorzugsweise dem untersten Arbeitsspalt, gleichzeitig angewendet werden, lassen sich außerordentlich gute Ergebnisse auch bei einem schnellaufenden Kalander und bei hochwertigen Papieren erzielen. Da der Walzenstapel eine geringere Höhe als bekannte 25 30 35 40 45 50 Superkalander hat, genügen niedrigere Gebäude, was die Aufstellungskosten erheblich senkt.

**[0007]** Der 2 x 5-Walzen-Kalander liefert praktisch dieselben Satinierergebnisse wie ein üblicher 12-Walzen-Kalander, der bisher für die Herstellung von tiefdruckfähigen und anderen hochwertigen Papieren als notwendig angesehen wurde. Die Aufteilung in zwei Stapel hat den weiteren Vorteil, daß die Abhängigkeit der Streckenlast vom Walzengewicht geringer ist, also im jeweils obersten Spalt mit einer sehr viel höheren Streckenlast als bisher gearbeitet werden kann.

**[0008]** 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 bis zu 60 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt ist. Es ist daher tatsächlich nur eine moderate Erhöhung der Oberflächentemperatur und der Druckspannung erforderlich.

**[0009]** Als bevorzugt wird angesehen, daß die Verweilzeit 0,2 bis 0,5 ms, die Oberflächentemperatur 110 bis 125° C und die mittlere Druckspannung 45 bis 55 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es, daß die Bedingung für die Mehrheit der oder alle Arbeitsspalte gilt. Weil die erhöhten Werte gleichmäßig auf mehrere Arbeitsspalte verteilt sind, genügen sehr geringfügige Erhöhungen.

**[0011]** Zweckmäßig ist es auch, daß Ober- und/oder Unterwalze durchbiegungssteuerbar sind. Auf diese Weise kann die Druckspannung über die gesamte Breite der Walzen vergleichmäßig werden.

**[0012]** In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, daß Ober- und/oder Unterwalze hart und 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.

**[0013]** 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/mm<sup>2</sup>. Insbesondere sollte der Bezug auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis etwa 60 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt sein.

**[0014]** Dies gilt insbesondere, wenn der Kunststoffbezug im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht. Ein solcher Kunststoffbezug hat eine Standzeit von wenigstens zwölf Wochen.

**[0015]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Stapel in-line einer Papiermaschine oder Streichmaschine angeordnet. Die Papierbahn kommt daher mit erhöhter Temperatur, beispielsweise mit 60° C, am Einfüllspalt des Kalanders an und benötigt deshalb 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 Bezügen aus Fasermaterial - wesentlich weniger gegen Markierungen empfindlich sind und daher nur selten ausgebaut und abgeschliffen werden müssen. In diesem Zusammenhang haben die aus zwei Stapeln bestehende Kalander den weiteren Vorteil, daß sie in höherem Maße in-line-tauglich sind, weil die laufende Papierbahn in jedem Stapel nur durch eine geringere Zahl von Spalten hindurchgeführt werden muß.

**[0016]** Zweckmäßigerweise besitzen alle Walzen einen Antrieb. Die Papierbahn kann daher bei laufendem Kalander eingezogen werden, weil alle Walzen auf die gleiche Geschwindigkeit gebracht werden können, ehe die Spalte geschlossen werden.

**[0017]** Empfehlenswert ist es auch, daß die Stapel

von einer Schutzhülle abgedeckt sind, die die Wärmeabstrahlung reduziert. Ein solche Schutzhülle verringert die Wärmeabstrahlung, so daß sich die Fabrikationshalle nicht so stark erwärmt und übermäßig klimatisiert werden muß. Umgekehrt wird die Temperatur im Innern der Hülle auf einem höheren Wert gehalten, so daß die Wärmezufuhr über die Heizvorrichtung gering gehalten werden kann.

**[0018]** Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter, bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kalanders.

**[0019]** Der veranschaulichte Kalander 1 weist zwei Walzenstapel 3 und 4 auf, die jeweils auf fünf Walzen bestehen. Der erste Stapel 3 weist eine beheizbare durchbiegungssteuerbare harte Oberwalze 5, eine weiche Walze 6, eine beheizbare harte Walze 7, eine weiche Walze 8 und eine beheizbare durchbiegungssteuerbare harte Unterwalze 9 auf. Der zweite Stapel 4 weist eine beheizbare, durchbiegungssteuerbare harte Oberwalze 10, eine weiche Walze 11, eine beheizbare harte Walze 12, eine weiche Walze 13 und eine beheizbare durchbiegungssteuerbare harte Unterwalze 14 auf. Auf diese Weise ergeben sich im ersten Stapel 3 vier Arbeitsspalte 15 bis 18 und im zweiten Stapel 4 vier Arbeitsspalte 19 bis 22, die jeweils durch eine harte Walze und eine weiche Walze begrenzt sind.

**[0020]** Eine Papierbahn 23 wird aus einer Papiermaschine 24 zugeführt, durchläuft jeweils von oben nach unten unter Führung von Leitwalzen 25 die Arbeitsspalte des ersten Stapsels 3 und anschließend die Arbeitsspalte des zweiten Stapsels 4, worauf sie in einer Wickelvorrichtung 26 aufgewickelt wird. Im ersten Stapel 3 liegt die Papierbahn mit der einen Seite und im zweiten Stapel 4 mit der anderen Seite an den harten Walzen an, so daß beidseitig die gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise Glanz oder Glätte, erreicht wird.

**[0021]** Wegen der direkten Verbindung des Kalanders 1 mit der Papiermaschine 24 ergibt sich ein in-line-Betrieb. Aus diesem Grund besitzt jede der Walzen 5 bis 14 einen eigenen Antrieb 27. Dies ermöglicht ein Einziehen der Papierbahn 23 während des Betriebes. Jede der weichen Walzen 6, 8, 11 und 13 besitzt einen Bezug 28 aus Kunststoff, insbesondere faserverstärktem Epoxidharz. Dieser Bezug ist weniger markierungsempfindlich als ein Bezug aus Fasermaterial, 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. Als Beispiel hierfür wird ein Bezug aus "TopTec 4" der Firma Scapa Kern, Wimpassing/Österreich genannt.

**[0022]** Jedem Stapel ist eine Einheit 29 bzw. 30 eines Steuergeräts 31 zugeordnet. Jede der Steuereinheiten hat mehrere Funktionen, die nachstehend für den zweiten Stapel 4 erläutert werden. Für den Stapel 3 gilt das

entsprechende.

a) Über eine Leitung 32 wird die Kraft P festgelegt, mit der die Oberwalze 10 nach unten gedrückt wird, wobei die Unterwalze 14 zweckmäßigerweise ortsfest gehalten ist. Die Belastung kann auch in umgekehrter Richtung erfolgen, wobei die Kraft P auf die Unterwalze 14 wirkt und die Oberwalze 10 ortsfest gelagert ist. Durch die Belastung ist auch die Druckspannung bestimmt, die in den einzelnen Arbeitsspalten 19 bis 22 herrscht. Diese Druckspannung nimmt von oben nach unten zu, weil sich zu der Belastungskraft P jeweils noch das wirksame Gewicht der einzelnen Walzen addiert. Allerdings ist der Kraftzuwachs in jedem Stapel geringer als bei bekannten Superkalanderen mit 9 bis 16 Walzen.

b) Über die Leitungen 33 und 34 werden die Vorrichtungen 35 bzw. 36 zum Durchbiegungsausgleich der Oberwalze 10 und der Unterwalze 14 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 10, 12 und 14 sind beheizbar, wie dies durch Pfeile H angedeutet ist. Die Heizenergie wird über strichpunktisierte Pfade 37 bis 39 zugeführt. Dies kann durch elektrische Beheizung, durch Strahlungsheizung, mit Hilfe eines Wärmeträgers u.dgl. erfolgen. Eine Schutzhülle 40 dient der Wärmeisolation und sorgt dafür, daß die in Folge der Beheizung abgestrahlte Wärme nur in geringem Maß in die Umgebung abgeführt wird.

**[0023]** Mit Hilfe der Kraft P wird dafür gesorgt, daß die mittlere Druckspannung p in den Arbeitsspalten 15 bis 22, zumindest aber im untersten Spalt, zwischen 45 und 60 N/mm<sup>2</sup> liegt. Mit Hilfe der Beheizung H wird dafür gesorgt, daß die Oberflächentemperatur der beheizbaren Walzen 5, 7, 9, 10, 12, 14 zwischen 100 und 150°C liegt. Die Durchmesser der Walzen und die Elastizität des Belages 28 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/mm<sup>2</sup>.

**[0024]** 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 cm<sup>3</sup>/g). Das Maß für die Bedruckbarkeit im Tiefdruckverfahren wird dabei bestimmt durch die Anzahl der "missing dots" (fehlende Rasterpunkte im Viertel- und Halbtontbereich). Die besten Ergebnisse in dieser Hinsicht erhält man, wenn man in allen Arbeitsspalten dafür sorgt, daß die vorstehend angegebenen Grenzen eingehalten werden. Vielfach lassen sich die Ergebnisse der Papierbehandlung noch dadurch verbessern, daß die Walzen, insbesondere die Mittelwalzen in nicht veranschaulichter Weise in Hebelen gelagert sind, wobei mit Vorteil die überhängenden Gewichte durch Stützvorrichtungen kompensiert sind, wie dies aus EP 0 285 942 B1 bekannt ist.

**[0025]** Im Ausführungsbeispiel ist veranschaulicht, daß in jedem Stapel 3, 4 die Oberwalze 5, 10, die Unterwalze 9, 14 und die Mittelwalze 7, 12 als harte Walzen ausgebildet sind, die mit weichen Walzen 6, 8, 11, 13 zusammenwirken.

**Patentansprüche**

1. Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der harte Walzen, zu denen die Oberwalze und die Unterwalze gehören, und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei gleichartige Stapel (3, 4) mit je 5 Walzen (5 bis 9; 10 bis 14) vorgesehen sind, und daß zumindest für einen Arbeitsspalt (15 bis 22) als Bedingung gilt:

a) die Spaltbreite ist so gewählt, daß die Verweilzeit (t) mindestens 0,1 ms beträgt,  
 b) die Beheizung (H) einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze (5, 7, 9, 10, 12, 14) ist auf eine Oberflächentemperatur (T) von mindestens 100°C ausgelegt  
 c) und die Belastung (P) der Walzen ist auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mehr als 42 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt.

2. Kalander nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest für den einen Arbeitsspalt (15 bis 22) die Bedingung gilt, daß die Verweilzeit (t) 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 bis zu 60 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt ist.

3. Kalander nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verweilzeit (t) 0,2 bis 0,5

- ms, die Oberflächentemperatur (T) 110 bis 125° C und die mittlere Druckspannung (p) 45 bis 55 N/mm<sup>2</sup> beträgt.
4. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bedingung für die Mehrheit der oder alle Arbeitsspalte (15 bis 22) gilt. 5
5. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** Ober- und/oder Unterwalze (5, 9; 10, 14) durchbiegungssteuerbar sind. 10
6. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** Ober- und/oder Unterwalze (5, 9; 10, 14) hart und beheizbar sind. 15
7. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die weichen Walzen (6, 8, 11, 13) einen Kunststoffbezug (28) tragen. 20
8. Kalander nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kunststoffbezug (28) auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis 60 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt ist. 25
9. Kalander nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kunststoffbezug (28) im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht. 30
10. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stapel in-line einer Papiermaschine (24) oder Streichmaschine angeordnet sind. 35
11. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** alle Walzen (5 bis 14) einen Antrieb (27) besitzen. 40
12. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stapel (3, 4) von einer Schutzhülle (40) abgedeckt sind, die die Wärmeabstrahlung reduziert. 45
- (15 to 22) the following condition applies:
- a) the gap width is selected so that the dwell time (t) is at least 0.1 ms,
  - b) the heating (H) of one heatable roll (5, 7, 9, 10, 12, 14) defining the working gap is designed for a surface temperature (T) of at least 100°C,
  - c) and the load (P) on the rolls is designed for a mean compressive stress in the working gap of more than 42 N/mm<sup>2</sup>.
2. Calender according to claim 1, **characterised in that** at least for the one working gap (15 to 22) the condition applies that the dwell time (t) 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 up to 60 N/mm<sup>2</sup>. 50
3. Calender according to claim 1 or 2, **characterised in that** the dwell time (t) is 0.2 to 0.5 ms, the surface temperature (T) is 110 to 125°C and the mean compressive stress (p) is 45 to 55 N/mm<sup>2</sup>. 55
4. Calender according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the condition applies to the majority or all of the working gaps (15 to 22). 60
5. Calender according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the upper and/or lower rolls (5, 9; 10, 14) can be controlled for deflection. 65
6. Calender according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the upper and/or lower rolls (5, 9; 10, 14) are hard and can be heated. 70
7. Calender according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the soft rolls (6, 6, 11, 13) carry a plastic covering (28). 75
8. Calender according to claim 7, **characterised in that** the plastic covering (28) is designed for a compressive stress bearing capacity of up to 60 N/mm<sup>2</sup>. 80
9. Calender according to claim 7 or 8, **characterised in that** the plastic covering (28) essentially consists of fibre-reinforced epoxy resin. 85
10. Calender according to any of claims 1 to 9, **characterised in that** the stacks are arranged in line with a paper-making machine (24) or spreading machine. 90
11. Calender according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** all the rolls (5 to 14) have a drive (27). 95

## Claims

- Calender for two-sided 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 hard rolls, which comprise the upper roll and the lower roll, and soft rolls as well as working gaps formed in each case between a hard roll and a soft roll, wherein some of the rolls can be heated, **characterised in that** two identical stacks (3, 4) each with 5 rolls (5 to 9; 10 to 14) are provided and at least for one working gap

- 12.** Calender according to any of claims 1 to 11, **characterised in that** the stacks (3, 4) are covered by a protective hood (40) which reduces the heat radiation.

## Revendications

**1.** Calandre destinée au traitement des deux faces d'une bande de papier, notamment à la fabrication de papier pouvant être imprimé en héliogravure, avec une pile de cylindres pouvant être chargée à partir de l'extrémité, comportant des cylindres durs, dont font partie le cylindre supérieur et le cylindre inférieur, et des cylindres souples, ainsi que des emprises de travail qui sont respectivement formées entre un cylindre dur et un cylindre souple, une partie des cylindres pouvant être chauffée, **caractérisée en ce que** il est prévu deux piles identiques (3, 4) comportant chacune 5 cylindres (5 à 9 ; 10 à 14), et **en ce que** la condition s'appliquant à au moins une emprise de travail (15 à 22) est la suivante :

- a) la largeur de l'emprise est choisie de telle sorte que le temps de séjour (t) soit d'au moins 0,1 ms,
- b) le chauffage (H) d'un cylindre (5, 7, 9, 10, 12, 14) pouvant être chauffé délimitant l'emprise de travail est conçu pour une température de surface (T) de 100° C au moins, et
- c) la charge (P) des cylindres est conçue pour une contrainte de pression moyenne supérieure à 42 N/mm<sup>2</sup> dans l'emprise de travail.

**2.** Calandre selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la condition selon laquelle le temps de séjour (t) est de 0,9 ms maximum s'applique à l'une au moins des emprises de travail (15 à 22), et **en ce que** le chauffage (H) est conçu pour une température de surface de 150 °C maximum, et la charge (P) pour une contrainte de pression moyenne allant jusqu'à 60 N/mm<sup>2</sup>.

**3.** Calandre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le temps de séjour (t) est de 0,2 à 0,5 ms, la température de surface (T) de 110 à 125 °C, et la contrainte de pression moyenne (p) de 45 à 55 N/mm<sup>2</sup>.

**4.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la condition s'applique à la majorité ou à la totalité des emprises de travail (15 à 22).

**5.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les cylindres supérieurs et/ou inférieurs (5, 9 ; 10, 14) peuvent

être commandés en flexion.

**6.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les cylindres supérieurs et/ou inférieurs (5, 9 ; 10, 14) sont durs et peuvent être chauffés.

**7.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** les cylindres souples (6, 8, 11, 13) sont pourvus d'un revêtement (28) en matière plastique.

**8.** Calandre selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le revêtement (28) en matière plastique est conçu pour une charge admissible allant jusqu'à une contrainte de pression de 60 N/mm<sup>2</sup>.

**9.** Calandre selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** le revêtement (28) en matière plastique est pour l'essentiel constitué de résine époxy renforcée par des fibres.

**10.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** les piles sont disposées en ligne d'une machine à papier (24) ou d'une machine de couchage.

**11.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** tous les cylindres (5 à 14) comportent un entraînement (27).

**12.** Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** les piles (3, 4) sont recouvertes d'un capot de protection (40) qui réduit le rayonnement thermique.

40

45

50

55

