



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 275 776 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

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

(21) Anmeldenummer: **02014483.8**

(22) Anmeldetag: **29.06.2002**

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

(71) Anmelder: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder: **van Haag, Rolf, Dr.-Ing.**
47647 Kerken (DE)

(30) Priorität: **12.07.2001 DE 10133891**

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

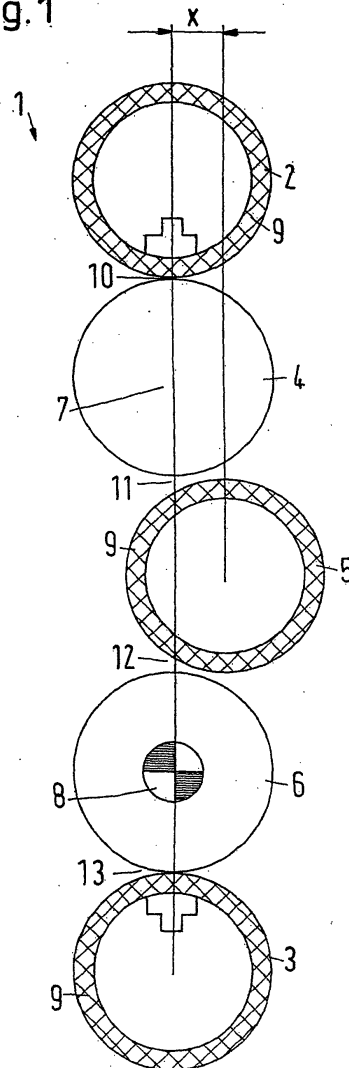
(54) **Kalander und Verfahren zum Anordnen von Walzen in einem Walzenstapel eines Kalanders**

(57) Es wird ein Kalander angegeben mit einem Walzenstapel (1), der in einer Pressenebene (7) zwei Endwalzen (2, 3) und dazwischen mehrere Mittelwalzen (4-6) aufweist, von denen mindestens eine (5) eine elastische Oberfläche (9) aufweist. Ferner wird ein Verfahren zum Anordnen von Walzen in einem Walzenstapel eines Kalanders angegeben, der zwei Endwalzen in einer Pressenebene und dazwischen mehrere Mittelwalzen aufweist, von denen mindestens eine eine elastische Oberfläche aufweist, und der im Betrieb mit einer Nenngeschwindigkeit läuft.

Man möchte die Standzeit der elastischen Walze vergrößern.

Hierzu weist bei dem Kalander (1) mindestens eine Walze (5) mit elastischer Oberfläche (9) gegenüber der Pressenebene (7) einen Versatz (x) auf, dessen Größe gewählt ist in Abhängigkeit von der Wellenlänge einer kritischen Eigenfrequenz innerhalb des Walzenstapels. Die Walzen werden so angeordnet, daß man die Eigenschwingungen des Kalanders (1) bei der Nenngeschwindigkeit ermittelt, aus den Eigenschwingungen eine kritische Eigenschwingung auswählt, eine zu der Eigenschwingung gehörende Wellenlänge ermittelt, deren ganzzahliges Vielfaches dem Umfang der Walze (5) entspricht, und die Walze (5) so versetzt, daß ein Weglängenunterschied an der Oberfläche der Walze (5) zwischen zwei Nips (11, 12) von einer viertel Wellenlänge entsteht.

Fig.1



EP 1 275 776 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kalanders mit einem Walzenstapel, der in einer Pressenebene zwei Endwalzen und dazwischen mehrere Mittelwalzen aufweist, von denen mindestens eine eine elastische Oberfläche aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Anordnen von Walzen in einem Walzenstapel eines Kalanders, der zwei Endwalzen in einer Pressenebene und dazwischen mehrere Mittelwalzen aufweist, von denen mindestens eine eine elastische Oberfläche aufweist, und der im Betrieb mit einer Nenngeschwindigkeit läuft.

[0002] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Kalanders beschrieben, der zum Satinieren von Papier- oder Kartonbahnen verwendet wird. Sie ist aber in gleicher Weise auch bei anderen Materialbahnen anwendbar, bei denen ähnliche Probleme auftreten.

[0003] Beim Satinieren einer Papierbahn wird die Papierbahn durch den Kalanders geleitet und in Nips, die zwischen einer harten und einer weichen Walze, d.h. einer Walze mit elastischer Oberfläche, gebildet sind, mit erhöhtem Druck und gegebenenfalls auch mit erhöhter Temperatur beaufschlagt. Bei Kalandern neuerer Bauart, beispielsweise den "Janus-Kalandern", kommen Walzen zum Einsatz, die mit einem Kunststoffbelag bezogen sind. Man kann nun beobachten, daß es in vielen Fällen nach einer gewissen Betriebszeit zu Querstreifen auf der Papierbahn kommt. Sobald diese Querstreifen sichtbar werden, ist die Papierbahn unbrauchbar und bildet Ausschuß. Die Ursachen dieser sogenannten Barring-Bildung sind derzeit noch nicht restlos geklärt. Man nimmt aber an, daß es sich hierbei um Auswirkungen einer Schwingungserscheinung handelt. Schwingungen sind in einem Kalanders aber praktisch unvermeidbar.

[0004] Barring-Erscheinungen an sich sind auch schon früher aufgetreten und zwar bei Glättwerken, d.h. bei Kalandern, die ausschließlich mit harten Walzen bestückt waren. Hier nimmt man aber an, daß die Ursachen für die Barring-Bildung in der Papierbahn zu suchen waren, d.h. dem periodischen Auftreten von Dickenänderungen, die beispielsweise von einem geringfügig pulsierenden Stoffauflauf verursacht worden sind.

[0005] Bei den Glättwerken hat man versucht, eine derartige Barring-Bildung entweder dadurch zu vermeiden, daß man eine Leitwalze in wechselnden Entfernungen zum Walzenstapel anordnet oder eine oder mehrere Walzen seitlich aus der Pressenebene heraus versetzt.

[0006] Bei der Barring-Bildung an weichen Walzen, insbesondere an Kunststoffwalzen, handelt es sich jedoch um eine andere Erscheinung. Hier ist zu beobachten, daß sich die elastischen Oberflächenschicht selbst in relativ kurzer Zeit umformt. Wenn eine Barring-Erscheinung auftritt, muß die Walze, die die Barring-Bildung aufweist, ausgebaut und überschleift oder abgedreht werden. Die Standzeit einer derartigen Walze ist

also begrenzt.

[0007] Bei der Barring-Bildung wird die weiche Walze verändert und zwar an ihrer elastischen Oberfläche. Es ist noch nicht abschließend geklärt, wie diese Veränderung genau aussieht. Man nimmt derzeit folgende Möglichkeiten an: Die Walze bekommt eine Welligkeit an der Oberfläche, d.h. eine Berg- und Talstruktur, die Walze wird vieleckig oder die Walze bekommt in Umfangsrichtung abwechselnd Zonen unterschiedlicher Oberflächengüte, beispielsweise unterschiedlicher Rauigkeit. Unabhängig von der konkreten Art der Veränderung zeigen sich nach der Barring-Bildung periodische, in Axialrichtung verlaufende Streifen am Umfang der Walze. Entsprechende Streifen zeigen sich dann an der Papierbahn, wobei spätestens ab dem Sichtbarwerden der Streifen die Papierbahn als Ausschuß zu betrachten ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Standzeit einer derartigen Walze zu erhöhen.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Kalanders der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß mindestens eine Walze mit elastischer Oberfläche gegenüber der Pressenebene einen Versatz aufweist, dessen Größe gewählt ist in Abhängigkeit von der Wellenlänge einer kritischen Eigenfrequenz innerhalb des Walzenstapels.

[0010] Man baut den Kalanders also von vornherein so, daß zumindest eine weiche Walze, bei der ohne Versatz eine Barring-Bildung auftreten könnte, gegenüber der Pressenebene versetzt wird. Hierzu ermittelt man zunächst eine kritische Eigenfrequenz des Kalanders. Ein Walzenstapel, der aus mehreren Walzen gebildet ist, hat eine Vielzahl von Eigenfrequenzen. Hierbei sind nicht die Eigenfrequenzen der einzelnen Walzen für sich, wie etwa Biegeeigenfrequenzen, gemeint, sondern die Eigenschwingungsformen, die sich aus den schwingenden Walzenmassen auf den Feder- und Dämpfersystemen der dazwischengeschalteten Kunststoffbeläge der "weichen" Walzen ergeben. Ein laufender Kalanders erzeugt Erregerkräfte, deren Frequenzen sich aus dem Vielfachen der Walzendrehzahlen zusammensetzen. Diese Erregerkräfte können in Inhomogenitäten, Anisotropien oder Geometriefehlern (Unrundheiten) begründet sein. Ebenfalls können Papierdickenschwankungen der den Kalanders durchlaufenden Papierbahn den Walzenstapel anregen. Eine in den Kalanders einlaufende Papierbahn ist vor dem Glättprozeß noch sehr rauh. Zudem ist eine Papierbahn nie frei von Flächengewichts- bzw. Dickenschwankungen. Analysiert man diese Schwankungen mit Hilfe einer FFT-Analyse auf ihre Frequenzen, so stellt man in der Regel ein breitbandiges Rauschen fest, in dem sämtliche Frequenzen enthalten sind. Trifft eine dieser Erregerfrequenzen auf eine Eigenfrequenz, so antwortet das Schwingungssystem des Kalanders mit vergrößerten Schwingungsausschlägen. Aufgrund der Vielzahl der möglichen Erreger und der Vielzahl der möglichen Eigenschwingungsformen lassen sich diese Resonanzstellen konstruktiv nicht umgehen. In der Regel ist das

Schwingungssystem auch so stark gedämpft und die Erregerkräfte sind so klein, daß die resultierenden Schwingbewegungen unmittelbar nicht störend sind. Über einen mehr oder weniger langen Zeitraum prägen sich diese Schwingbewegungen jedoch in die Kunststoffbeläge der elastischen Walzen ein.

[0011] Üblicherweise werden die zur Eigenfrequenz nächstliegenden ganzzahligen Vielfachen der Walzendrehfrequenz als Muster auf den Walzen eingeprägt. Hierdurch erfolgt eine Rückkopplung der Schwingung. Die Schwingungsausschläge nehmen dann exponentiell zu. Sie äußern sich einerseits in einem erhöhten Schallpegel (bis mehr als 120 dB(A)) und andererseits in periodischen Dickenschwankungen der durchlaufenden Papierbahn. In der Praxis werden unterschiedliche Zeiträume beobachtet, in denen sich diese Rückkopplungserscheinungen, die sich in Barrings äußern, ausbilden. Meist vergehen einige Tage oder Wochen, bis diese Erscheinung so stark angewachsen ist, daß sie den Produktionsprozeß stört.

[0012] Von diesen Eigenfrequenzen sind nicht alle kritisch. Frequenzen, die relativ niedrig sind, wirken sich in der Regel nicht störend auf die Walzen aus. Frequenzen, die relativ hoch sind, erzeugen zwar unter Umständen Barrings auf der Papierbahn. Diese Querstreifen liegen dann aber so dicht nebeneinander, daß sie im Grunde nicht unterscheidbar sind. Die Eigenschwingungen lassen sich mit bekannten numerischen Verfahren berechnen, beispielsweise mit Verfahren, die mit finiten Elementen arbeiten. Programme hierfür sind kommerziell erhältlich. Ein Programm, mit dem die Eigenschwingungen berechnet werden können, ist unter dem Namen "Ansys" erhältlich.

[0013] Vorzugsweise bewirkt der Versatz einen Weglängenunterschied auf der Oberfläche der Walze zwischen zwei Nips um eine viertel Wellenlänge. Diese Vorgehensweise hat mehrere Vorteile. Zum einen ist der Versatz relativ klein. Er liegt in der Regel in der Größenordnung von 10 mm, vielfach auch darunter, so daß sich durch den Versatz keine nennenswerte Änderung in der Geometrie des Walzenstapels ergibt. Man kann also nach wie vor davon ausgehen, daß die Presskräfte auch in der Pressenebene wirken. Vor allem aber hat diese Ausgestaltung den Vorteil, daß sich eine Barring-Bildung bei der kritischen Eigenfrequenz nicht ergibt oder zumindest zeitlich sehr stark verzögert wird. Hierbei geht man von folgender Überlegung aus. Über die Zeit können sich nur die Wellenlängen auf einem Walzenumfang aufaddieren, deren ganzzahliges Vielfaches gleich dem Walzenumfang ist. Alle anderen Wellenlängen löschen sich mit der Zeit selbst wieder aus. Demnach sind ganzzahlige Vielfache der Walzendrehfrequenzen, die in der Nähe einer Eigenfrequenz liegen, mögliche Frequenzen, die sich als Barring ausbilden. Die Anzahl der sich abbildenden Wellenlängen hängt allerdings nicht nur von der Nähe zur Eigenfrequenz ab, sondern auch von der Schwingungsform. Die Schwingungsform ist entscheidend dafür, ob sich ein gerades

ganzzahliges Vielfaches oder ein ungerades ganzzahliges Vielfaches der Walzendrehfrequenz abbildet. Bei einem geradzahligem Vielfachen wird die elastische Walze bei jeder Welle sozusagen von beiden Seiten aus belastet. Bei einem ungeradzahligem Vielfachen steht eine Belastung auf einer Seite und eine Entlastung auf der anderen Seite gegenüber. Wenn man nun einen Weglängenunterschied auf der Oberfläche der Walze von einer viertel Wellenlänge bewirkt, erfolgt eine Phasenverschiebung der Wellen um $\pi/2$. In diesem Fall koppeln die beiden Nips, an denen die weiche Walze beteiligt ist, nicht mehr direkt miteinander ein. Eine Rückkopplung der einzelnen Nips zu sich selbst kann nur durch eine zeitliche Veränderung der Walzendrehzahl gestört werden.

[0014] Bevorzugterweise beträgt der Versatz eine achte Wellenlänge. Man kann den Weglängenunterschied auf der Oberfläche der Walze um eine viertel Wellenlänge dadurch erzeugen, daß man bei jedem Nip eine achte Wellenlänge hinzufügt (auf der einen Walzenhälfte) oder entfernt (auf der anderen Walzenhälfte). Der Versatz kann damit insgesamt relativ klein gehalten werden.

[0015] Vorzugsweise weist die Walze eine Verstell-einrichtung auf, mit deren Hilfe der Versatz ausgehend von einem voreingestellten Versatz, der von der Wellenlänge abhängt, verstellbar ist. Eine derartige Verstelleinrichtung ist insbesondere bei Kalandern günstig, die mehrere kritische Eigenfrequenzen aufweisen. In diesem Fall kann man mit dem ursprünglich eingestellten Walzenversatz zwar die Ausbildung von Barrings verhindern oder verzögern, die auf einer Eigenfrequenz beruhen. Dafür bilden sich dann aber möglicherweise Barrings aus, die auf einer anderen Eigenfrequenz beruhen. Wenn man nun die Möglichkeit hat, den Walzenversatz zu verändern, dann kann man wahlweise zwischen mehreren Positionen der Walzen hin und her schalten, um bei allen kritischen Eigenfrequenzen die Ausbildung von Barrings zu stören.

[0016] Vorzugsweise weist der Kalandrier in einem vorbestimmten Frequenzbereich nur eine einzige kritische Eigenfrequenz auf. Dies kann man mit konstruktiven Maßnahmen erreichen, beispielsweise durch die Auswahl von geeigneten Durchmesserkombinationen der Walzen. Wenn in dem kritischen Bereich nur eine einzige Eigenfrequenz auftritt, dann ist die Bekämpfung der Barrings durch den Versatz relativ sicher zu realisieren.

[0017] Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß man die Eigenschwingungen des Kalandriers bei der Nenngeschwindigkeit ermittelt, aus den Eigenschwingungen eine kritische Eigenschwingung auswählt, eine zu der Eigenschwingung gehörende Wellenlänge ermittelt, deren ganzzahliges Vielfaches dem Umfang der Walze entspricht, und die Walze so versetzt, daß ein Weglängenunterschied an der Oberfläche der Walze zwischen zwei Nips von einer viertel Wellenlänge entsteht.

[0018] Wie oben im Zusammenhang mit dem Kalandrier

der ausgeführt, ergibt sich bei einem Weglängenunterschied an der Oberfläche der Walze von einer viertel Wellenlänge eine Phasenverschiebung bei der Beaufschlagung der Walze in den beiden Nips von $\pi/2$. In diesem Fall koppeln die beiden Nips nicht mehr direkt miteinander ein. Geht man davon aus, daß sich bei ansonsten gleicher Erregung die Schwingwege in den einzelnen Nips nur mit halber Intensität einprägen, wenn sich keine Rückkopplung der beiden Nips zueinander ergibt, so müßte theoretisch mindestens eine Verdoppelung der Standzeit zu erzielen sein.

[0019] Vorzugsweise wählt man ein ungeradzahliges Vielfaches. In der Regel ist eine Wellenlänge, die genau zu einer Eigenfrequenz gehört, nicht ein ganzteiler Bruchteil des Umfangs der Walze. Es existieren also in der Nachbarschaft dieser "genauen" Wellenlänge zwei Wellenlängen, die kritisch sein könnten. Die eine Wellenlänge ergibt dann, wenn sie mit einer geraden ganzen Zahl multipliziert wird, den Walzenumfang. Die andere Wellenlänge ergibt dann, wenn sie mit ungeraden ganzen Zahl multipliziert wird, den Walzenumfang. Man wählt also diejenige Wellenlänge aus, die mit einer ungeraden Zahl multipliziert den Umfang der Walze ergibt. Es hat sich gezeigt, daß man dabei eine längere Standzeit der elastischen Walzen erzielt.

[0020] Vorzugsweise dividiert man die Eigenfrequenz durch die Drehfrequenz der Walze und erhält eine theoretische Barringzahl als Quotient, wobei das Vielfache die nächste ganze Zahl zur theoretischen Barringzahl ist. Dies ist eine relativ einfache Vorgehensweise um das Vielfache zu ermitteln. Es hat sich herausgestellt, daß man mit diesem Vielfachen gute Ergebnisse erzielt.

[0021] Vorzugsweise versetzt man die Walze um eine achte Wellenlänge. Wie oben im Zusammenhang mit dem Kalandrier erläuterte, reicht dies aus, um an beiden Nips zusammen einen Weglängenunterschied von einer viertel Wellenlänge zu bewirken.

[0022] Bevorzugterweise verändert man den eingestellten Versatz. Damit hat man auch noch im Betrieb des Kalenders, gegebenenfalls in Arbeitspausen, eine Korrekturmöglichkeit.

[0023] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kalenders,

Fig. 2 verschiedene Möglichkeiten zum Einstellen eines Versatzes einer Walze und

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Ausbildung eines Barring-Musters.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch einen Kalandrier 1 mit zwei Endwalzen 2, 3, die als Durchbiegungswalzen ausgebildet sind, und drei Mittelwalzen 4 - 6, die zusammen einen Walzenstapel bilden. Der Walzenstapel weist eine

Walzenebene 7 auf, in der die Achsen aller Walzen 2 - 6 liegen, wenn die Walzen 2 - 6 exakt übereinander angeordnet sind. In dieser Walzenebene 7 liegt für die Zwecke der nachfolgenden Beschreibung auch die Pressenrichtung, d.h. die Richtung, in der die Walzen 2 - 6 gegeneinander gedrückt werden.

[0025] Weitere Einzelheiten des Kalenders sind nur schematisch dargestellt, wie ein Antrieb 8, oder ganz weggelassen, wie Mittel zur Beheizung von einzelnen Walzen. Die beiden Endwalzen 2, 3 und die mittlere Walze 5 weisen aber einen elastischen Belag 9 auf, der übertrieben dick dargestellt ist.

[0026] Die Walzen 2 - 6 bilden beim Betrieb des Kalenders in bekannter Weise Nips 10 - 13, durch die eine zu behandelnde Materialbahn geführt wird. Alle Nips sind hier als sogenannte weiche Nips ausgebildet, da sie von einer harten und von einer weichen Walze begrenzt werden.

[0027] Die mittlere Walze 5 ist um eine Strecke X versetzt. Die Strecke X bildet dementsprechend einen Versatz der Walze. Dieser Versatz wird zuvor berechnet. Die hierzu notwendigen Überlegungen sollen zunächst anhand von Fig. 3 erläutert werden.

[0028] In Fig. 3 dargestellt sind die Walze 5, die darüber befindliche Walze 4 und die darunter befindliche Walze 6. Mit übertrieben großen Amplituden sind verschiedene Bezugswelligkeiten dargestellt, und zwar eine Welligkeit, bei der sieben Wellen um den Umfang der Walze 5 herumlaufen, eine mit acht Wellen und eine mit neun Wellen. Die Anzahlen $n = 7, 8, 9$ wurden aus Gründen der Übersicht gewählt. Bei realen Walzen werden sich über den Umfang der Walze entsprechend mehr Wellen einstellen, beispielsweise in der Größenordnung von 30 bis 50. Bei derart vielen Wellen, die um den Umfang der Walze 5 verlaufen, kann man in erster Näherung davon ausgehen, daß bei einer kleinen Versatzbewegung der Walze 5 gegenüber der Walzenebene 7, die kleiner ist als eine Wellenlänge, die Krümmung der Walze 5 keine Rolle spielt.

[0029] Durch den Versatz X wird erreicht, daß die Entfernung zwischen den beiden Nips 11, 12 auf der einen Seite um eine viertel Wellenlänge $\lambda/4$ vergrößert und auf der anderen Seite um diese viertel Wellenlänge $\lambda/4$ verkleinert wird. Hierzu ist lediglich ein Versatz X erforderlich, der $X = \lambda/8$ entspricht, weil sich dadurch der gewünschte Weglängenunterschied zwischen den beiden Nips 11, 12 ergibt.

[0030] Durch den statischen Walzenversatz, der eine Wegverlängerung zwischen den beiden Nips 11, 12 von einer viertel Wellenlänge $\lambda/4$ bewirkt, ist davon auszugehen, daß sich bei der gleichen Erregung durch die Kopplung mit den beiden Nachbarwalzen die Störungen getrennt voneinander mit halber Intensität einprägen, so daß theoretisch eine Verdoppelung der Standzeit zu erzielen ist.

[0031] Die Vorgehensweise zur Berechnung des Versatzes soll nun an einem Beispiel erläutert werden. Der Kalandrier soll eine Nenngeschwindigkeit von 1280 m/

min aufweisen, d.h. alle Walzen sollen sich mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 1.280 m/min drehen. Hierbei wird angenommen, daß die Walze 4 einen Durchmesser von 870 mm, die Walze 5 einen Durchmesser von 874 mm und die Walze 6 einen Durchmesser von 878 mm hat. Der Walzenumfang errechnet sich dementsprechend zu 2733,1855 mm, 2745,7520 mm und 2758,3184 mm.

[0032] Mit einem finite Elementeverfahren wurde zuvor festgestellt, daß eine Systemeigenfrequenz f_e von 277,3120 Hz existiert, wobei die Systemeigenfrequenzform asymmetrisch zur Walze 5 liegt.

[0033] Aus den oben genannten Walzenumfängen und der beabsichtigten Produktionsgeschwindigkeit, d. h. der Nenngeschwindigkeit, errechnet sich eine Walzendrehfrequenz f_w von 7,8053 Hz, 7,7696 Hz bzw. 7,7342 Hz für die Walzen 4, 5, 6. Aus dem Quotienten f_e/f_w ergibt sich damit eine theoretische Barringanzahl von 35,5287, 35,6920 und 35,8554 für die Walzen 4, 5, 6. Als nächstliegende Barringzahl wird die nächstliegende ganze ungerade Zahl angenommen. Dies ist die Zahl 35. Ohne den Versatz würde man davon ausgehen, daß sich auf der Walze 5 ein Barringmuster ausbildet mit einer Wellenlänge, die dem Umfang (2745,752 mm) geteilt durch 35 entspricht, also eine Wellenlänge von 78,4501 mm.

[0034] Wenn man nun die Walze 5 um den Walzenversatz $X = 78,4501 \text{ mm}/8 = 9,8063 \text{ mm}$ versetzt, dann ist mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, daß sich eine Barringbildung mit dieser Wellenlänge nicht oder nur sehr spät zeigt. Die Standzeit der elastischen Walze 5 wird durch den Versatz X drastisch vergrößert.

[0035] Der Kalandrier 1 nach Fig. 1 ist so ausgelegt, daß er nur eine Systemeigenfrequenz f_e von 277,3120 Hz im kritischen Bereich aufweist. Der kritische Bereich ist hierbei ein Frequenzbereich bei dem Barrings auftreten können. Frequenzen oberhalb oder unterhalb dieses Bereichs sind für die Barringbildung jedenfalls unkritisch.

[0036] Falls ein Kalandrier 1 mehrere kritische Frequenzen aufweist, können im vorhinein Maßnahmen getroffen werden, um auch nach der Ausbildung des Walzenstapels eine Verstellung des Versatzes zu ermöglichen. Beispiele hierzu sind in Fig. 2 angegeben.

[0037] Fig. 2 zeigt nun verschiedene Möglichkeiten, um den Walzenversatz zu bewirken. Die Erläuterung erfolgt in allen Fällen am Beispiel der Mittelwalze 5, die in einem Lagergehäuse 30 gelagert ist, das sich am vorderen Ende eines Hebels 31 befindet.

[0038] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2a ist der Hebel 31 mit einem Lagerpunkt 32 in einer Exzenterbüchse 33 gelagert. Wenn die Exzenterbüchse 33 verdreht wird, dann ändert sich die Position der Walze 5 in horizontaler Richtung.

[0039] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2b ist der Hebel 31 in einem Kulissenstein 34 gelagert, der in einem Gehäuse 35 durch einen Linearantrieb 36, der nur

schematisch dargestellt ist, im Gehäuse 35 verschoben werden kann. Der Linearantrieb kann beispielsweise als Gewindespindel realisiert werden. Auch mit einer Gewindespindel sind relativ genaue Verstellbewegungen möglich.

[0040] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2c ist der Hebel 31 längenveränderbar ausgebildet, was durch einen Doppelpfeil 37 dargestellt ist. Der Hebel 31 kann beispielsweise eine Teleskop- oder eine Prismenführung aufweisen. Der Antrieb der beiden gegeneinander verschiebbaren Teile des Hebels kann ebenfalls über eine Gewindespindel (nicht näher dargestellt) erfolgen.

[0041] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2d ist das Lagergehäuse 30 über ein Drehgelenk 38 mit dem Hebel 31 verbunden. Das Drehgelenk 38 ist am unteren Ende einer Befestigungsplatte 39 angeordnet, die wiederum am Hebel 31 befestigt ist. Eine Anbringung am oberen Ende ist selbstverständlich auch möglich. Ein schematisch dargestellter Kippantrieb 40 ist vorgesehen, um das Lagergehäuse 30 gegenüber dem Hebel 31 um ein definiertes Maß zu kippen.

[0042] Der Verstellweg ist hierbei so ausgelegt, daß er zu einem Versatz X aus der Pressenebene 7 führt, der wiederum ausreicht, um eine Ausbildung eines Barring-Musters auf der Oberfläche der elastischen Walze zu stören oder wieder zu beseitigen. Um ein Barringmuster wieder zu beseitigen, kann es zweckmäßig sein, den Versatz $X = \lambda/4$ zu wählen, also einen Weglängenunterschied von $\lambda/2$ auf der Oberfläche der Walze 5 zu bewirken, wobei λ die Wellenlänge des neu aufgetretenen Barringmusters ist.

Patentansprüche

1. Kalandrier mit einem Walzenstapel, der in einer Pressenebene zwei Endwalzen und dazwischen mehrere Mittelwalzen aufweist, von denen mindestens eine eine elastische Oberfläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Walze (5) mit elastischer Oberfläche (9) gegenüber der Pressenebene (7) einen Versatz (x) aufweist, dessen Größe gewählt ist in Abhängigkeit von der Wellenlänge einer kritischen Eigenfrequenz innerhalb des Walzenstapels (1).
2. Kalandrier nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz (x) einen Weglängenunterschied auf der Oberfläche der Walze (5) zwischen zwei Nips (11, 12) um eine viertel Wellenlänge bewirkt.
3. Kalandrier nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz (x) eine achteil Wellenlänge beträgt.
4. Kalandrier nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Walze (5) eine

Verstelleinrichtung (33, 36, 37, 40) aufweist, mit deren Hilfe der Versatz ausgehend von einem voreingestellten Versatz (x), der von der Wellenlänge abhängt, verstellbar ist.

5

5. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** er in einem vorbestimmten Frequenzbereich nur eine einzige kritische Eigenfrequenz aufweist.

10

6. Verfahren zum Anordnen von Walzen in einem Walzenstapel eines Kalanders, der zwei Endwalzen in einer Pressenebene und dazwischen mehrere Mittelwalzen aufweist, von denen mindestens eine eine elastische Oberfläche aufweist, und der im Betrieb mit einer Nenngeschwindigkeit läuft, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Eigenschwingungen des Kalanders bei der Nenngeschwindigkeit ermittelt, aus den Eigenschwingungen eine kritische Eigenschwingung auswählt, eine zu der Eigenschwingung gehörende Wellenlänge ermittelt, deren ganzzahliges Vielfaches dem Umfang der Walze entspricht, und die Walze so versetzt, daß ein Weglängenunterschied an der Oberfläche der Walze zwischen zwei Nips von einer viertel Wellenlänge entsteht.

15

20

25

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** man ein ungradzahliges Vielfaches wählt.

30

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Eigenfrequenz durch die Drehfrequenz der Walze dividiert und eine theoretische Barringzahl als Quotient erhält, wobei das Vielfache die nächste ganze Zahl zur theoretischen Barringzahl ist.

35

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Walze um eine achte Wellenlänge versetzt.

40

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** man den eingestellten Versatz verändert.

45

50

55

Fig.1

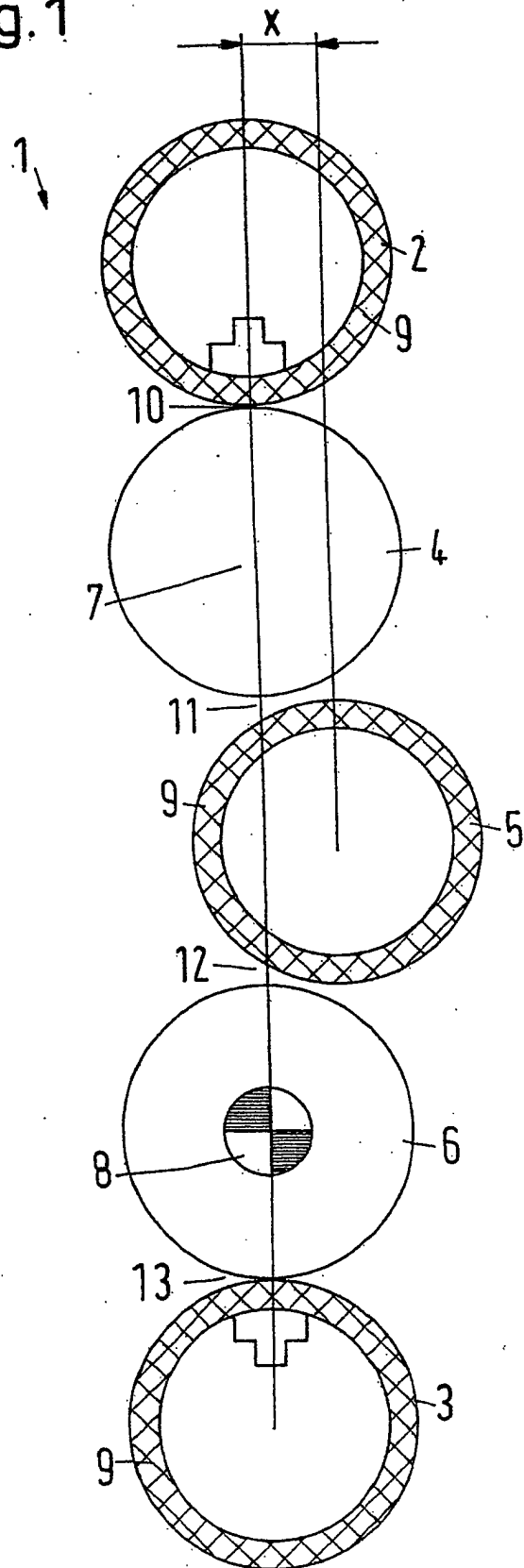


Fig.2 a

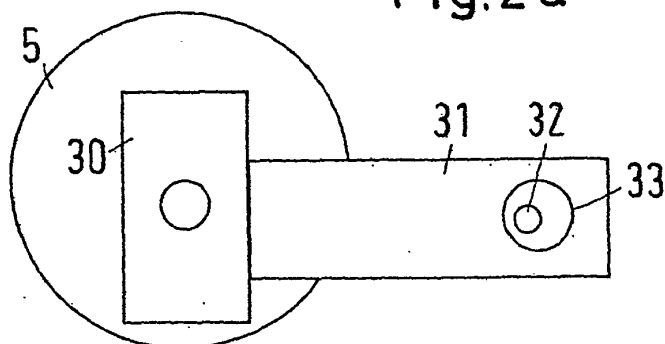


Fig.2 b

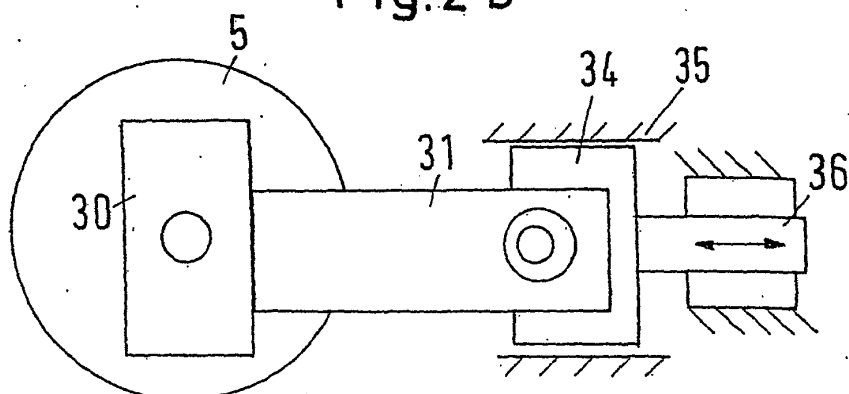


Fig.2 c

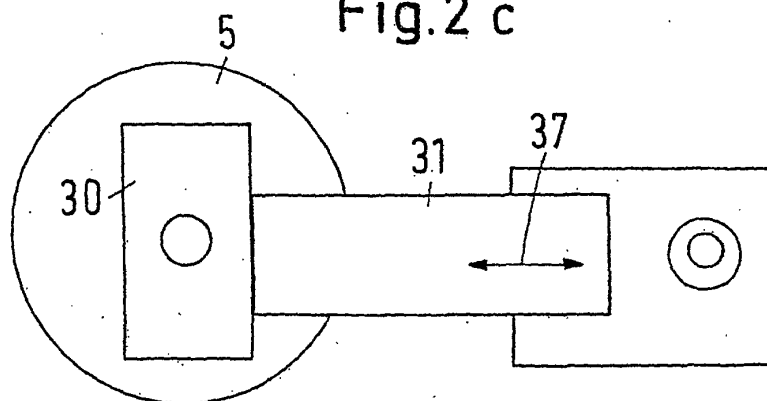


Fig.2d

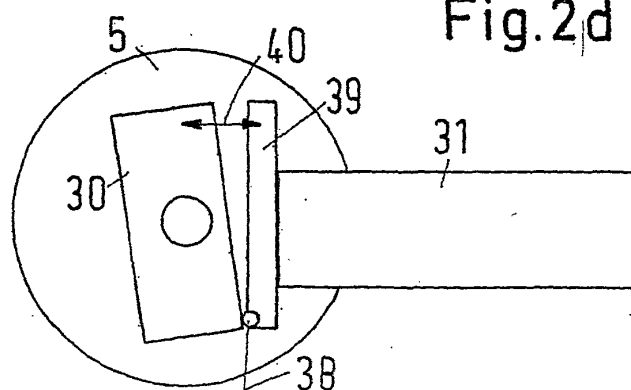
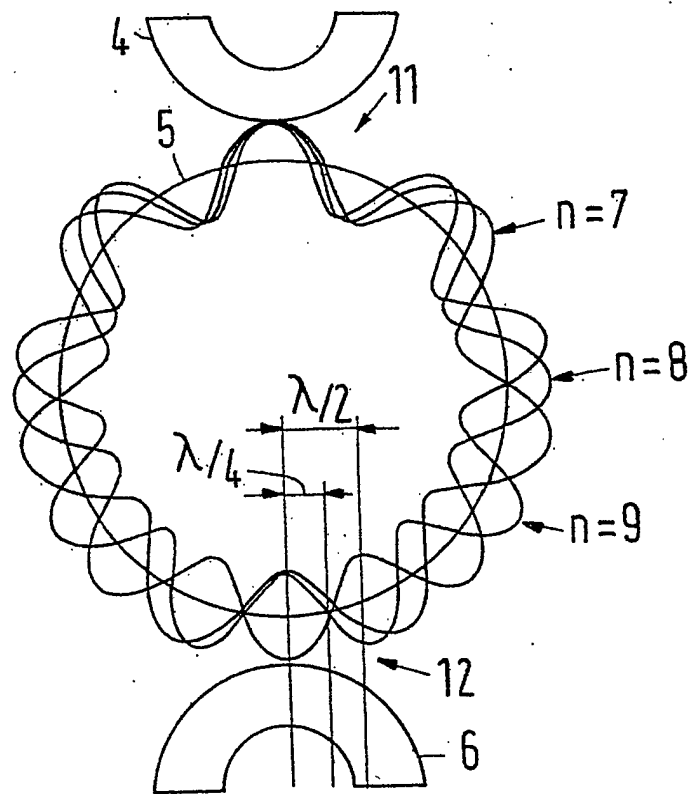


Fig.3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 4483

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 949 378 A (VOITH SULZER PAPIERTECH PATENT) 13. Oktober 1999 (1999-10-13) * Absatz [0022]; Abbildung 3 *	1-5	D21G1/00
A	----	6	
X	US 3 044 392 A (MINARIK RUDOLF G) 17. Juli 1962 (1962-07-17) * Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 12; Abbildungen 1,5 *	1-5	
A	----	6	
X	Y.N. CHEN ET.AL.: "Calender barring on paper machines-practical conclusions and recommendations" TAPPI JOURNAL, Bd. 58, Nr. 8, 1975, Seiten 147-151, XP002216957 * Seite 148, Spalte 2 *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) D21G
A	----	6	
A	M. HERMANSKI: "Barringbildung am Glättkalander einer Papiermaschine" DAS PAPIER, Nr. 9, 1995, Seiten 581-590, XP001118222 * das ganze Dokument *	6	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2002	Prüfer Pregetter, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 01 4483

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0949378	A	13-10-1999	DE	19815339 A1	14-10-1999
			EP	0949378 A1	13-10-1999
			US	6199476 B1	13-03-2001

US 3044392	A	17-07-1962	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82