

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 304 764 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **03.03.93**

(51) Int. Cl.⁵: **B27N 1/00**

(21) Anmeldenummer: **88113246.8**

(22) Anmeldetag: **16.08.88**

(54) **Verfahren zur Herstellung von zerfasertem Zellulosematerial, insbesondere Holzfasern, für die Herstellung von Faserplatten.**

(30) Priorität: **22.08.87 DE 3728123**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.89 Patentblatt 89/09

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
03.03.93 Patentblatt 93/09

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE GB IT LI NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 081 147
DE-A- 3 609 506

(73) Patentinhaber: **HOECHST AKTIENGESELL-
SCHAFT**

Postfach 80 03 20
W-6230 Frankfurt am Main 80(DE)

(72) Erfinder: **Lanters, Henricus Johannes**
Aert Roelofsstraat 17
NL-5611 WB Eindhoven(NL)
Erfinder: **Bremmers, Jacobus Johannus Mar-
tinus**
Keramiekstraat 51
NL-5935 TG Tegelen(NL)

EP 0 304 764 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von zerfasertem Zellulosematerial, insbesondere Holzfasern, bis zu einer Faserlänge von 20 mm, welches mit einem hohen Anteil an hitzehärtbarem Harz versehen ist. Die beleimten Holzfasern sind geeignet zur Herstellung von dekorativen Formteilen, wobei sie zunächst zu einer Fasermatte geformt und dann bei hoher Temperatur verpreßt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht von den bekannten Verfahren aus, bei denen zunächst Holzschnitzel mit Wasserdampf erweicht und anschließend, z.B. zwischen zwei Mahlscheiben, zu Holzfasern mit einer Länge bis zu 20 mm zerkleinert werden. Auf die feuchten Holzfasern wird danach eine wäßrige alkalische Lösung eines hitzehärtbaren Harzes aufgebracht und die beleimten Holzfasern z.B. mit Heißluft bis zu einer Restfeuchte unter 15 Gew.-% getrocknet (EP-B-0 081 147). Bei der Durchführung dieses bekannten Verfahrens besteht allerdings die Gefahr, daß beim Trocknen die beharzten Teilchen an der Wand des Trockenrohres verkleben und im Extremfall das Trockenrohr verstopfen, wodurch leicht Selbstentzündung eintritt.

Es ist auch bekannt, die Holzfasern nach der Zerfaserungsstation in einem Wasserdampf-Luftstrom zu führen, einen Großteil des Dampfstromes von den Holzfasern vor dem Harzauftrag zu entfernen, auf die vom restlichen Dampfstrom in einer Blasanlage mitgenommenen Faserteilchen die wäßrige Harzlösung aufzubringen und danach die beleimten Holzfasern zu trocknen (DE-A-36 09 506). Dieses Verfahren zeigt zwar den Vorteil, daß aufgrund des vorher reduzierten Dampfanteils bei der Trocknung relativ wenig Energie erforderlich ist. Jedoch besteht bei diesem Verfahren die Gefahr, daß sich die Harzlösung unzureichend mit den Holzfasern durchmischt und eine unerwünschte Vorverdichtung eintritt, wodurch bei der Weiterverarbeitung der beleimten Holzfasern nach dem Trocknen Probleme auftreten können. Durch schlechte Durchmischung der Holzfasern mit dem Harz entstehen Harztropfen, welche in der fertigen Platte Leimnester bilden. Diese führen zu unerwünschten optischen und technischen Qualitätsminderungen. Diese Nachteile des bekannten Verfahrens sind besonders gravierend, wenn relativ große Harzmengen bezogen auf die Holzfasermenge eingesetzt werden sollen, wie es beispielsweise nach der EP-B-0 081 147 vorgesehen ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß bei den großen Harzmengen nach der EP-B-0 081 147 die in der Figur der DE-A-36 09 506 mit 28 bezeichnete Leitung sich mit Harz und Faserteilchen zusetzen würde.

Ausgehend von dem aufgezeigten Stand der Technik ist es deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, welches selbst bei Zugabe von großen Mengen an Harz, bezogen auf die Menge der Faserteilchen, ein gleichmäßiges Vermischen der Faserteilchen mit dem Harz gewährleistet und bei dem die Gefahr einer Verstopfung des Trockenrohres durch miteinander verklebte Faserteilchen und daraus resultierender Selbstentzündung nicht mehr vorhanden ist. Gleichzeitig soll es einen kostengünstigen Transport der Faserteilchen gestatten, d.h. mit geringem apparativen Aufwand durchführbar sein, und mit einem verhältnismäßig geringen Energieaufwand auskommen, wobei trotz der großen Menge an zugesetztem Harz nur geringe Dampfmen gen erforderlich werden. Die Kombination aller dieser vorteilhaften Eigenschaften wurde bisher von keinem Verfahren erreicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Die abhängigen Ansprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen des Verfahrens an. Gegenstand der Erfindung ist ferner eine dekorative Platte, umfassend eine Kernschicht und eine ein- oder beidseitige dekorative Schicht, bei der die Kernschicht aus den nach Anspruch 1 hergestellten Faserteilchen besteht. Die Platte ist ein flächenhafter Körper, dessen Oberflächenform und Oberflächenstruktur dem Anwendungszweck angepaßt ist und der z.B. auch gebogene Form aufweisen kann. Vorzugsweise ist die Platte ein Körper mit im wesentlichen ebener Fläche. Ihre Dicke liegt insbesondere im Bereich von 0,5 bis 30 mm. Platten dieser Art sind insbesondere in der EP-B-0 081 147 beschrieben. Die erfindungsgemäße Platte hat zweckmäßigerweise eine kratzfeste Oberfläche wie in EP-A-0 166 153 und EP-A-0 216 269 beschrieben.

Unter zerfasertem Zellulosematerial sind insbesondere faserförmige Holzpartikel zu verstehen. Sie werden aus Holzarten hergestellt, die eine Zerfaserung erlauben, z.B. aus Nadelholz, wie Fichten- oder Kiefernholz, oder Laubholz, wie Kastanien- oder Buchenholz. Weiterhin können zusätzlich zu den Holzfasern Zellulosefasern und industrielle Holz-, Papier- und Zelluloseabfälle, z.B. auch Holzmehl oder Holzschliff, verwendet werden; ebenso sind Abfälle aus holzverarbeitenden Werkstätten geeignet. Es ist auch möglich, einen Teil der Holzfasern, der Zellulosefasern bzw. der Holzabfälle, vorzugsweise bis zu 20 Gew.-%, durch Kunststoffabfälle, z.B. in Form von Fasern oder Granulat, zu ersetzen. Das Holz wird gewaschen, um Metall-, Stein- oder Sandspuren zu entfernen, danach in einer Mühle zu Holzschnitzeln zerkleinert.

Die Holzschnitzel werden in einem Digestor (Dampfkessel) mit Wasserdampf unter Wasserdampfdruck von 1 bis 10 bar in wenigen Minuten

erweicht und anschließend, z.B. zwischen zwei Mahlscheiben in einem Raffineur, zu Holzfasern zerkleinert.

Die auf diese Weise aufgeschlossenen Holzfasern haben eine Länge von 0,3 bis 20 mm, eine mittlere Länge von 0,5 bis 3 mm und einen mittleren Durchmesser von 0,025 bis 0,05 mm. Der Durchmesserbereich liegt zwischen 0,01 und 1 mm, in Abhängigkeit des verwendeten Rohholzes und der Zerkleinerungsbedingungen. Länge und Durchmesser der verwendeten Zellulosefasern liegen in dem gleichen Dimensionsbereich.

Die aus der Zerkleinerungsmaschine austretenden Faserteilchen werden in heißem Wasserdampfstrom in einer Blasanlage unter erhöhtem Druck, vorzugsweise bei 2 bis 10 bar, insbesondere 4 bis 6 bar, in turbulenter Strömung weitertransportiert.

Die Zugabe des hitzehärtbaren Harzes erfolgt in wässriger, vorzugsweise alkalischer Lösung, welche in die Blasanlage eingesprüht wird. Durch die turbulente Strömung, hervorgerufen durch eine entsprechend kleine Dimensionierung des Blasrohres ("blow line") und eine angelegte Druckdifferenz über die Länge des Blasrohres, findet eine optimale Mischung zwischen Harz und Faserteilchen statt, selbst bei sehr großen Mengen an Harz, welche 200 bis 1 000 g, insbesondere 300 bis 600 g, je 1 000 g Trockenfasern betragen können. Das hitzehärtbare Harz ist vorzugsweise ein Phenol-Formaldehyd-Harz, wie es zur Herstellung von dekorativen Bauplatten (EP-B-0 081 147) üblich ist.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die Blasanlage im Bereich nach der Harzzugabe vorzugsweise bis zur Abtrennung vom Wasserdampf von außen zu kühlen, so daß sich eine dünne Schicht aus Kondenswasser auf der Innenwand der Blasanlage abscheidet. Hierzu reicht es aus, wenn die Temperatur der Wandung der Blasanlage um wenige Grad abgesenkt wird, als zweckmäßig hat sich eine Temperaturabsenkung um 5 bis 20 °C erwiesen. Damit wird das Anhaften der beharzten Faserteilchen an der Innenwand der Blasanlage wirksam verhindert.

Das Gemisch aus Wasserdampf und beharzten Faserteilchen wird von der Blasanlage zu einer Einheit geführt, wo die beharzten Faserteilchen vom Wasserdampf entfernt werden. In dieser Stufe wird der Wasserdampf vorzugsweise vollständig abgetrennt. Die Faserteilchen besitzen danach noch einen Wassergehalt von 15 bis 35 Gew.-%, insbesondere 18 bis 25 Gew.-%. Diese Stufe wird vorteilhafterweise in einem Zyklonenseparator bei Atmosphärendruck, insbesondere ohne Energiezufuhr, durchgeführt, jedoch sind prinzipiell auch andere Einrichtungen geeignet, mit denen Systeme aus Feststoffteilchen, wie z.B. Staub, und Gase voneinander getrennt werden können. Solche Einrichtungen sind beispielsweise Vorrichtungen, die

nach dem Prinzip der Schwerkraft oder Zentrifugalkraft arbeiten und/oder aus Filtern oder mechanischen Separatoren aufgebaut sind (vgl. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6th ed. (1985), McGraw-Hill Book Company, "DUST-COLLECTOR DESIGN", 20-81 bis 20-89). Der abgetrennte Wasserdampf wird aus Gründen der Energieersparnis wieder in den Verfahrensablauf eingeführt und zweckmäßigerweise zur Erwärmung und zum Einweichen der noch zu zerkleinernden Holzschnitzel verwendet. Auch überschüssiges härtpbares Harz kann zusammen mit dem Wasserdampf abgetrennt werden und einer erneuten Verwendung zugeführt werden.

In der nachfolgenden Trockenstufe wird der Endfeuchtigkeitsgehalt von kleiner als 12 Gew.-%, insbesondere 3 bis 10 Gew.-%, erreicht. Hierzu werden die Faserteilchen zweckmäßigerweise durch ein mit Warmluft beheiztes Trockenrohr geblasen, wobei sie durch den Luftstrom fein verteilt werden. Die Warmluft weist vorzugsweise eine Temperatur von 60 bis 110 °C auf. Die getrockneten Fasern verlassen die Trockenstufe beispielsweise über einen weiteren Zyklonenseparator oder eine ähnliche Einrichtung und werden der Weiterverarbeitung zugeführt, insbesondere zur Herstellung von dekorativen Bauplatten, wie sie beispielsweise in der EP-B-0 081 147 beschrieben sind.

Das Verfahren zeigt in überraschender Weise eine Kombination von Vorteilen. So wird die Anwesenheit von Wasserdampf im Trockner weitgehend verhindert, wodurch der Energiebedarf relativ niedrig ist. Auch die Brandgefahr ist deutlich verringert. Weder in der Blasanlage noch im Trockner besteht die Gefahr, daß sie durch anhaftendes Material in ihrer Funktion gestört werden. Das Verfahren benötigt keinen großen apparativen Aufwand, zusätzliche Einheiten zum Mischen und/oder Fördern der Faserteilchen sind nicht erforderlich. Die nach der Trockenstufe erhaltenen Fasern sind nicht agglomeriert, so daß sie sich problemlos zu verpreßbaren Fasermatten formen lassen.

Die Erfindung wird durch das nachfolgende Beispiel und die Figur näher erläutert. Die Figur zeigt schematisch den Verfahrensablauf.

Beispiel

In einen Behälter 1 werden kontinuierlich Holzhackschnitzel mit etwa gleicher Gewichtsmenge an Wasser zugeführt und im Kessel 2 mit Heißwasserdampf behandelt. Nach einer Verweilzeit von wenigen Minuten werden die erweichten Hackschnitzel zu einem Raffineur 3 weitertransportiert, wo sie zwischen zwei Mahlscheiben zu Holzfasern zerkleinert werden. Die Holzfasern werden mit Heißwasserdampf in einer Blasanlage 4 weitergeleitet, in welche hitzehärtbares Phenol-Formaldehyd-Harz in

wäßriger alkalischer Lösung über den Harzinjektor 5 eingesprützt werden. Im nachfolgenden Teil wird die Blasanlage 4 von außen mit Wasser (Kühlungsmantel 6) gekühlt. Die erhaltene Mischung aus Wasserdampf und beharzten Holzfasern gelangt danach in einen Zyklonenseparator 7 unter Atmosphärendruck. Hier wird der Wasserdampf entfernt und über die Leitung 8 zum Hackschnitzelbehälter 1 zur Erhitzung der Holzteilchen zurückgeführt. Die mit Harz beschichteten bzw. imprägnierten Holzfasern werden zur restlichen Trocknung durch eine Zellschleuse 9 in ein Trockenrohr 10 geleitet, welches sie mit einer Restfeuchte von 7 Gew.-% verlassen. Durch die Trockenluft werden die Holzfasern in einen Zyklonenseparator 11 weitergefördert und über eine Zellschleuse zu einer Formungsstation 12 transportiert, wo sie auf ein Band abgelagert und zu einer Fasermatte vorverdichtet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von zerfasertem Zellulosematerial, vorzugsweise Holzfasern, insbesondere bis zu einer Faserlänge von 20 mm, welches mit einem hohen Anteil an hitzehärtbarem Harz versehen und insbesondere zur Herstellung von faserhaltigen Formteilen geeignet ist, wobei das hitzehärtbare Harz in wäßriger, vorzugsweise alkalischer Lösung zu einer Mischung aus Faserteilchen und Wasserdampf hinzugefügt wird und Wasserdampf von den beharzten Faserteilchen in einem Trockner entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Mischung von Wasserdampf und Faserteilchen nach der Harzzugabe der Wasserdampf in einer Einheit entfernt wird und die Faserteilchen anschließend in einer Trockenstufe auf einen Feuchtigkeitsgehalt von kleiner als 12 Gew.-%, insbesondere 3 bis 10 Gew.-%, getrocknet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung des Wasserdampfs mit einem Zyklonenseparator erfolgt, vorzugsweise ohne Energiezufuhr.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trockenstufe mit Warmluft erfolgt, vorzugsweise bei einer Temperatur von 60 bis 110 °C.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das hitzehärtbare Harz in wäßriger Lösung auf die in einem Wasserdampfstrom geführten Faserteilchen aufgebracht wird, die Mischung aus beharzten Faserteilchen durch ein von außen gekühltes

Rohr transportiert wird, danach der Wasserdampf völlig entfernt wird und anschließend die Trockenstufe durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampfstrom mit den Faserteilchen unter erhöhtem Druck, vorzugsweise von 2 bis 10 bar, insbesondere 4 bis 6 bar, in turbulenter Strömung gefördert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zugefügte Harzmenge (Trockengewicht) 200 bis 1 000 g, vorzugsweise 300 bis 600 g, je 1 000 g Faserteilchen (Trockengewicht) beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der abgetrennte Wasserdampf zur Erwärmung der noch zu zerfasernden Hackschnitzel eingesetzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserteilchen nach der Trockenstufe von der Trockenluft abgetrennt werden, vorzugsweise in einem weiteren Zyklonenseparator.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zerfaserung des Zellulosematerials Zelluloseteilchen, insbesondere Hackschnitzel, unter Dampfdruck bis auf eine maximale Faserlänge von 20 mm zerkleinert werden, daß die erhaltenen Faserteilchen in Mischung mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck, vorzugsweise bei 2 bis 10 bar, insbesondere 4 bis 6 bar, in einer Blasanlage weitertransportiert werden und daß die wäßrige Harzlösung in die Blasanlage eingesprützt wird.
10. Dekorative Platte, umfassend eine Kernschicht und ein- oder beidseitig dekorative Oberflächenschichten, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht aus den nach Anspruch 1 hergestellten Holzfasern besteht, welche mit einem hitzehärtbaren Kunstharz in der Hitze verpreßt sind.

Claims

1. Process for the production of pulped cellulose material, preferably wood fibers, in particular wood fibers up to a fiber length of 20 mm, which is provided with a high proportion of thermocurable resin and is suitable, in particular, for the production of fiber-containing moldings, the thermocurable resin being added in aqueous, preferably alkaline solution to a mix-

ture of fiber particles and steam, and the steam being removed from the resin-coated fiber particles in a drier, characterized in that the steam is removed in a unit from the mixture of steam and fiber particles after addition of the resin, and the fiber particles are subsequently dried in a drying stage to a moisture content of less than 12 % by weight, in particular 3 to 10 % by weight.

2. The process as claimed in claim 1, characterized in that removal of the steam takes place using a cyclone separator, preferably without supply of energy.
3. The process as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the drying stage takes place using warm air, preferably at a temperature from 60 to 110 ° C.
4. The process as claimed in any of claims 1 to 3, characterized in that the thermocurable resin is applied in aqueous solution to the fiber particles transported in a steam stream, the mixture of resin-coated fiber particles is transported through an externally cooled line, the steam is then removed completely, and the drying stage is subsequently carried out.
5. The process as claimed in any of claims 1 to 4, characterized in that the steam stream containing the fiber particles is conveyed under increased pressure, preferably from 2 to 10 bar, in particular 4 to 6 bar, in turbulent flow.
6. The process as claimed in any of claims 1 to 5, characterized in that the amount of resin added (dry weight) is 200 to 1000 g, preferably 300 to 600 g, per 1000 g of fiber particles (dry weight).
7. The process as claimed in any of claims 1 to 6, characterized in that the removed steam is employed for warming the wood chippings still to be pulped.
8. The process as claimed in any of claims 1 to 7, characterized in that the fiber particles are separated from the dry air after the drying stage, preferably in a further cyclone separator.
9. The process as claimed in any of claims 1 to 8, characterized in that, for pulping the cellulose material, cellulose particles, in particular wood chippings, are comminuted under steam pressure to a maximum fiber length of 20 mm, that the fiber particles obtained are transported

on mixed with steam under increased pressure, preferably at 2 to 10 bar, in particular 4 to 6 bar, in a blow plant, and that the aqueous resin solution is sprayed into the blow plant.

10. Decorative board comprising a core layer and decorative surface layers on one or both sides thereof, characterized in that the core layer comprises the wood fibers produced in accordance with claim 1 which have been thermopressed with a thermocurable synthetic resin.

Revendications

1. Procédé de fabrication de matériau cellulosique défibré, de préférence en fibres de bois dont la longueur peut, en particulier, aller jusqu'à 20 mm, qui comporte une forte proportion de résine thermodurcissable et qui convient spécialement pour la fabrication de pièces moulées à base de fibres, la résine thermodurcissable étant ajoutée en solution aqueuse, de préférence alcaline, à un mélange de particules fibreuses et de vapeur d'eau et la vapeur d'eau étant séparée, dans un séchoir, d'avec les particules fibreuses enrobées de résine, procédé caractérisé en ce que la vapeur d'eau est, après l'addition de résine, séparée, dans une installation, de son mélange avec les particules fibreuses et que les particules fibreuses sont ensuite séchées, au cours d'une étape de séchage, jusqu'à l'obtention d'un degré d'humidité inférieur à 12 % en poids, en particulier de 3 à 10 % en poids.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la séparation de la vapeur d'eau est effectuée dans un cyclone, de préférence sans apport d'énergie.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de séchage se déroule en présence d'air chaud, de préférence à une température de 60 à 110 ° C.
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on dépose la résine thermodurcissable en solution aqueuse sur les particules fibreuses amenées dans un courant de vapeur d'eau, on transporte, par un tuyau refroidi de l'extérieur, le mélange de particules fibreuses imprégnées, on élimine ensuite complètement la vapeur d'eau et on réalise finalement le séchage.
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le courant de vapeur

d'eau est acheminé avec les particules fibreuses sous haute pression, de préférence de 2 à 10 bar, en particulier de 4 à 6 bar, en écoulement turbulent.

6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la proportion de résine ajoutée est de 200 à 1000 g, de préférence de 300 à 600 g, pour 1000 g de particules fibreuses (poids sec).

5

10
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la vapeur d'eau séparée est utilisée pour le chauffage des copeaux de bois restant encore à défibrer.

15
8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les particules fibreuses sont, après l'étape de séchage, séparées de l'air de séchage, de préférence dans un cyclone supplémentaire.

20
9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour le défibrage du matériau cellulosique, on fragmente, sous pression de vapeur d'eau, des particules de cellulose, en particulier des copeaux de bois, jusqu'à une longueur maximale des fibres de 20 mm, on entraîne les particules fibreuses obtenues, mélangées à la vapeur d'eau sous pression élevée, de préférence de 2 à 10 bar, en particulier de 4 à 6 bar, dans une soufflerie et on pulvérise la solution aqueuse de résine dans ladite soufflerie.

25

30

35
10. Panneau décoratif, comportant une couche interne et des couches superficielles, décoratives sur une ou deux faces, caractérisé en ce que la couche interne se compose des fibres de bois fabriquées d'après la revendication 1, fibres qui sont comprimées à chaud avec une résine artificielle thermodurcissable.

40

45

50

55

