



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 658 645 A5

⑤① Int. Cl.4: C 04 B 14/38
C 04 B 16/06**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

⑲ Numéro de la demande: 6022/83

⑳ Date de dépôt: 08.11.1983

③① Priorité(s): 10.11.1982 FR 82 19187

㉔ Brevet délivré le: 28.11.1986

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 28.11.1986㉗ Titulaire(s):
Everitube, Courbevoie (FR)㉚ Inventeur(s):
Le Floc'h, André, Le Mee-sur-Seine (FR)
Sabouraud, Alain, Damarie (FR)㉛ Mandataire:
Kirker & Cie SA, Genève⑤④ **Matériau de construction à base de liant hydraulique renforcé par des fibres et son procédé de fabrication.**

⑤⑦ On décrit un matériau de construction du type constitué principalement par un liant hydraulique renforcé par des fibres.

De préférence, les fibres incluses dans le matériau sans amiante ont un diamètre compris entre 3 et 8 microns et une résistance à la rupture supérieure à 800 N/mm². La fabrication du matériau s'effectue sur des machines pour amiante-ciment dans de bonnes conditions de filtration et le matériau obtenu présente un renforcement mécanique suffisant.

Application à la fabrication de produits pour bâtiment.

1. Matériau de construction constitué principalement par un liant hydraulique renforcé par des fibres et ne contenant pas d'amiante, caractérisé en ce que les fibres ont un diamètre compris entre 3 et 8 microns et une résistance à la traction supérieure à 800 N/mm².

2. Matériau suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque la section de la fibre n'est pas circulaire, son diamètre équivalent, donné par

$$\Phi \text{ équiv} = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi}} \text{ où } S \text{ est la section}$$

est compris entre 3 et 8 microns.

3. Matériau suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la longueur des fibres est comprise entre 1 et 10 mm.

4. Matériau suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les fibres utilisées sont des fibres organiques synthétiques.

5. Matériau suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les fibres utilisées sont en alcool de polyvinyle.

6. Matériau suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les fibres sont d'origine minérale.

7. Procédé de fabrication du matériau suivant l'une des revendications 1 à 6, suivant lequel on mélange dans l'eau des fibres et un liant hydraulique, on filtre en vue de recueillir une ou plusieurs couches élémentaires formant une monocouche qui est enroulée, puis découpée, mise en forme et étuvée, caractérisé en ce que la proportion spécifique des fibres, ou rapport entre le pourcentage du poids des fibres par rapport à l'ensemble des matières sèches et la masse spécifique des fibres exprimée en g/cm³, est comprise entre 1 et 5.

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le ciment est ajouté à raison de 60 à 98 parties par rapport au total des matières sèches.

9. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que les charges actives ou inertes sont ajoutées au mélange de fibres et de ciment en suspension dans l'eau à raison de 0 à 30% en poids par rapport au total des matières sèches.

La présente invention est relative à un matériau de construction constitué principalement par un liant hydraulique renforcé par des fibres, ainsi qu'au procédé de fabrication dudit matériau.

Il est connu de remplacer, dans les produits de construction à base de ciment ou de liant hydraulique et d'amiante, des fibres d'amiante par des fibres d'autre nature, organique et/ou minérale. Comme la fabrication de produits en amiante-ciment s'effectue généralement à partir d'un mélange de fibres d'amiante et de ciment mis en suspension dans l'eau, puis filtré pour obtenir une couche qui est ensuite transformée en plaques ou tuyaux, il est nécessaire d'utiliser des fibres de substitution qui permettent la filtration, d'une part, et qui assurent le renforcement du produit fini, d'autre part. Par filtration, on entend la rétention, sur une paroi filtrante, des fibres qui forment alors un réseau et empêchent ainsi le passage des particules de ciment au travers de ladite paroi. De même, les fibres de renforcement ont pour but de remédier à la fragilité inhérente à un produit qui serait constitué de ciment pur. Si les fibres d'amiante satisfont simultanément à ces deux conditions, il n'en va pas de même avec les fibres de substitution actuellement utilisées et il faut alors faire appel à deux types de fibres différents, dont l'un facilite la filtration et l'autre apporte la résistance mécanique au produit final grâce au renforcement.

C'est ainsi que les fibres de cellulose, ne procurant que peu de résistance mécanique au produit élaboré, améliorent la filtrabilité

des suspensions contenant d'autres fibres de renforcement. Mais ces fibres sont sensibles à l'humidité qui en provoque un gonflement générateur de microfissures et sont sujettes à des dégradations du fait des microorganismes, de sorte qu'il est préférable d'éviter la pose d'un produit contenant des fibres de cellulose dans des ambiances humides ou à l'extérieur des bâtiments.

La présente invention remédie à ces inconvénients. Elle a pour objet un matériau de construction du type constitué principalement par un liant hydraulique renforcé par des fibres et ne contenant pas d'amiante, caractérisé en ce que les fibres ont un diamètre compris entre 3 et 8 microns et une résistance à la traction supérieure à 800 N/mm².

De manière surprenante, il a été constaté que dès lors que les fibres de substitutions de l'amiante respectent cette double condition, elles peuvent satisfaire aux deux exigences de commodité de filtration et de renforcement mécanique suffisant.

Comme indiqué précédemment, les fibres utilisées peuvent avoir un diamètre moyen compris entre 3 et 8 microns. Il est possible qu'un diamètre des fibres inférieur à 3 microns puisse convenir, mais la technologie actuelle ne permet pas de les obtenir. Si le diamètre dépasse 8 microns, le réseau des fibres retenues a une maille trop grande, qui laisse alors passer une fraction trop importante des particules de ciment au cours de la filtration. La nature des fibres est indifférente, dès lors qu'elles résistent à l'action alcaline du liant hydraulique et qu'elles présentent une résistance à la traction supérieure à 800 N/mm². Cette valeur a été déterminée après examen des caractéristiques mécaniques du produit fini, qui selon l'utilisation envisagée, tuyau ou plaque de couverture, doivent être suffisantes, au moins dans le sens longitudinal, correspondant au sens de défillement du feutre sur lequel est recueilli le gâteau de filtration. Les fibres organiques synthétiques conviennent bien, notamment le polyéthylène, le polypropylène, le polyacrylonitrile, le polyacrylamide, l'alcool de polyvinyle. Les fibres minérales peuvent être également employées avec profit, sous réserve qu'elles présentent une composition alcalirésistante adéquate.

Les fibres fines sont employées soit sous la forme vendue par le fournisseur, soit après traitement de surface qui améliore leur ancrage dans la matrice cimentaire. Ces fibres sont généralement de section circulaire, mais une forme de lobe, simple ou multiple ou de ruban peut convenir également. Dans un tel cas, on remplacera le diamètre des fibres par le diamètre équivalent:

$$\Phi \text{ équiv} = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

où S est la section.

La longueur des fibres est d'au moins 1 mm, de manière que la liaison entre la fibre et la matrice cimentaire reste assurée, même si des microfissures venaient à apparaître dans le produit fini. Elle est inférieure à 10 mm, longueur au-delà de laquelle des difficultés de mise en œuvre apparaissent.

Le matériau suivant l'invention comprend également un liant hydraulique, tel que le ciment, avec ou sans ajout, qui peut être un ciment alumineux, un ciment de laitier, ou un ciment de haut fourneau. De même, le plâtre, le gypse ou la chaux peuvent convenir.

Suivant la manière connue, le matériau contient encore des charges inertes ou actives qui confèrent au produit final les caractéristiques désirées, comme la tenue à la chaleur ou l'inhibition de la chaux libérée lors de la prise du ciment.

Il est également avantageux de prévoir des floculants de type connu, tel que ceux à base de polymères solubles, qui ont pour fonction d'accroître la rétention des particules solides, et des agents dispersants dont l'action évite la formation d'amas ou de flocons de fibres dans la suspension soumise à la filtration.

Le procédé de fabrication du matériau selon l'invention s'effectue de la manière suivante.

Les fibres sont d'abord mises en suspension dans l'eau, en une quantité qui est déterminée par les conditions de bon fonctionne-

ment de la machine. Cette quantité se situe entre 1 et 5% en volume de fibres par rapport au produit fini; toutefois, pour tenir compte des différentes natures de fibres utilisables, on introduit un paramètre qui fait intervenir la densité de fibres, à savoir la «proportion spécifique» Pf/p où Pf est le pourcentage en poids de fibres par rapport au poids total des matières sèches et p la masse volumique des fibres exprimée en g/cm^3 . Cette proportion spécifique est avantageusement comprise entre 1 et 5.

Le ciment est ensuite ajouté, à raison de 60 à 98 parties en poids par rapport au total des matières sèches. Lorsque les produits sont fabriqués sur des machines du type «machine à carton», les charges actives ou inertes n'excèdent pas en principe 30% en poids de ciment, ce qui représente 0 à 30 parties en poids du total des matières sèches. La proportion de charge peut être plus importante lorsque la technique de fabrication diffère: coulée, moulage, centrifugation, extrusion par exemple.

Après homogénéisation par brassage de la suspension aqueuse, cette dernière est introduite dans des machines dont les deux principaux types sont ceux mettant en œuvre le procédé avec tamis, comme la machine HATSCHEK, et ceux relevant du procédé sans tamis, tels que la machine MAGNANI.

Dans le procédé avec tamis, une cuve reçoit la suspension aqueuse, qui est filtrée à travers une toile métallique disposée sur un cylindre tournant. Il se dépose alors sur le tamis une fine couche de fibres et de ciment qui, après transfert sur le feutre, forme une couche élémentaire. La superposition de plusieurs couches élémentaires, dans le cas de plusieurs cuves à tamis, donne une monocouche qui est enroulée sur un cylindre jusqu'à obtention de l'épaisseur désirée du produit. Lorsque celle-ci est atteinte, un dispositif de découpe suivant une génératrice permet de dérouler la pâte sous la forme d'une feuille plane qui est ensuite mûrie sous forme plane, ondulée ou profilée. Une autre utilisation courante de ce mélange est la fabrication de tuyaux.

Dans les deux cas, les produits obtenus sont mûris soit à l'air libre, soit dans l'eau, soit en étuve pendant plusieurs heures dans une ambiance saturée en humidité.

Plusieurs mélanges sont préparés dans les conditions suivant l'invention, en vue de la confection d'éprouvettes planes qui sont soumises à des essais de rupture, tels que ceux prévus par la norme ASTM D-38 80-80. Le tableau final annexé regroupe les résultats obtenus avec plusieurs types de fibres, en fonction de différents paramètres de machines, ainsi qu'à titre de référence, les résultats obtenus sur une éprouvette contenant de l'amiante.

Exemple 1:

Suivant un premier exemple de fabrication, on met en œuvre un mélange contenant du ciment et des fibres de viscose commercialisées par Rhône-Poulenc Textiles sous la marque déposée «Fibranne», dont le diamètre est 6,5 microns, la longueur 5 mm et la résistance à la rupture, 800 N/mm². Le mélange est constitué de 5% en poids de fibres et on y a rajouté un flocculant de type connu (E 318) à raison de 3 g/litre. La feuille plane obtenue à partir de la monocouche résultant de la filtration est comprimée sous une pression de 100 bars, puis on la laisse mûrir à température ambiante. On procède alors aux essais de casse, après 14 jours, à l'état saturé et on relève la résistance à la flexion, aussi bien dans le sens de défilement L du tapis de la machine que dans le sens perpendiculaire T à ce défilement.

Exemple 2:

Le même type de fibres que dans l'exemple 1 est employé dans les

mêmes conditions, mais les essais sont réalisés après 21 jours, à l'état sec. La densité est alors 1,65.

Exemple 3:

Les fibres utilisées sont en viscose haute ténacité, de diamètre 6 microns, longueur 5 mm et résistance à la rupture 930 N/mm². Le mélange soumis à la filtration contient 2% de fibres et 98% en poids de ciment, et le mûrissement s'effectue à la température ambiante, en ambiance confinée. La densité de la plaque soumise en l'état aux 10 essais de rupture après 14 jours est de 1,75.

Exemple 4:

Des fibres en alcool polyvinyle (PVA), de diamètre 7 microns, longueur 6 mm et résistance à la rupture 1100 N/mm², sont mélangées à du ciment à raison de 4 parties en poids pour 96 parties de ciment. La plaque n'est pas comprimée après fabrication. Elle subit un mûrissement en ambiance saturée et les essais de casse sont effectués en l'état, après 14 jours. La densité de la plaque est de 1,55.

Exemple 5:

Les fibres de même nature qu'à l'exemple 4 sont ajoutées au ciment à raison de 4 parties pour 96 parties de ciment en poids. La plaque est comprimée sous 200 bars après fabrication mais les autres conditions de mûrissement et d'essais restent identiques à celles de l'exemple 4.

Exemple 6:

Une quantité de 1,5% en poids de fibres d'alcool polyvinyle, de diamètre 12 microns, longueur 6 mm et résistance à la rupture 1100 N/mm² est ajoutée à 98,5% de ciment et le mélange est filtré. Au cours de cette opération on constate qu'il est impossible d'obtenir une couche élémentaire de composition convenable sur le tamis, car 80 à 90% des particules de ciment sont rejetées avec l'eau de filtration et le feutre ne recueille presque que des fibres.

Exemple 7:

L'élément de référence est constitué par de l'amiante, du type chrysotile sous forme de mélange, de grade 4-5-6; 80% des fibres ont un diamètre compris entre 1 et 10 microns. Comme précédemment, une plaque est préparée, sans compression après fabrication mais avec mûrissement à la température ambiante en ambiance confinée. Cette plaque subit ensuite les essais de rupture.

On constate à la lecture du tableau qu'après durcissement, le matériau se distingue de l'amiante-ciment par une capacité de déformation plus importante, qui procure une sécurité d'usage accrue. On peut en effet admettre un ou plusieurs dépassements fortuits de la limite élastique sans qu'il ne se produise nécessairement des fissures ou une rupture dangereuse.

On remarque également que la densité du filtrat ou densité de l'échappement, au cours de la fabrication, est représentative de la bonne filtration du mélange en suspension, procurée par les fibres suivant l'invention.

L'utilisation de ces fibres apporte une simplification notable de la 55 préparation des mélanges et des suspensions, car elles ne nécessitent pas de traitement préalable de raffinage ou autres traitements qui sont grands consommateurs d'énergie.

En variante, le matériau de construction suivant l'invention peut être élaboré à partir d'un mélange de fibres différentes et de liant hydraulique, les seules conditions à respecter étant celles relatives aux 60 caractéristiques dimensionnelles des fibres (diamètre, longueur), à la résistance mécanique et à la résistance aux alcalis.

Exemples	1	2	3	4	5	6	7
Nature de fibre	Viscose	Viscose	Viscose hte tenac.	PVA	PVA	PVA	A.C.
Diamètre des fibres (μ)	6,5	6,5	6	7	7	12	1 à 10
Longueur (mm)	5	5	5	6	6	6	—
Résistance à la rupture (N/mm ²)	800	800	930	1100	1100	1100	—
Composition de mélange (% poids fibres/total)	5	5	2	4	4	1,5	11
Densité cuve tamis	1,020	1,020	1,048-1,036	1,070	1,070	—	1,050-1,060
Densité échappement	1,003-1,004	1,003-1,004	1,006-1,012	1,003-1,026	1,003-1,026	—	1,030-1,004
Compression après fabrication	Oui (100 bars)	Non	Non	Non	Oui (200 bars)	—	Non
Mûrissement	Ta eau	Ta eau	Ta ambiance confinée	Ta ambiance saturée	Ta ambiance saturée	—	Ta ambiance confinée
Densité produit fini	1,63	1,65	1,75	1,55	1,80	—	1,58
Conditions de casse	14 j. saturé	21 j. sec	14 j. en l'état	14 j. en l'état	14 j. en l'état	—	14 j. saturé
Résistance flexion (MPa)	L 17,7 T 14,1	22,8 16,5	18,2 12,0	27,3 18,5	35,5 25,2	—	29 22
Déformation en flexion ($\times 10^{-1}$)	L 1,8 T 1,3	1,9 1,3	2,61 1,48	32,6 13,8	17,9 3,7	—	2,92 2,28
Module en flexion (MPa)	L 12 500 T 10 800	14 600 12 100	12 700 11 500	14 400 13 200	21 900 19 300	—	13 850 12 800