



(11) **EP 2 366 048 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
27.01.2016 Bulletin 2016/04

(51) Int Cl.:
D07B 7/14 (2006.01) **D07B 1/06** (2006.01)
D07B 5/12 (2006.01) **D07B 3/08** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09752123.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/008008

(22) Date de dépôt: **10.11.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/054791 (20.05.2010 Gazette 2010/20)

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UN CABLE A TROIS COUCHES DU TYPE GOMME IN SITU**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER MEHRLAGIGEN LITZE ALS REIFENVERSTÄRKUNG MIT WÄHREND DES SCHLAGENS EINGEBRACHTEN FÜLLER

METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING A MULTIPLE WIRE STRAND FOR TIRE REINFORCEMENT FILLED WITH A FILLER DURING STRANDING

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

• **TOUSSAIN, Jérémy**
63000 Clermont-Ferrand (FR)

(30) Priorité: **17.11.2008 FR 0857789**

(74) Mandataire: **Rivière, Joel**
Manufacture Française des
Pneumatiques Michelin
23, place des Carmes-Déchaux
DGD/PI - F35 - Ladoux
63040 Clermont-Ferrand Cedex (FR)

(43) Date de publication de la demande:
21.09.2011 Bulletin 2011/38

(73) Titulaires:
• **COMPAGNIE GENERALE DES**
ETABLISSEMENTS MICHELIN
63000 Clermont-Ferrand (FR)
• **MICHELIN Recherche et Technique S.A.**
1763 Granges-Paccot (CH)

(56) Documents cités:
WO-A-2005/071157 WO-A1-2009/083213
GB-A- 1 100 686 JP-A- 2002 069 871
JP-A- 2003 340 926 JP-A- 2004 277 923
JP-A- 2006 283 249 JP-A- 2007 303 043
JP-A- 2007 303 044 JP-A- 2008 202 196

(72) Inventeurs:
• **POTTIER, Thibaud**
F-63000 Clermont-Ferrand (FR)

EP 2 366 048 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative aux procédés et dispositifs de fabrication de câbles métalliques à trois couches, de construction M+N+P, utilisables notamment pour le renforcement d'articles en caoutchouc, en particulier de pneumatiques.

[0002] Elle est plus particulièrement relative aux procédés et dispositifs de fabrication de câbles métalliques du type « gommés in situ », c'est-à-dire gommés de l'intérieur, pendant leur fabrication même, par du caoutchouc à l'état non réticulé, en vue d'améliorer leur résistance à la corrosion et par voie de conséquence leur endurance notamment dans les armatures de carcasses des pneumatiques pour véhicules industriels.

[0003] Un pneumatique radial comporte de manière connue une bande de roulement, deux bourrelets inextensibles, deux flancs reliant les bourrelets à la bande de roulement et une ceinture disposée circonférentiellement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement. Cette armature de carcasse est constituée de manière connue d'au moins une nappe (ou "couche") de caoutchouc renforcée par des éléments de renforcement ("renforts") tels que des câblés ou des monofilaments, généralement du type métalliques dans le cas de pneumatiques pour véhicules industriels porteurs de lourdes charges.

[0004] Pour le renforcement des armatures de carcasse ci-dessus, on utilise généralement des câbles d'acier ("steel cords") dits "à couches" ("layered cords") constitués d'une couche centrale et d'une ou plusieurs couches de fils concentriques disposées autour de cette couche centrale. Les câbles à trois couches les plus utilisés sont essentiellement des câbles de construction M+N+P, formés d'une couche centrale de M fil(s), M variant de 1 à 4, entourée d'une couche intermédiaire de N fils, N variant typiquement de 3 à 12, elle-même entourée d'une couche externe de P fils, P variant typiquement de 8 à 20, l'ensemble pouvant être éventuellement fretté par un fil de frette externe enroulé en hélice autour de la couche externe.

[0005] De manière bien connue, ces câbles à couches sont soumis à des contraintes importantes lors du roulage des pneumatiques, notamment à des flexions ou variations de courbure répétées induisant au niveau des fils des frottements, notamment par suite des contacts entre couches adjacentes, et donc de l'usure, ainsi que de la fatigue ; ils doivent donc présenter une haute résistance aux phénomènes dits de "fatigue-fretting".

[0006] Il est particulièrement important en outre qu'ils soient imprégnés autant que possible par le caoutchouc, que cette matière pénètre dans tous les espaces situés entre les fils constituant les câbles. En effet, si cette pénétration est insuffisante, il se forme alors des canaux ou capillaires vides, le long et à l'intérieur des câbles, et les agents corrosifs tels que l'eau ou même l'oxygène de l'air, susceptibles de pénétrer dans les pneumatiques par exemple à la suite de coupures de leur bande de roulement, cheminent le long de ces canaux vides jusque dans la carcasse du pneumatique. La présence de cette humidité joue un rôle important en provoquant de la corrosion et en accélérant les processus de dégradation ci-dessus (phénomènes dits de "fatigue-corrosion"), par rapport à une utilisation en atmosphère sèche.

[0007] Tous ces phénomènes de fatigue que l'on regroupe généralement sous le terme générique de "fatigue-fretting-corrosion" sont à l'origine d'une dégénérescence progressive des propriétés mécaniques des câbles et peuvent affecter, pour les conditions de roulage les plus sévères, la durée de vie de ces derniers.

[0008] Pour pallier les inconvénients ci-dessus, la demande WO 2005/071157 a proposé des câbles à trois couches de construction 1+M+N, en particulier de construction 1+6+12, dont une des caractéristiques essentielles est qu'une gaine constituée d'une composition de caoutchouc recouvre au moins la couche intermédiaire constituée des M fils, le noyau (ou fil unitaire) du câble pouvant être lui-même recouvert ou non de caoutchouc. Grâce à cette architecture spécifique, non seulement une excellente pénétrabilité par le caoutchouc est obtenue, limitant les problèmes de corrosion, mais encore les propriétés d'endurance en fatigue-fretting sont notablement améliorées par rapport aux câbles de l'art antérieur. La longévité des pneumatiques et celle de leurs armatures de carcasse sont ainsi très sensiblement améliorées.

[0009] Toutefois, les procédés décrits pour la fabrication de ces câbles, ainsi que les câbles qui en sont issus, ne sont pas dépourvus d'inconvénients.

[0010] Tout d'abord, ces câbles à trois couches sont obtenus en plusieurs étapes qui présentent l'inconvénient d'être discontinues, d'abord par réalisation d'un câble intermédiaire 1+M (en particulier 1+6), puis par gainage via une tête d'extrusion de ce câble intermédiaire ou âme, enfin par une opération finale de câblage des N (en particulier 12 fils) restants autour de l'âme ainsi gainée, pour formation de la couche externe. Pour éviter le problème de "collant à cru" de la gaine de caoutchouc avant câblage de la couche externe autour de l'âme, doit être utilisé en outre un film intercalaire en matière plastique lors des opérations intermédiaires de bobinage et débobinage. Toutes ces manipulations successives sont pénalisantes du point de vue industriel et antinomiques de la recherche de cadences de fabrication élevées.

[0011] D'autre part, si l'on veut pouvoir garantir un taux de pénétration élevé par le caoutchouc à l'intérieur du câble pour l'obtention d'une perméabilité à l'air du câble, selon son axe, qui soit aussi faible que possible, il s'est avéré nécessaire selon ces procédés de l'art antérieur, d'utiliser des quantités relativement importantes de caoutchouc lors du gainage. De telles quantités conduisent à un débordement parasite, plus ou moins prononcé, du caoutchouc cru à la périphérie du câble terminé de fabrication.

[0012] Or, comme cela a déjà été évoqué ci-dessus, en raison du fort pouvoir collant que possède le caoutchouc à

l'état cru (non réticulé), un tel débordement parasite génère à son tour des inconvénients notables lors de la manipulation ultérieure du câble, en particulier lors des opérations de calandrage qui vont suivre pour l'incorporation du câble à une bande de caoutchouc elle-même à l'état cru, avant les opérations ultimes de fabrication du bandage pneumatique et de cuisson finale.

[0013] Tous les inconvénients exposés ci-dessus ralentissent bien entendu les cadences industrielles et pénalisent le coût final des câbles et des pneumatiques qu'ils renforcent.

[0014] Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont découvert un procédé de fabrication amélioré qui permet de pallier les inconvénients précités.

[0015] En conséquence, un premier objet de l'invention est un procédé de fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), de construction M+N+P, comportant une première couche interne (C1) constituée de M fils de diamètre d_1 , M variant de 1 à 4, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes opérées en ligne :

- une étape d'assemblage par retordage des N fils autour de la première couche (C1), pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
- en aval du point d'assemblage, une étape de gainage du toron d'âme M+N par une composition de caoutchouc dite « gomme de remplissage », à l'état non réticulé ;
- une étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme ainsi gainé ;

une étape d'équilibrage final des torsions.

[0016] Ce procédé de l'invention permet de fabriquer, en ligne et en continu, un câble à trois couches qui, comparé aux câbles à trois couches gommés in situ de l'art antérieur, a l'avantage notable de comporter une quantité réduite de gomme de remplissage, ce qui lui garantit une meilleure compacité, cette gomme étant en outre répartie uniformément à l'intérieur du câble, à l'intérieur de chacun de ses capillaires, lui conférant ainsi une imperméabilité longitudinale encore améliorée.

[0017] L'invention concerne également un dispositif d'assemblage et gommage en ligne, utilisable pour la mise en oeuvre de procédé de l'invention, ledit dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement du câble en cours de formation :

- des moyens d'alimentation d'une part des M fils de la première couche (C1), d'autre part des N fils de la deuxième couche (C2) ;
- des premiers moyens d'assemblage par retordage des N fils pour mise en place de la deuxième couche (C2) autour de la première couche (C1), en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
- en aval dudit point d'assemblage, des moyens de gainage du toron d'âme M+N ;
- en sortie des moyens de gainage, des seconds moyens d'assemblage par retordage des P fils autour du toron d'âme ainsi gainé, pour mise en place de la troisième couche (C3) ;
- en sortie des seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.

[0018] L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description et des exemples de réalisation qui suivent, ainsi que des figures 1 à 4 relatives à ces exemples qui schématisent, respectivement :

- un exemple de dispositif de retordage et gommage in situ utilisable pour la fabrication d'un câble à trois couches du type compact, selon un procédé conforme à l'invention (Fig. 1) ;
- en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12, gommé in situ, du type compact, susceptible d'être fabriqué par le procédé de l'invention (Fig. 2) ;
- en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12 conventionnel, non gommé in situ, également du type compact (Fig. 3).

I. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0019] Dans la présente description, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % massiques.

[0020] D'autre part, tout intervalle de valeurs désigné par l'expression "entre a et b" représente le domaine de valeurs allant de plus de a à moins de b (c'est-à-dire bornes a et b exclues) tandis que tout intervalle de valeurs désigné par l'expression "de a à b" signifie le domaine de valeurs allant de a jusqu'à b (c'est-à-dire incluant les bornes strictes a et b).

[0021] Le procédé de l'invention est destiné à la fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), de construction M+N+P, comportant une première couche interne (C1) constituée de M fils de diamètre d_1 , M variant de 1 à 4, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes opérées en ligne :

- tout d'abord, une étape d'assemblage par retordage des N fils autour de la première couche (C1), pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
- puis, en aval du point d'assemblage, une étape de gainage du toron d'âme M+N par une composition de caoutchouc dite « gomme de remplissage » à l'état non réticulé (c'est-à-dire à l'état cru) ;
- une étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme ainsi gainé ;
- une étape d'équilibrage final des torsions.

[0022] On rappelle ici qu'il existe deux techniques possibles d'assemblage de fils métalliques :

- soit par câblage : dans un tel cas, les fils ne subissent pas de torsion autour de leur propre axe, en raison d'une rotation synchrone avant et après le point d'assemblage ;
- soit par retordage : dans un tel cas, les fils subissent à la fois une torsion collective et une torsion individuelle autour de leur propre axe, ce qui génère un couple de détorsion sur chacun des fils.

[0023] Une caractéristique essentielle du procédé ci-dessus est d'utiliser une étape de retordage tant pour l'assemblage de la deuxième couche (C2) autour de la première couche (C1) que pour l'assemblage de la troisième couche ou couche externe (C3) autour de la deuxième couche (C2).

[0024] Au cours de la première étape, les N fils de la deuxième couche (C2) sont retordus ensemble (direction S ou Z) autour de la première couche (C1) pour formation du toron d'âme (C1+C2), de manière connue en soi ; les fils sont délivrés par des moyens d'alimentation tels que des bobines, une grille de répartition, couplée ou non à un grain d'assemblage, destinés à faire converger autour du noyau les N fils en un point de torsion commun (ou point d'assemblage).

[0025] Préférentiellement, le diamètre d_2 des N fils est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_2 est compris dans un domaine de 5 à 30 mm.

[0026] On rappelle ici que de manière connue le pas « p » représente la longueur, mesurée parallèlement à l'axe du câble, au bout de laquelle un fil ayant ce pas effectue un tour complet autour dudit axe du câble.

[0027] En aval du point d'assemblage (et donc, notamment, en amont de la tête d'extrusion), la contrainte de tension exercée sur le toron d'âme est de préférence comprise entre 10 et 25% de sa force à la rupture.

[0028] Le toron d'âme (C1+C2) ainsi formé est ensuite gainé de gomme de remplissage non réticulée, apportée par une vis d'extrusion à une température appropriée. La gomme de remplissage peut être ainsi délivrée en un point fixe, unique et de faible encombrement, au moyen d'une tête d'extrusion unique.

[0029] La tête d'extrusion peut comporter une ou plusieurs filières, par exemple une filière amont de guidage et une filière aval de calibrage. On peut ajouter des moyens de mesure et de contrôle en continu du diamètre du câble, reliés à l'extrudeuse. De préférence, la température d'extrusion de la gomme de remplissage est comprise entre 50°C et 120°C, plus préférentiellement comprise entre 50°C et 100°C.

[0030] La tête d'extrusion définit ainsi une zone de gainage ayant la forme d'un cylindre de révolution dont le diamètre est compris de préférence entre 0,15 mm et 1,2 mm, plus préférentiellement entre 0,2 et 1,0 mm, et dont la longueur est de préférence comprise entre 4 et 10 mm.

[0031] La quantité de gomme de remplissage délivrée par la tête d'extrusion est ajustée dans un domaine préférentiel compris entre 5 et 40 mg, notamment entre 5 et 30 mg par gramme de câble final (i.e., terminé de fabrication, gommé in situ).

[0032] En dessous du minimum indiqué, il n'est pas possible de garantir que la gomme de remplissage soit bien présente dans chacun des capillaires ou interstices du câble, tandis qu'au-delà du maximum indiqué, on peut s'exposer aux différents problèmes précédemment décrits dus au débordement de la gomme de remplissage à la périphérie du câble, selon les conditions particulières de mise en œuvre de l'invention et la construction spécifique des câbles fabriqués. Pour toutes ces raisons, on préfère que la quantité de gomme de remplissage délivrée soit comprise entre 5 et 25 mg, plus préférentiellement encore comprise dans un domaine de 10 à 25 mg par g de câble (notamment de 10 à 20 mg par g de câble).

[0033] Typiquement, en sortie de la tête d'extrusion, l'âme (C1+C2) du câble (ou toron d'âme M+N), en tout point de sa périphérie, est recouverte d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage qui est préférentiellement supérieure à 5 μm , plus préférentiellement supérieure à 10 μm , notamment comprise entre 10 et 80 μm .

[0034] L'élastomère (ou indistinctement "caoutchouc", les deux étant considérés comme synonymes) de la gomme de remplissage est préférentiellement un élastomère diénique, c'est-à-dire par définition un élastomère issu au moins en partie (c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère) de monomère(s) diène(s) (i.e., monomère(s) porteur(s) de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non). L'élastomère diénique est plus préférentiellement choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères de butadiène, les différents copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères. De tels copolymères sont plus préférentiellement choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), que ces derniers soient préparés par polymérisation en émulsion (ESBR) ou en solution (SSBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR).

[0035] Un mode de réalisation préférentiel consiste à utiliser un élastomère "isoprénique", c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère d'isoprène, en d'autres termes un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères. L'élastomère isoprénique est de préférence du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse du type cis-1,4. Parmi ces polyisoprènes de synthèse, sont utilisés de préférence des polyisoprènes ayant un taux (% molaire) de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, plus préférentiellement encore supérieur à 98%. Selon d'autres modes de réalisation préférentiels, à l'élastomère isoprénique peut être également associé un autre élastomère diénique tel que, par exemple, un élastomère SBR et/ou BR.

[0036] La gomme de remplissage peut contenir un seul ou plusieurs élastomère(s), notamment diénique(s), ce dernier ou ces derniers pouvant être utilisé(s) en association avec tout type de polymère autre qu'élastomère.

[0037] La gomme de remplissage est préférentiellement du type réticulable, c'est-à-dire qu'elle comprend par définition un système de réticulation adapté pour permettre la réticulation de la composition lors de sa cuisson (i.e., son durcissement et non sa fusion) ; ainsi, dans un tel cas, cette composition de caoutchouc peut être qualifiée d'infusible, du fait qu'elle ne peut pas être fondue par chauffage à quelque température que ce soit. De préférence, dans le cas d'une composition de caoutchouc diénique, le système de réticulation de la gaine de caoutchouc est un système dit de vulcanisation, c'est-à-dire à base de soufre (ou d'un agent donneur de soufre) et d'au moins un accélérateur de vulcanisation. La gomme de remplissage peut comporter également tout ou partie des additifs usuels destinés aux matrices de caoutchouc pour pneumatiques, tels que par exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou la silice, des antioxydants, des huiles, des plastifiants, des agents antiréversion, des résines, des promoteurs d'adhésion tels que sels de cobalt.

[0038] Le taux de charge renforçante, par exemple du noir de carbone ou une charge inorganique renforçante telle que silice, est de préférence supérieur à 50 pce, par exemple compris entre 50 et 120 pce. Comme noirs de carbone, par exemple, conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF conventionnellement utilisés dans les pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique). Parmi ces derniers, on citera plus particulièrement les noirs de carbone de grade (ASTM) 300, 600 ou 700 (par exemple N326, N330, N347, N375, N683, N772). Comme charges inorganiques renforçantes conviennent notamment des charges minérales du type silice (SiO_2), notamment les silice précipitées ou pyrogénées présentant une surface BET inférieure à 450 m^2/g , de préférence de 30 à 400 m^2/g .

[0039] En sortie de l'étape de gainage qui précède, au cours d'une troisième étape, on procède à l'assemblage final, toujours par retordage (direction S ou Z), des P fils de la troisième couche ou couche externe (C3) autour du toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé. Au cours du retordage, les P fils viennent s'appuyer sur la gomme de remplissage, s'incruster dans cette dernière. La gomme de remplissage, en se déplaçant sous la pression exercée par ces P fils externes, a alors naturellement tendance à remplir, au moins en partie, chacun des capillaires ou cavités laissés vides par les fils, entre le toron d'âme (C1+C2) et la couche externe (C3).

[0040] Préférentiellement, le diamètre d_3 des P fils est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_3 est supérieur ou égal à p_2 , en particulier compris dans un domaine de 5 à 30 mm.

[0041] Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, on a la relation suivante qui est vérifiée (d_1 , d_2 , d_3 , p_2 et p_3 étant exprimés en mm):

$$5 \pi (d_1 + d_2) < p_2 \leq p_3 < 10 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3) .$$

[0042] Plus particulièrement, on a la relation suivante qui est vérifiée :

$$5 \pi (d_1 + d_2) < p_2 \leq p_3 < 5 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3) .$$

[0043] Avantagusement, les pas p_2 et p_3 sont égaux, ce qui simplifie le procédé de fabrication.

[0044] L'homme de l'art saura, à la lumière de la présente description, ajuster la formulation de la gomme de remplissage afin d'atteindre les niveaux de propriétés (notamment module d'élasticité) souhaités, et adapter la formulation à l'application spécifique envisagée.

[0045] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la formulation de la gomme de remplissage peut être choisie identique à la formulation de la matrice de caoutchouc que le câble final est destiné à renforcer ; ainsi, il n'y a aucun problème de compatibilité entre les matériaux respectifs de la gomme de remplissage et de ladite matrice de caoutchouc.

[0046] Selon un second mode de réalisation de l'invention, la formulation de la gomme de remplissage peut être choisie différente de la formulation de la matrice de caoutchouc que le câble final est destiné à renforcer. On pourra notamment ajuster la formulation de la gomme de remplissage en utilisant une quantité relativement élevée de promoteur d'adhésion, typiquement par exemple de 5 à 15 pce d'un sel métallique tel qu'un sel de cobalt ou de nickel, et en réduisant avantageusement la quantité dudit promoteur (voire en le supprimant totalement) dans la matrice de caoutchouc environnante. Bien entendu, on pourra également ajuster la formulation de la gomme de remplissage en vue d'optimiser sa viscosité et ainsi sa pénétration à l'intérieur du câble lors de la fabrication de ce dernier.

[0047] De préférence, la gomme de remplissage présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension E10 (à 10% d'allongement) qui est compris entre 2 et 25 MPa, plus préférentiellement entre 3 et 20 MPa, en particulier compris dans un domaine de 3 à 15 MPa.

[0048] De préférence, la troisième couche (C3) a pour caractéristique préférentielle d'être une couche saturée, c'est-à-dire que, par définition, il n'existe pas suffisamment de place dans cette couche pour y ajouter au moins un ($P_{\max}+1$)ème fil de diamètre d_3 , $P_{\max}$ représentant le nombre maximal de fils enroulables en une troisième couche (C3) autour de la deuxième couche (C2). Cette construction a pour avantage de limiter le risque de débordement de gomme de remplissage à sa périphérie et d'offrir, pour un diamètre donné du câble, une résistance plus élevée.

[0049] Ainsi, le nombre P de fils de la troisième couche peut varier dans une très large mesure selon le mode de réalisation particulier de l'invention, étant entendu que le nombre maximal de fils P sera augmenté si leur diamètre d_3 est réduit comparativement au diamètre d_2 des fils de la deuxième couche, afin de conserver préférentiellement la couche externe dans un état saturé.

[0050] De préférence, la première couche (C1) est constituée d'un fil unitaire (i.e., $M = 1$) et le diamètre d_1 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,50 mm. Selon un autre mode de réalisation préférentiel, la deuxième couche (C2) comporte 5 à 7 fils (i.e., N varie de 5 à 7). Selon un autre mode particulièrement préférentiel, la couche C3 comporte de 10 à 14 fils ; sont particulièrement sélectionnés parmi les câbles ci-dessus ceux constitués de fils ayant sensiblement le même diamètre de la couche C2 à la couche C3 (soit $d_2 = d_3$).

[0051] Selon un autre mode de réalisation plus préférentiel, la première couche (C1) comporte un seul fil (M égal à 1), la deuxième couche (C2) comporte 6 fils (N égal à 6) et la troisième couche (C3) comporte 11 ou 12 fils (P égal à 11 ou 12). En d'autres termes, le câble de l'invention a pour constructions préférentielles 1+6+11 ou 1+6+12.

[0052] Le câble $M+N+P$, comme tout câble à couche, peut être de deux types, à savoir du type à couches compact ou du type à couches cylindriques.

[0053] Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, les fils de la troisième couche (C3) sont enroulés en hélice au même pas ($p_2 = p_3$) et dans le même sens de torsion (c'est-à-dire soit dans la direction S (disposition "S/S"), soit dans la direction Z (disposition "Z/Z")) que les fils de la deuxième couche intermédiaire (C2), pour l'obtention d'un câble à couches du type compact tel que schématisé par exemple à la figure 2.

[0054] Dans de tels câbles à couches compacts, la compacité est telle que pratiquement aucune couche distincte de fils n'est visible ; il en résulte que la section transversale de tels câbles a un contour qui est polygonal et non cylindrique, comme illustré par exemple sur les figure 2 (câble compact 1+6+12 gommé in situ) et figure 3 (câble compact 1+6+12 conventionnel, c'est-à-dire non gommé in situ).

[0055] A ce stade, le câble de l'invention n'est pas terminé : les capillaires présents à l'intérieur de l'âme, délimités par les M fils de la première couche (C1) et les N fils de la deuxième couche (C2), ne sont pas encore remplis de gomme de remplissage, en tout cas de manière insuffisante pour l'obtention d'un câble ayant une imperméabilité à l'air qui soit optimale.

[0056] L'étape essentielle qui suit consiste à faire passer le câble à travers des moyens d'équilibrage de torsion. Par "équilibrage de torsion", on entend ici de manière connue l'annulation des couples de torsion résiduels (ou du retour élastique de détorsion) s'exerçant sur chaque fil du câble à l'état retordu, dans sa couche respective.

[0057] Les outils d'équilibrage de la torsion sont connus de l'homme du métier du retordage ; ils peuvent consister par exemple en des dresseurs et/ou des "retordeurs" et/ou des "retordeurs-dresseurs" constitués soit de poulies pour les retordeurs, soit de galets de petit diamètre pour les dresseurs, poulies et/ou galets à travers lesquels circule le câble.

[0058] On suppose a posteriori que, lors du passage à travers ces outils d'équilibrage, la torsion s'exerçant sur les N fils de la deuxième couche (C2) est suffisante pour forcer, pour entraîner la gomme de remplissage encore chaude et relativement fluide de l'extérieur vers l'intérieur du câble, à l'intérieur même des capillaires formés par les M fils de la première couche (C1) et les N fils de la deuxième couche (C2), offrant finalement au câble de l'invention l'excellente

propriété d'imperméabilité à l'air qui le caractérise. La fonction de dressage, apportée par l'utilisation d'un outil dresseur, aurait en outre pour avantage que le contact des galets du dresseur avec les fils de la troisième couche (C3) va exercer une pression supplémentaire sur la gomme de remplissage favorisant encore sa pénétration dans les capillaires présents entre les deuxième couche (C2) et la troisième couche (C3) du câble de l'invention.

[0059] En d'autres termes, le procédé décrit ci-dessus exploite la torsion des fils au stade final de fabrication du câble, pour répartir naturellement, de manière homogène, la gomme de remplissage à l'intérieur du câble, tout en contrôlant parfaitement la quantité de gomme de remplissage fournie.

[0060] Ainsi, de manière inattendue, il s'est avéré possible de faire pénétrer la gomme de remplissage au coeur même du câble de l'invention, dans l'ensemble de ses capillaires, en déposant la gomme en aval du point d'assemblage des N fils autour de la première couche ou noyau (C1), tout en contrôlant et en optimisant la quantité de gomme de remplissage délivrée grâce à l'emploi d'une tête d'extrusion unique.

[0061] Après cette étape ultime d'équilibrage de la torsion, la fabrication du câble de l'invention est terminée. Préférentiellement, dans ce câble terminé, l'épaisseur de gomme de remplissage entre deux fils adjacents du câble, quels qu'ils soient, varie de 1 à 10 μm . Ce câble peut être enroulé sur une bobine de réception, pour stockage, avant d'être traité par exemple à travers une installation de calandrage, pour préparation d'un tissu composite métal-caoutchouc utilisable par exemple comme armature de carcas de pneumatique.

[0062] Ainsi préparé, le câble M+N+P peut être qualifié d'étanche à l'air : au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe II-1-B qui suit, il se caractérise par un débit d'air moyen inférieur à 2 cm^3/min , de préférence inférieur ou au plus égal à 0,2 cm^3/min .

[0063] Le procédé de l'invention présente l'avantage de rendre possible l'opération complète de retordage initial, gommage et retordage final en ligne et en une seule étape, quel que soit le type de câble produit (câble compact comme câble à couches cylindriques), tout ceci à haute vitesse. Le procédé ci-dessus peut être mis en oeuvre à une vitesse (vitesse de défilement du câble sur la ligne de retordage-gommage) supérieure à 50 m/min, préférentiellement supérieure à 70 m/min, notamment supérieure à 100 m/min.

[0064] Le procédé de l'invention rend possible la fabrication de câbles qui peuvent être dépourvus (ou quasiment dépourvus) de gomme de remplissage à leur périphérie. Par une telle expression, on entend qu'aucune particule de gomme de remplissage n'est visible, à l'oeil nu, à la périphérie du câble, c'est-à-dire que l'homme du métier ne fait pas de différence en sortie de fabrication, à l'oeil nu et à une distance de trois mètres ou plus, entre une bobine de câble conforme à l'invention et une bobine de câble conventionnel non gommé in situ.

[0065] Ce procédé s'applique bien entendu à la fabrication de câbles du type compacts (pour rappel et par définition, ceux dont les couches C2 et C3 sont enroulées au même pas et dans le même sens) comme à la fabrication de câbles du type à couches cylindriques (pour rappel et par définition, ceux dont les couches C2 et C3 sont enroulées soit à des pas différents (quels que soient leurs sens de torsion, identiques ou pas), soit dans des sens opposés (quels que soient leurs pas, identiques ou différents)).

[0066] Par câble métallique, on entend par définition dans la présente demande un câble formé de fils constitués majoritairement (c'est-à-dire pour plus de 50% en nombre de ces fils) ou intégralement (pour 100% des fils) d'un matériau métallique. Indépendamment les uns des autres et d'une couche à l'autre, le ou les fils du noyau (C1), les fils de la deuxième couche (C2) et les fils de la troisième couche (C3) sont de préférence en acier, plus préférentiellement en acier au carbone. Mais il est bien entendu possible d'utiliser d'autres aciers, par exemple un acier inoxydable, ou d'autres alliages. Lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est de préférence comprise entre 0,4% et 1,2%, notamment entre 0,5% et 1,1% ; ces teneurs représentent un bon compromis entre les propriétés mécaniques requises pour le pneumatique et la faisabilité des fils. Il est à noter qu'une teneur en carbone comprise entre 0,5% et 0,6% rend de tels aciers finalement moins coûteux car plus faciles à tréfiler. Un autre mode avantageux de réalisation de l'invention peut consister aussi, selon les applications visées, à utiliser des aciers à faible teneur en carbone, comprise par exemple entre 0,2% et 0,5%, en raison notamment d'un coût plus bas et d'une plus grande facilité de tréfilage.

[0067] Un dispositif d'assemblage et gommage utilisable préférentiellement pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention précédemment décrit, est un dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement d'un câble en cours de formation :

- des moyens d'alimentation d'une part des M fils de la première couche (C1), d'autre part des N fils de la deuxième couche (C2) ;
- des premiers moyens d'assemblage par retordage des N fils pour mise en place de la deuxième couche (C2) autour de la première couche (C1), en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
- en aval dudit point d'assemblage, des moyens de gainage du toron d'âme M+N ;
- en sortie des moyens de gainage, des seconds moyens d'assemblage par retordage des P fils autour du toron d'âme ainsi gainé, pour mise en place de la troisième couche (C3) ;

- en sortie des seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.

[0068] On voit sur la figure 1 annexée un exemple de dispositif (10) d'assemblage par retordage, du type à alimentation fixe et à réception tournante, utilisable pour la fabrication d'un câble du type compact ($p_2 = p_3$ et même sens de torsion des couches C2 et C3). Dans ce dispositif (10), des moyens d'alimentation (110) délivrent, autour d'un fil noyau unique (C1), N fils (11) à travers une grille (12) de répartition (répartiteur axisymétrique), couplée ou non à un grain d'assemblage (13), grille au-delà de laquelle convergent les N (par exemple six) fils de la deuxième couche en un point d'assemblage (14), pour formation du toron d'âme (C1+C2) de construction 1+N (par exemple 1+6).

[0069] Le toron d'âme (C1+C2), une fois formé, traverse ensuite une zone de gainage consistant par exemple en une tête d'extrusion unique (15). La distance entre le point de convergence (14) et le point de gainage (15) est par exemple comprise entre 50 cm et 1 m. Autour du toron d'âme ainsi gommé (16) et progressant dans le sens de la flèche, sont ensuite assemblés par retordage les P fils (17) de la couche externe (C3), par exemple au nombre de douze, délivrés par des moyens d'alimentation (170). Le câble final (C1+C2+C3) ainsi formé est finalement collecté sur la réception tournante (19), après traversée des moyens d'équilibrage de torsion (18) consistant par exemple en un dresseur ou un retordeur-dresseur.

[0070] On rappelle ici que, de manière bien connue de l'homme du métier, pour la fabrication d'un câble du type à couches cylindriques (pas p_2 et p_3 différents et/ou sens de torsion différents des couches C2 et C3), on utilise un dispositif comportant deux organes (alimentation ou réception) tournants, et non un seul comme décrit ci-dessus (Fig. 3) à titre d'exemple.

[0071] La figure 2 schématise, en coupe perpendiculaire à l'axe du câble (supposé rectiligne et au repos), un exemple d'un câble préférentiel 1+6+12 gommé in situ, susceptible d'être obtenu à l'aide du procédé conforme à l'invention précédemment décrit.

[0072] Ce câble (noté C-1) est du type compact, c'est-à-dire que ses deuxième et troisième couches (respectivement C2 et C3) sont enroulées dans le même sens (S/S ou Z/Z selon une nomenclature reconnue) et de plus au même pas ($p_2 = p_3$). Ce type de construction a pour conséquence que les fils (21, 22) de ces deuxième et troisième couches (C2, C3) forment autour du noyau (20) ou première couche (C1) deux couches sensiblement concentriques qui ont chacune un contour (E) (représenté en pointillés) qui est sensiblement polygonal (plus précisément hexagonal) et non cylindrique comme dans le cas de câbles à couches dits cylindriques.

[0073] Ce câble C-1 peut être qualifié de câble gommé in situ : chacun des capillaires ou interstices (espaces vides en l'absence de gomme de remplissage) formés par les fils adjacents, pris trois par trois, de ses trois couches C1, C2 et C3, est rempli, au moins en partie (de manière continue ou non selon l'axe du câble), par la gomme de remplissage de telle manière que pour toute longueur de câble de 2 cm, chaque capillaire comporte au moins un bouchon de gomme.

[0074] Plus précisément, la gomme de remplissage (23) remplit chaque capillaire (24) (symbolisé par un triangle) formé par les fils adjacents (pris trois à trois) des différentes couches (C1, C2, C3) du câble, en écartant ces derniers très légèrement. On voit que ces capillaires ou interstices sont naturellement formés soit par le fil noyau (20) et les fils (21) de la deuxième couche (C2) qui l'entourent, soit par deux fils (21) de la deuxième couche (C2) et un fil (23) de la troisième couche (C3) qui leur est immédiatement adjacent, soit encore par chaque fil (21) de la deuxième couche (C2) et les deux fils (22) de la troisième couche (C3) qui lui sont immédiatement adjacents ; au total, 24 capillaires ou interstices (24) sont ainsi présents dans ce câble 1+6+12.

[0075] Selon un mode de réalisation préférentiel, dans ce câble M+N+P, la gomme de remplissage s'étend d'une manière continue autour de la deuxième couche (C2) qu'elle recouvre.

[0076] Pour comparaison, la figure 3 rappelle la coupe d'un câble 1+6+12 (noté C-2) conventionnel (i.e., non gommé in situ), également du type compact. L'absence de gomme de remplissage fait que pratiquement tous les fils (30, 31, 32) sont au contact l'un de l'autre, ce qui conduit à une structure particulièrement compacte, par ailleurs très difficilement pénétrable (pour ne pas dire impénétrable) de l'extérieur par du caoutchouc. La caractéristique de ce type de câble est que les différents fils forment trois à trois des canaux ou capillaires (34) qui pour un nombre important d'entre eux restent fermés et vides et donc propices, par effet "de mèche", à la propagation de milieux corrosifs tels que l'eau.

[0077] A titre d'exemples préférentiels, le procédé de l'invention est utilisé pour la fabrication de câbles de constructions 1+6+11 et 1+6+12, notamment, parmi ces derniers, ceux constitués de fils ayant sensiblement le même diamètre de la deuxième couche (C2) à la troisième couche (C3) (soit, dans ce cas $d_2 = d_3$).

II. EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

[0078] Les essais qui suivent démontrent la capacité du procédé de l'invention à fournir des câbles à trois couches qui, comparés aux câbles à trois couches gommés in situ de l'art antérieur, ont l'avantage notable de comporter une quantité réduite de gomme de remplissage, ce qui leur garantit une meilleure compacité, cette gomme étant en outre répartie uniformément à l'intérieur du câble, à l'intérieur de chacun de ses capillaires, leur conférant ainsi une imperméabilité longitudinale optimale.

II-1. Mesures et tests utilisés

II-1-A. Mesures dynamométriques

[0079] Pour ce qui concerne les fils et câbles métalliques, les mesures de force à la rupture notée F_m (charge maximale en N), de résistance à la rupture notée R_m (en MPa) et d'allongement à la rupture noté A_t (allongement total en %) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

[0080] Concernant les compositions de caoutchouc, les mesures de module sont effectuées en traction, sauf indication différente selon la norme ASTM D 412 de 1998 (éprouvette "C") : on mesure en seconde élongation (c'est-à-dire après un cycle d'accommodation) le module sécant "vrai" (c'est-à-dire ramené à la section réelle de l'éprouvette) à 10% d'allongement, noté E10 et exprimé en MPa (conditions normales de température et d'hygrométrie selon la norme ASTM D 1349 de 1999).

II-1-B. Test de perméabilité à l'air

[0081] Ce test permet de déterminer la perméabilité longitudinale à l'air des câbles testés, par mesure du volume d'air traversant une éprouvette sous pression constante pendant un temps donné. Le principe d'un tel test, bien connu de l'homme du métier, est de démontrer l'efficacité du traitement d'un câble pour le rendre imperméable à l'air ; il a été décrit par exemple dans la norme ASTM D2692-98.

[0082] Le test est ici réalisé soit sur des câbles extraits des pneumatiques ou des nappes de caoutchouc qu'ils renforcent, donc déjà enrobés de l'extérieur par du caoutchouc à l'état cuit, soit sur des câbles bruts de fabrication.

[0083] Dans le second cas, les câbles bruts doivent être préalablement noyés, enrobés de l'extérieur par une gomme dite d'enrobage. Pour cela, une série de 10 câbles disposés parallèlement (distance inter-câble : 20 mm) est placée entre deux skims (deux rectangles de 80 x 200 mm) d'une composition de caoutchouc à l'état cru, chaque skim ayant une épaisseur de 3,5 mm ; le tout est alors bloqué dans un moule, chacun des câbles étant maintenu sous une tension suffisante (par exemple 2 daN) pour garantir sa rectitude lors de la mise en place dans le moule, à l'aide de modules de serrage ; puis on procède à la vulcanisation (cuisson) pendant 40 min à une température de 140°C et sous une pression de 15 bar (piston rectangulaire de 80 x 200 mm). Après quoi, on démoule l'ensemble et on découpe 10 éprouvettes de câbles ainsi enrobés, sous forme de parallélépipèdes de dimensions 7x7x20 mm, pour caractérisation.

[0084] On utilise comme gomme d'enrobage une composition de caoutchouc conventionnelle pour pneumatique, à base de caoutchouc naturel (peptisé) et de noir de carbone N330 (65 pce), comportant en outre les additifs usuels suivants: soufre (7 pce), accélérateur sulfénamide (1 pce), ZnO (8 pce), acide stéarique (0,7 pce), antioxydant (1,5 pce), naphthénate de cobalt (1,5 pce) ; le module E10 de la gomme d'enrobage est de 10 MPa environ.

[0085] Le test est réalisé sur 2 cm de longueur de câble, enrobé donc par sa composition de caoutchouc (ou gomme d'enrobage) environnante à l'état cuit, de la manière suivante : on envoie de l'air à l'entrée du câble, sous une pression de 1 bar, et on mesure le volume d'air à la sortie, à l'aide d'un débitmètre (calibré par exemple de 0 à 500 cm³/min). Pendant la mesure, l'échantillon de câble est bloqué dans un joint étanche comprimé (par exemple un joint en mousse dense ou en caoutchouc) de telle manière que seule la quantité d'air traversant le câble d'une extrémité à l'autre, selon son axe longitudinal, est prise en compte par la mesure ; un contrôle d'étanchéité préalable du joint étanche est fait à l'aide d'une éprouvette de caoutchouc pleine, i.e., sans câble.

[0086] Le débit mesuré est d'autant plus faible que l'imperméabilité longitudinale du câble est élevée. La mesure étant faite avec une précision de $\pm 0,2$ cm³/min, les valeurs mesurées égales ou inférieures à 0,2 cm³/min sont considérées comme nulles ; elles correspondent à un câble qui peut être qualifié d'étanche à l'air selon son axe (i.e., selon sa direction longitudinale).

II-1-C. Taux de gomme de remplissage

[0087] La quantité de gomme de remplissage est mesurée par différence entre le poids du câble initial (donc gommé in situ) et le poids du câble (donc celui de ses fils) dont la gomme de remplissage a été éliminée par un traitement électrolytique approprié.

[0088] Un échantillon de câble (longueur 1 m), bobiné sur lui-même pour réduire son encombrement, constitue la cathode d'un électrolyseur (reliée à la borne négative d'un générateur), tandis que l'anode (reliée à la borne positive) est constituée d'un fil de platine. L'électrolyte consiste en une solution aqueuse (eau déminéralisée) comportant 1 mole par litre de carbonate de sodium. L'échantillon, plongé complètement dans l'électrolyte, est mis sous tension pendant 15 min sous un courant de 300 mA. Le câble est ensuite retiré du bain, rincé abondamment avec de l'eau. Ce traitement permet à la gomme de se détacher facilement du câble (si tel n'est pas le cas, on continue l'électrolyse pendant quelques minutes). On élimine soigneusement la gomme, par exemple par simple essuyage à l'aide d'un tissu absorbant, tout en détordant un à un les fils du câble. Les fils sont de nouveau rincés à l'eau puis plongés dans un bûcher contenant un

mélange d'eau déminéralisée (50%) et d'éthanol (50%) ; le bûcher est plongé dans une cuve à ultrasons pendant 10 min. Les fils ainsi dépourvus de toute trace de gomme sont retirés du bûcher, séchés sous un courant d'azote ou d'air, et enfin pesés.

[0089] On en déduit par le calcul le taux de gomme de remplissage dans le câble, exprimé en mg de gomme de remplissage par gramme de câble initial, et moyenné sur 10 mesures (10 mètres de câble au total).

II-2. Fabrication des câbles et tests

[0090] On fabrique dans les essais qui suivent des câbles à couches de constructions 1+6+12 constitués de fils fins en acier au carbone revêtus de laiton.

[0091] Les fils en acier au carbone sont préparés de manière connue, en partant par exemple de fils machine (diamètre 5 à 6 mm) que l'on écrouit tout d'abord, par laminage et/ou tréfilage, jusqu'à un diamètre intermédiaire voisin de 1 mm. L'acier utilisé est un acier au carbone connu (norme USA AISI 1069) dont la teneur en carbone est de 0,70%. Les fils de diamètre intermédiaire subissent un traitement de dégraissage et/ou décapage, avant leur transformation ultérieure. Après dépôt d'un revêtement de laiton sur ces fils intermédiaires, on effectue sur chaque fil un écrouissage dit "final" (i.e., après le dernier traitement thermique de patentage), par tréfilage à froid en milieu humide avec un lubrifiant de tréfilage qui se présente par exemple sous forme d'une émulsion ou d'une dispersion aqueuse. Le revêtement de laiton qui entoure les fils a une épaisseur très faible, nettement inférieure au micromètre, par exemple de l'ordre de 0,15 à 0,30 μm , ce qui est négligeable par rapport au diamètre des fils en acier. Les fils en acier ainsi tréfilés ont le diamètre et les propriétés mécaniques indiquées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Acier	ϕ (mm)	Fm (N)	Rm (MPa)
NT	0,18	68	2820
NT	0,20	82	2620

[0092] Ces fils sont ensuite assemblés sous forme de câbles à couches 1+6+12 dont la construction est conforme à la représentation de la figure 1 et dont les propriétés mécaniques sont données dans le tableau 2.

Tableau 2

Câble	p_2 (mm)	p_3 (mm)	Fm (daN)	Rm (MPa)	At (%)
C-1	10	10	125	2650	2,4

[0093] L'exemple (C-1) de câble 1+6+12 préparé selon le procédé de l'invention, tel que schématisé à la Fig. 1, est donc formé de 19 fils au total, un fil noyau de diamètre 0,20 mm et 18 fils autour, tous de diamètre 0,18 mm, qui ont été enroulés en deux couches concentriques au même pas ($p_2 = p_3 = 10,0$ mm) et dans la même direction de torsion (S) pour l'obtention d'un câble du type compact. Le taux de gomme de remplissage, mesuré selon la méthode indiquée précédemment au paragraphe II-1-C, est égal à environ 17 mg par g de câble. Cette gomme de remplissage est présente dans chacun des 24 capillaires formés par les différents fils pris trois à trois, c'est-à-dire qu'elle remplit en totalité ou au moins en partie chacun de ces capillaires de telle manière qu'il existe au moins, sur toute longueur de câble de longueur égale à 2 cm, un bouchon de gomme dans chaque capillaire.

[0094] Pour la fabrication de ce câble, on a utilisé un dispositif tel que décrit précédemment et schématisé à la figure 1. La gomme de remplissage est une composition de caoutchouc conventionnelle pour armature carcasse de pneumatique pour véhicules industriels, ayant la même formulation que celle de la nappe de caoutchouc de carcasse que le câble C-1 est destiné à renforcer ; cette composition est à base de caoutchouc naturel (peptisé) et de noir de carbone N330 (55 pce) ; elle comporte en outre les additifs usuels suivants: soufre (6 pce), accélérateur sulfénamide (1 pce), ZnO (9 pce), acide stéarique (0,7 pce), antioxydant (1,5 pce), naphthénate de cobalt (1 pce) ; le module E10 de la composition est de 6 MPa environ. Cette composition a été extrudée à une température de 65°C environ à travers une filière de calibrage de 0,580 mm.

[0095] Les câbles C-1 ainsi préparés ont été soumis au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe II-1-B, en mesurant le volume d'air (en cm^3) traversant les câbles en 1 minute (moyenne de 10 mesures pour chaque câble testé).

[0096] Pour chaque câble C-1 testé et pour 100% des mesures (soit dix éprouvettes sur dix), on a mesuré un débit nul ou inférieur à 0,2 cm^3/min ; en d'autres termes, les câbles préparés selon le procédé de l'invention peuvent être qualifiés d'étanches à l'air selon leur axe longitudinal ; ils présentent donc un taux de pénétration optimal par le caout-

chouc.

[0097] D'autre part, des câbles gommés in situ témoins, de même construction que les câbles compacts C-1 ci-dessus, ont été préparés conformément au procédé décrit dans la demande WO 2005/071557 précitée, en plusieurs étapes discontinues, par gainage via une tête d'extrusion du toron d'âme intermédiaire 1+6, puis dans un deuxième temps par câblage des 12 fils restants autour de l'âme ainsi gainée, pour formation de la couche externe. Ces câbles témoins ont été ensuite soumis au test de perméabilité à l'air du paragraphe 1-2.

[0098] On a constaté tout d'abord qu'aucun de ces câbles témoins ne présentait 100% des mesures (soit dix éprouvettes sur dix) avec un débit nul ou inférieur à 0,2 cm³/min, en d'autres termes qu'aucun de ces câbles témoins ne pouvait être qualifié d'étanche (totalement étanche) à l'air selon son axe.

[0099] On a observé d'autre part que, parmi ces câbles témoins, ceux présentant les meilleurs résultats d'imperméabilité (soit un débit moyen d'environ 2 cm³/min), présentaient tous une quantité relativement importante de gomme de remplissage parasite débordant à leur périphérie, les rendant inaptes à une opération de calandrage satisfaisante en conditions industrielles.

[0100] En résumé, le procédé de l'invention permet la fabrication de câbles de construction M+N+P gommés in situ qui, grâce à un taux de pénétration optimal par du caoutchouc, d'une part présentent une haute endurance en armature de carcasse des pneumatiques, d'autre part peuvent être mis en oeuvre de manière efficace sous des conditions industrielles, notamment sans les difficultés liées à un débordement excessif de caoutchouc lors de leur fabrication.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), de construction M+N+P, comportant une première couche interne (C1) constituée de M fils de diamètre d_1 , M variant de 1 à 4, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes opérées en ligne :

- une étape d'assemblage par retordage des N fils autour de la première couche (C1), pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
- en aval du point d'assemblage, une étape de gainage du toron d'âme M+N par une composition de caoutchouc dite « gomme de remplissage », à l'état non réticulé ;
- une étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme ainsi gainé ;
- une étape d'équilibrage final des torsions.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le diamètre d_2 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_2 est compris dans un domaine de 5 à 30 mm.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la contrainte de tension exercée sur le toron d'âme, en aval du point d'assemblage, est comprise entre 10 et 25% de sa force à la rupture.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le caoutchouc de la gomme de remplissage est un élastomère diénique.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'élastomère diénique est choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes, le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel l'élastomère diénique est un élastomère isoprénique, de préférence du caoutchouc naturel.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la température d'extrusion de la gomme de remplissage est comprise entre 50°C et 120°C.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la quantité de gomme de remplissage délivrée lors du gainage est comprise entre 5 et 40 mg par gramme de câble final, de préférence entre 5 et 30 mg par g de câble final.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le toron d'âme, après gainage, est recouvert d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage supérieure à 5 μm .
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le diamètre d_3 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas p_3 est supérieur ou égal à p_2 .
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel les fils de la troisième couche (C3) sont enroulés en hélice au même pas et dans le même sens de torsion que les fils de la deuxième couche (C2).
12. Dispositif d'assemblage et gommage en ligne, utilisable pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, ledit dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement du câble en cours de formation :
- des moyens d'alimentation d'une part des M fils de la première couche (C1), d'autre part des N fils de la deuxième couche (C2) ;
 - des premiers moyens d'assemblage par retordage des N fils pour mise en place de la deuxième couche (C2) autour de la première couche (C1), en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » de construction M+N ;
 - en aval dudit point d'assemblage, des moyens de gainage du toron d'âme M+N ; en sortie des moyens de gainage, des seconds moyens d'assemblage par retordage des P fils autour du toron d'âme ainsi gainé, pour mise en place de la troisième couche (C3) ;
 - en sortie des seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.
13. Dispositif selon la revendication 12, comportant une alimentation fixe et une réception tournante.
14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, dans lequel les moyens de gainage sont constitués par une tête d'extrusion unique comportant au moins une filière de calibrage.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans lequel les moyens d'équilibrage de torsion comportent au moins un outil choisi parmi les outils dresseurs, retordeurs ou retordeur-dresseurs.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Drahtseils mit drei konzentrischen Lagen (C1, C2, C3) der Konstruktion M+N+P, aufweisend eine erste Innenschicht (C1), die aus M Drähten mit einem Durchmesser d_1 besteht, wobei M von 1 bis 4 variiert, um die herum N Drähte mit einem Durchmesser d_2 zusammen spiralförmig gemäß einer Steigung p_2 in einer zweiten Zwischenschicht (C2) angeordnet sind, wobei N von 3 bis 12 variiert, um die P Drähte mit einem Durchmesser d_3 in einer dritten Außenschicht (C3) zusammen spiralförmig gemäß einer Steigung p_3 angeordnet sind, wobei P von 8 bis 20 variiert, wobei das Verfahren die folgenden in Reihe durchgeführten Schritte aufweist:
- einen Montageschritt durch Verzwirnen der N Drähte um die erste Schicht (C1), zur Bildung eines «Seelenlitze» der Konstruktion M+N genannten Zwischenseils an einem «Montagepunkt» genannten Punkt;
 - hinter dem Montagepunkt, einen Schritt des Umhüllens der Seelenlitze M+N mit einer «Füllgummi» genannten Kautschukzusammensetzung im nicht vernetzten Zustand;
 - einen Montageschritt durch Verzwirnen der P Drähte der dritten Schicht (C3) um die so umhüllte Seelenlitze;
 - einen Schritt des Endausgleichs der Verwindungen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser d_2 in einem Bereich von 0,08 bis 0,45 mm liegt und die Verzwirnungssteigung p_2 im Bereich von 5 bis 30 mm liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die hinter dem Montagepunkt auf die Seelenlitze ausgeübte Spannbelastung zwischen 10 und 25% ihrer Bruchkraft liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei es sich bei dem Kautschuk des Füllgummis um ein Dienelastomer handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Dienelastomer aus der Gruppe bestehend aus Polybutadienen, Naturkau-

tschuk, synthetischen Polyisoprenen, Butadien-Copolymeren, Isopren-Copolymeren und Mischungen dieser Elastomere ausgewählt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem es sich bei dem Dienelastomer um ein Isoprenelastomer, vorzugsweise Naturkautschuk, handelt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Extrusionstemperatur des Füllgummis zwischen 50°C und 120°C liegt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Menge von Füllgummi, die bei der Umhüllung geliefert wird, zwischen 5 und 40 mg pro Gramm fertiges Seil, vorzugsweise zwischen 5 und 30 mg pro Gramm fertiges Seil, liegt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Seelenlitze nach der Umhüllung mit einer Mindestdicke von Füllgummi von mehr als 5 µm beschichtet ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Durchmesser d_3 in einem Bereich von 0,08 bis 0,45 mm ist und die Steigung p_3 größer oder gleich p_2 ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Drähte der dritten Schicht (C3) mit der gleichen Steigung und in der gleichen Verwindungsrichtung wie die Drähte der zweiten Schicht (C2) spiralförmig gewickelt werden.
12. Montage- und Inline-Gummiervorrichtung, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 verwendbar ist, wobei die Vorrichtung von vorne nach hinten in der Vorschubrichtung des entstehenden Seils aufweist:
 - Zufuhreinrichtungen der M Drähte der ersten Schicht (C1) einerseits und der N Drähte der zweiten Schicht (C2) andererseits;
 - erste Montageeinrichtungen durch Verzwirnen der N Drähte zum Anbringen der zweiten Schicht (C2) um die erste Schicht (C1), an einem Montagepunkt genannten Punkt, zur Bildung eines «Seelenlitze» genannten Zwischenseils der Konstruktion M+N;
 - hinter dem Montagepunkt, Umhüllungseinrichtungen der Seelenlitze M+N;
 - am Ausgang der Umhüllungseinrichtungen, zweite Montageeinrichtungen durch Verzwirnen der P Drähte um die so umhüllten Seelenlitze, zum Einsetzen der dritten Schicht (C3);
 - am Ausgang der zweiten Montageeinrichtungen, Verwindungsausgleicheinrichtungen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, die eine ortsfeste Zufuhr und einen drehenden Empfang aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Umhüllungseinrichtungen aus einem einzigen Extrudierkopf bestehen, der mindestens eine Kalibrierdüse aufweist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Verwindungsausgleicheinrichtungen mindestens ein Werkzeug aufweisen, das unter den Richter-, Zwirner- oder Zwirner-Richter-Werkzeugen ausgewählt wird.

Claims

1. Method of manufacturing a metal cord with three concentric layers (C1, C2, C3) of M+N+P construction, comprising a first, internal, layer (C1) consisting of M wires of diameter d_1 , M varying from 1 to 4, around which there are wound together in a helix, at a pitch p_2 , in a second, intermediate, layer (C2), N wires of diameter d_2 , N varying from 3 to 12, around which there are wound together as a helix at a pitch p_3 , in a third, outer, layer (C3), P wires of diameter d_3 , P varying from 8 to 20, the said method comprising the following steps which are performed in line:
 - an assembling step by twisting the N wires around the first layer (C1) in order to form, at a point named the "assembling point", an intermediate cord named "core strand" of M+N construction;
 - downstream of the assembling point, a sheathing step in which the M+N core strand is sheathed with a rubber composition named "filling rubber", in the uncrosslinked state;
 - an assembling step in which the P wires of the first layer (C3) are twisted around the core strand thus sheathed;
 - a final twist-balancing step.

2. Method according to Claim 1, in which the diameter d_2 is comprised in a range from 0.08 to 0.45 mm and the twisting pitch p_2 is comprised in a range from 5 to 30 mm.
- 5 3. Method according to Claim 1 or 2, in which the tensile stress applied to the core strand, downstream of the assembling point, is comprised between 10 and 25% of its breaking strength.
4. Method according to any one of Claims 1 to 3, in which the rubber of the filling rubber is a diene elastomer.
- 10 5. Method according to Claim 4, in which the diene elastomer is chosen from the group consisting of polybutadienes, natural rubber, synthetic polyisoprenes, butadiene copolymers, isoprene copolymers and blends of these elastomers.
6. Method according to Claim 5, in which the diene elastomer is an isoprene elastomer, preferably natural rubber.
- 15 7. Method according to any one of Claims 1 to 6, in which the extrusion temperature for the filling rubber is comprised between 50°C and 120°C.
8. Method according to any one of Claims 1 to 7, in which the quantity of filling rubber delivered during the sheathing step is comprised between 5 and 40 mg per gram of final cord, preferably between 5 and 30 mg per gram of final cord.
- 20 9. Method according to any one of Claims 1 to 8, in which the core strand, after sheathing, is covered with a minimum thickness of filling rubber that exceeds 5 μm .
10. Method according to any one of Claims 1 to 9, in which the diameter d_3 is comprised in a range from 0.08 to 0.45 mm and the pitch p_3 is greater than or equal to p_2 .
- 25 11. Method according to any one of Claims 1 to 10, in which the wires of the third layer (C3) are wound in a helix at the same pitch and in the same direction of twisting as the wires of the second layer (C2).
- 30 12. In-line rubberizing and assembling device that can be used for implementing a method according to any one of Claims 1 to 11, the said device comprising, from upstream to downstream in the direction of travel of the cord as it is being formed:
 - feed means, for, on the one hand, feeding the M wires of the first layer (C1) and on the other hand feeding the N wires of the second layer (C2);
 - 35 - first assembling means which by twisting assemble the N wires to apply the second layer (C2) around the first layer (C1) at a point named the assembling point, to form an intermediate cord named "core strand" of M+N construction;
 - downstream of the said assembling point, means of sheathing the M+N core strand;
 - at the exit from the sheathing means, second assembling means which by twisting assemble the P wires around the core strand thus sheathed, in order to apply the third layer (C3);
 - 40 - at the exit from the second assembling means, twist balancing means.
13. Device according to Claim 12, comprising a stationary feed and a rotating receiver.
- 45 14. Device according to Claim 12 or 13, in which the sheathing means consist of a single extrusion head comprising at least one sizing die.
15. Device according to any one of Claims 12 to 14, in which the twist balancing means comprise at least one tool chosen from straighteners, twisters or twister-straighteners.
- 50
- 55

Fig. 1

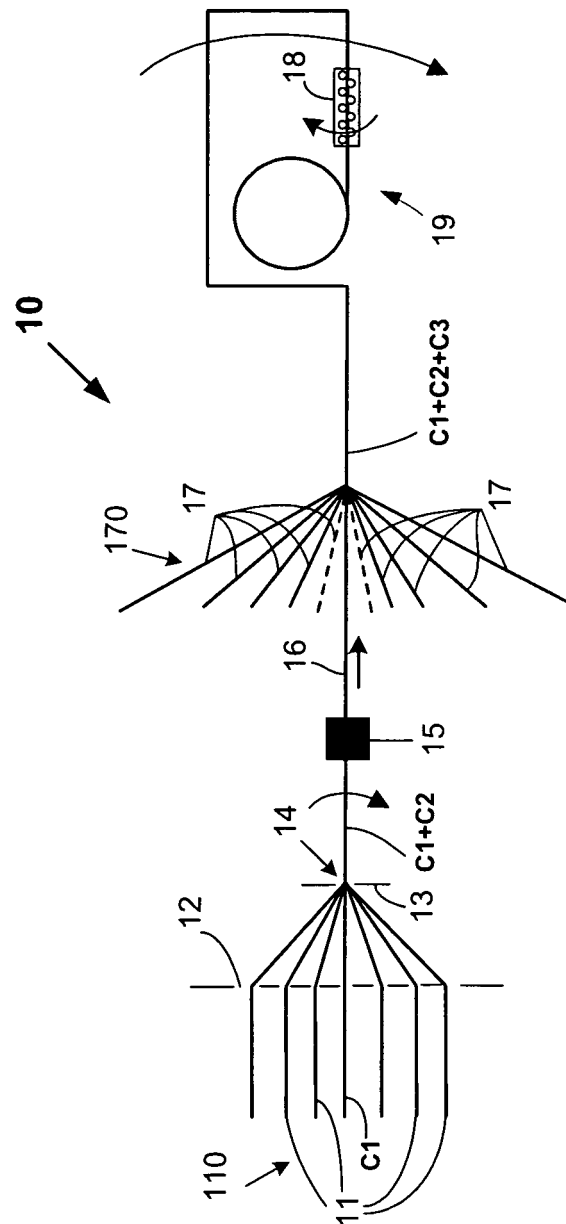


Fig. 2

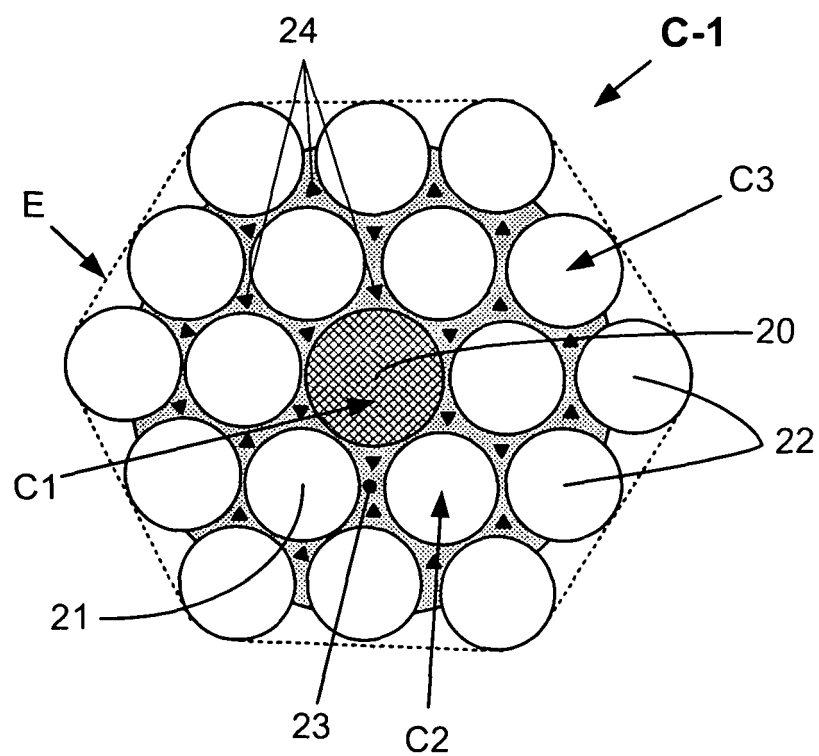
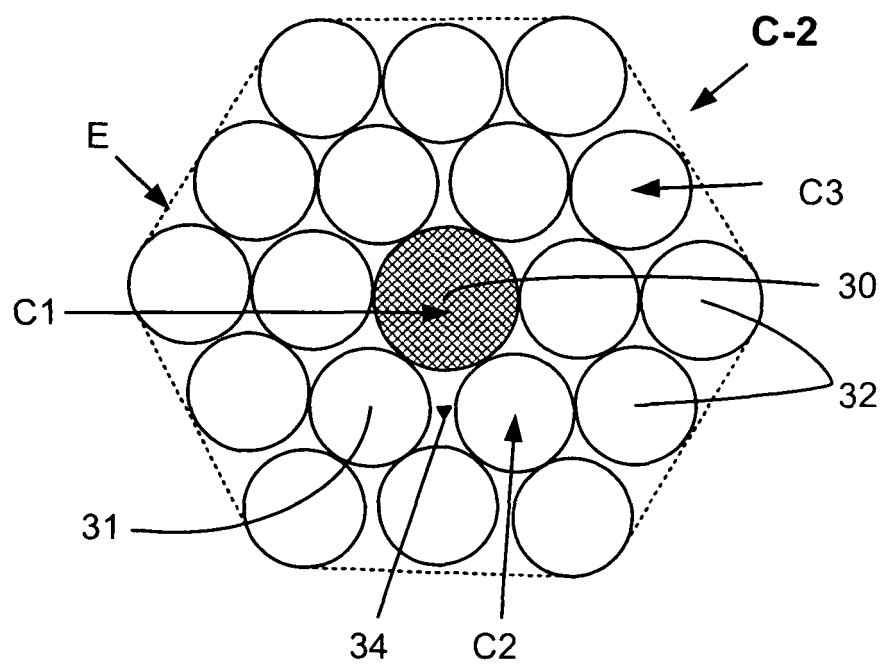


Fig. 3



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2005071157 A [0008]
- WO 2005071157 A [0097]