



(72) Catot, Bernard, FR

(72) Demilly, François, FR

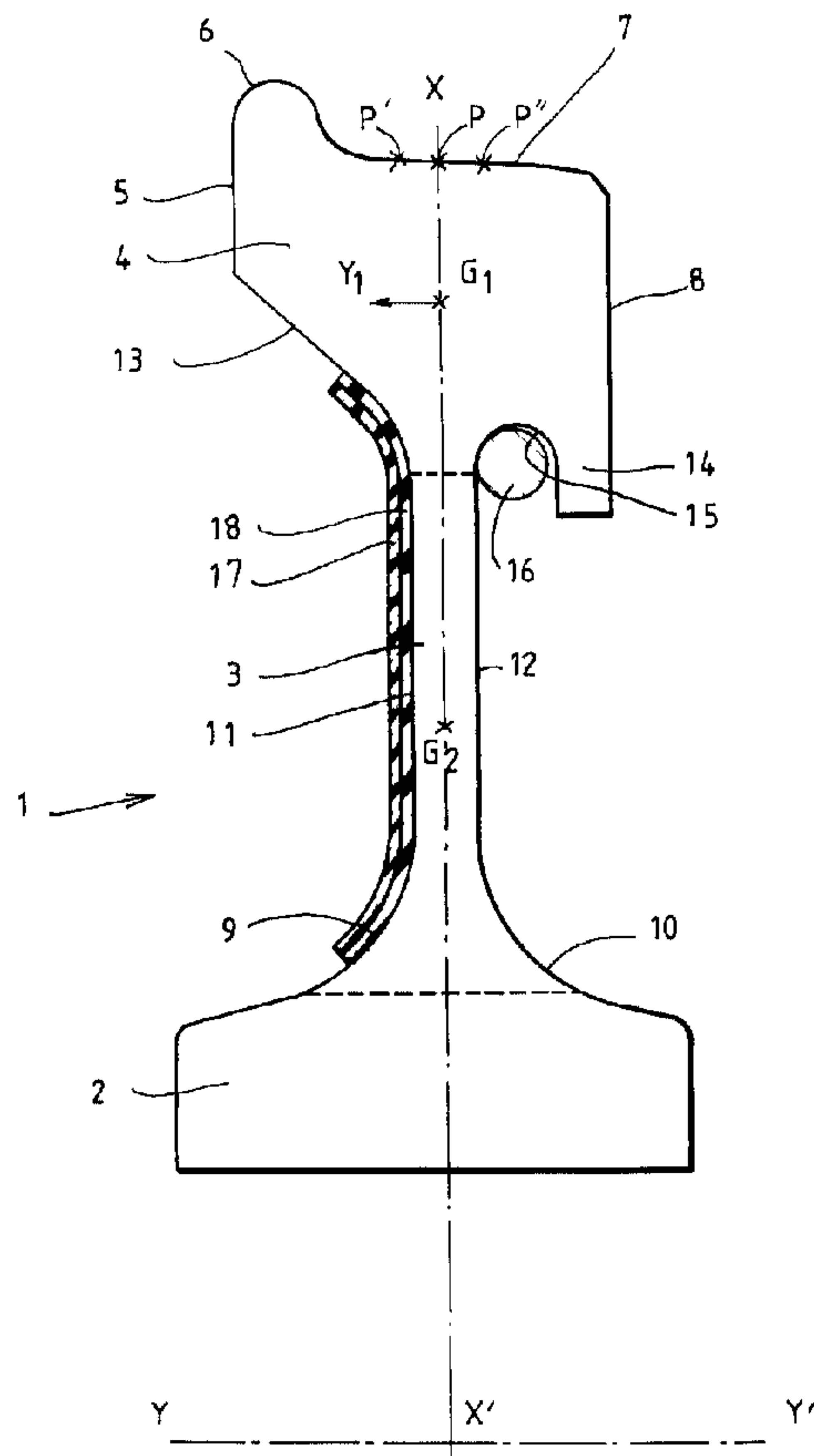
(73) Valdunes, FR

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> B60B 17/00, B60B 3/00

(30) 1993/07/09 (93 08 518) FR

(54) **PROCEDE DE DETERMINATION DU TRACE DE LA SECTION  
AXIALE D'UNE ROUE ET ROUE OBTENUE**

(54) **PROCESS FOR THE DETERMINATION OF THE AXIAL  
SECTION LAYOUT OF A WHEEL AND THE RESULTANT  
WHEEL**



(57) Pour obtenir en service une émission acoustique réduite, on détermine la position du point de contact réel P de la roue (1) avec le rail, on ajuste la répartition des masses de la section de la jante (4) et de la toile (3) de la roue (1) pour que le point de contact P, le centre d'inertie G1 de la section de la jante (4) et le centre d'inertie G2 de la section de la toile (3) se trouvent sur une même droite (XX') perpendiculaire à l'axe (YY') et on ajuste le tracé de la section de la roue (1) pour que le point P soit un noeud de vibrations pour les modes axiaux de vibrations de la jante (4). L'invention s'applique en particulier aux roues pour trains à grande vitesse.

2127572

Société dite : VALDUNES

Procédé de détermination du tracé de la section axiale  
d'une roue et roue obtenue

ABREGE DU CONTENU TECHNIQUE DE L'INVENTION

Pour obtenir en service une émission acoustique réduite, on détermine la position du point de contact réel P de la roue (1) avec le rail, on ajuste la répartition des masses de la section de la jante (4) et de la toile (3) de la roue (1) pour que le point de contact P, le centre d'inertie G1 de la section de la jante (4) et le centre d'inertie G2 de la section de la toile (3) se trouvent sur une même droite (XX') perpendiculaire à l'axe (YY') et on ajuste le tracé de la section de la roue (1) pour que le point P soit un noeud de vibrations pour les modes axiaux de vibrations de la jante (4). L'invention s'applique en particulier aux roues pour trains à grande vitesse.

Figure unique.

La présente invention concerne les roues de chemin de fer à faible émission acoustique.

Au contact du rail sur lequel elle roule, une roue de chemin de fer est excitée en vibration ce qui lui fait émettre un bruit de roulement dont la puissance et le spectre de fréquence dépendent du dessin de la roue, de l'état des surfaces en contact et de la vitesse du train; en particulier, pour les trains à grande vitesse la puissance du bruit émis est très élevée et peut atteindre 85 dB acoustiques pour des vitesses supérieures à 250 Km/h.

En fait, une roue de chemin de fer est une pièce destinée à une application particulière. Pour chaque application la roue fait l'objet d'un dessin spécifique qui prend en compte des contraintes géométriques, des contraintes de charge par essieu à supporter et des contraintes de comportement au freinage. Mais les contraintes d'émission acoustique ne sont pas prises en compte il en résulte que les roues sont en général très sonores.

Pour remédier à cet inconvénient diverses techniques ont été proposées qui consistent à disposer sur la roue des résonateurs ou des amortisseurs qui interfèrent avec la roue, modifient ses régimes vibratoires propres et diminuent l'émission acoustique.

Ces techniques présentent l'inconvénient de nécessiter des réglages fins des résonateurs ou des amortisseurs en fonction des fréquences propres de la roue et ces fréquences propres varient chaque fois qu'on rafraîchit la table de roulement par usinage. Il en résulte que chaque roue doit être réglée chaque fois qu'elle est réusinée.

En tout état de cause, ces techniques sont des pis aller.

Le but de la présente invention est de proposer une méthode de conception de roue qui prenne en compte ses

performances acoustiques et qui permette pour chaque application de dessiner la roue la moins bruyante possible.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de détermination du tracé de la section par un plan passant par son axe de rotation d'une roue de véhicule et notamment d'une roue de chemin de fer à faible émission acoustique du type comprenant un moyeu, une toile et une jante formant un boudin et une table de roulement dont la forme est imposée, destinée à être exploitée sur un réseau ferré constitué de rails ayant un profil déterminé et posés selon des règles propres au réseau ferré, dans lequel on détermine, à partir de la charge par essieu du véhicule, de la vitesse nominale et des conditions de freinage du véhicule, un tracé optimisé de la section de la roue par le plan axial, caractérisé en ce que, pour obtenir en service une émission acoustique de la roue la plus faible possible,

- on détermine la position, sur la table de roulement du point de contact réel P de la roue avec un rail sur lequel la roue repose en service, à partir de la forme imposée de la table de roulement, du profil du rail et des conditions de pose du rail,

- on ajuste la répartition des masses de la section de la jante et de la toile pour que le point de contact P, le centre d'inertie G1 de la section de la jante et le centre d'inertie G2 de la section de la toile se trouvent sur une même droite XX' perpendiculaire à l'axe YY' de la roue, et

- on ajuste de plus le tracé de la section de la roue pour que le point P soit un noeud de vibrations pour les modes de vibrations axiaux de la jante de la roue en service.

En particulier, le tracé de la section de la jante peut être ajusté de telle sorte que la matrice d'inertie de la section de la jante, calculée dans un

repère ( $G1X$ ,  $G1Y1$ ) dont l'origine est située au centre d'inertie  $G1$  de la section, dont l'axe  $G1X$  est porté par la droite  $XX'$  et l'axe  $G1Y1$  parallèle à l'axe  $YY'$  de la roue, comporte des termes croisés  $Ixy$  et  $Iyx$  inférieurs à 10 % de chacun des termes diagonaux  $Ixx$  et  $Iyy$ . Les résultats sont meilleurs si les termes croisés  $Ixy$  et  $Iyx$  sont inférieurs à 3 % des termes diagonaux  $Ixx$  et  $Iyy$ .

De préférence, on choisit un tracé de la section de la toile symétrique par rapport à la droite  $xx'$ .

On peut également ajuster le tracé de la section de la toile de façon à ce que la matrice d'inertie de l'ensemble formé par la section de la jante et la section de la toile comporte des termes croisés  $Ixy$  et  $Iyx$  inférieurs à 10 % et de préférence à 3 % des termes diagonaux  $Ixx$  et  $Iyy$ .

L'invention a également pour objet une roue de chemin de fer à faible émission acoustique du type comprenant un moyeu, une toile et une jante munie d'un boudin et d'une table de roulement dans laquelle, pour toute section par un plan passant par l'axe de la roue, le point de contact réel de la table de roulement avec un rail, le centre d'inertie de la section de la jante et le centre d'inertie de la section de la toile sont alignés sur une droite  $xx'$  perpendiculaire à l'axe de la roue.

De préférence, la section de la toile est symétrique par rapport à la droite  $xx'$  et mieux encore la section de la toile est droite, c'est-à-dire qu'elle est délimitée par deux droites sensiblement parallèles à la droite  $xx'$ .

Notamment, la section de la jante de la roue de chemin de fer peut comporter une dépouille du côté de la face intérieure de la roue et une masselotte du côté de la face extérieure de la roue, la masselotte étant venue de matière avec la roue ou étant rapportée. La toile et la masselotte peuvent alors délimiter entre elles une gorge

dans laquelle on peut placer un jonc de préférence en acier inoxydable.

Pour améliorer les performances acoustiques de la roue, on peut coller un flanc sur la toile au moyen  
5 d'une résine ; on peut également galetter la table de roulement.

De préférence, la matrice d'inertie de la section de la jante comporte des termes croisés  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  inférieurs à 10% et de préférence à 3 % des termes diagonaux  $I_{xx}$  et  $I_{yy}$ .  
10

L'invention va maintenant être décrite en regard de l'unique figure annexée qui représente la demi-section d'une roue de chemin de fer par un plan passant par l'axe de la roue.

15 Une roue de chemin de fer est un corps de révolution engendré par la rotation autour d'un axe  $YY'$  d'une section 1 par un plan axial. La section 1 est divisée en trois parties : la section du moyeu 2, la section de la toile 3, la section de la jante 4. La section de la jante  
20 4 comporte des profils correspondant à la face interne 5, au boudin 6, à la bande de roulement 7 et à la face externe 8 de la roue.

Pour chaque application définie par un véhicule ferroviaire caractérisé par une charge par essieu donnée  
25 et devant rouler à une vitesse fixée sur un réseau ferré déterminé en utilisant une technique de freinage particulière, l'homme du métier détermine de façon connue la section de la roue de façon à assurer une résistance mécanique suffisante, un comportement au freinage satisfaisant et en général un poids minimal de la roue. Pour  
30 cela, il tient compte de contraintes propres au problème particulier, telles que la forme du boudin et de la table de roulement, le diamètre de la roue et utilise des modèles de calcul connus en eux-mêmes.

Mais cette méthode de conception ne prend pas en compte le comportement acoustique de la roue. Cependant elle laisse suffisamment de degrés de liberté pour optimiser le comportement acoustique de la roue.

5 Pour cela on détermine de façon connue en elle-même par l'homme du métier, le point P de contact réel, le plus probable, de la table de roulement avec le rail en tenant compte du profil de la table de roulement, du profil du rail et des règles de pose des rails propres au  
10 réseau ferré sur lequel la roue est destinée à être exploitée. Puis, au cours de la conception de la roue, on impose que le point P, le centre d'inertie G1 de la section de la jante et le centre d'inertie G2 de la section de la toile soient alignés sur une droite XX' perpendiculaire à l'axe YY' de la roue. Cela revient à  
15 répartir les masses des sections de la jante et de la toile de telle façon que la condition précédente soit respectée.

Enfin on ajuste le tracé du profil de la section  
20 4 de la jante de façon à ce que le point P soit un noeud pour les modes de vibration axiaux (c'est-à-dire parallèles à l'axe YY') de la jante. Pour cela on procède par tâtonnement soit en utilisant des modèles de calcul du comportement vibratoire d'une roue de chemin de fer, connus en eux-mêmes, soit en faisant des expérimentations.  
25

De plus, il est préférable d'imposer comme condition que la matrice d'inertie de la section 4 de la jante, calculée dans le repère (G1X, G1Y1) dont l'origine est le centre d'inertie G1 de la section 4 de la jante  
30 dont les axes sont parallèles aux axes X'X et Y'Y soit quasiment diagonale, ce qui veut dire que les termes croisés  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  soient petits devant les termes diagonaux  $I_{xx}$  et  $I_{yy}$ . En pratique, on impose que  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  soient inférieurs à 10 % de  $I_{xx}$  et de  $I_{yy}$ .

Le résultat est d'autant meilleur que  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  sont plus petits ; aussi, il est préférable d'imposer que  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  soient inférieurs à 3 % de  $I_{xx}$  et de  $I_{yy}$  ; l'idéal étant que  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  soient nuls.

5            Ces contraintes laissent peu de liberté pour le choix de la forme de la section 3 de la toile et en particulier de sa fibre neutre. Cependant, il est préférable de choisir une fibre neutre droite portée par la droite  $XX'$  et une forme pour la section 3 de la toile,  
10            symétrique par rapport à la droite  $XX'$ .

            Pour optimiser la forme de la section 3 de la toile on peut imposer en outre que la matrice d'inertie de l'ensemble formé par la section 3 de la toile et la section 4 de la jante soit quasiment diagonale, c'est-à-dire que les termes croisés  $I_{xy}$  et  $I_{yx}$  soient inférieurs  
15            à 10 % et de préférence à 3 % des termes diagonaux  $I_{xx}$  et  $I_{yy}$ .

            En procédant ainsi on obtient une roue dont l'émission acoustique est faible. En effet, le bruit de  
20            roulement est provoqué par les vibrations axiales de la toile. Or ces vibrations sont excitées par les efforts radiaux exercés sur le point P par le contact rail/roue et les règles de conception décrites sont telles que le couplage entre une excitation radiale et les vibrations  
25            axiales est très faible.

            Cependant, dans les parties courbes des voies ferrées, les véhicules sont soumis à des efforts latéraux qui déplacent en  $P'$  ou  $P''$  (selon que la roue est intérieure ou extérieure au virage) le point P de contact de  
30            la roue avec le rail. Pour que la roue ait un comportement acoustique satisfaisant non seulement en ligne droite mais aussi en courbe, il faut vérifier que pour des excitations en  $P'$  et en  $P''$ , la roue a un comportement vibratoire acceptable et si nécessaire, ajuster par tâtonnement la

forme de la section de la jante et éventuellement de la section 3 de la toile.

Ce procédé a permis de concevoir une roue pour train à grande vitesse à faible émission acoustique dont le point P de contact réel, le plus probable, le centre d'inertie G1 de la section 4 de la jante et le centre d'inertie G2 de la section 3 de la toile sont alignés sur une droite XX' perpendiculaire à l'axe YY' de la roue. La section 3 de la toile est symétrique par rapport à XX' et droite, c'est-à-dire que, mis à part les rayons de raccordement 9 et 10 avec la section 2 du moyeu, les bords 11 et 12 de la section 3 sont des segments de droites parallèles à XX'.

Outre le profil du boudin 6, la table de roulement 7, la face interne 5 et la face externe 8, la section 4 de la jante comporte, du côté de la face interne 5, une dépouille 13 inclinée par rapport à la droite XX' et qui relie la face interne 5 à la toile, et du côté de la face externe 8, une masselotte 14 qui délimite avec la toile 3, une gorge 15. La masselotte 14 qui, sur la roue, constitue une couronne, est venue de matière avec la roue, mais elle pourrait être remplacée par une masselotte rapportée fixée par exemple par des vis.

Pour améliorer le comportement acoustique de cette roue, on peut notamment, placer dans la gorge 15 un jonc 16 en acier inoxydable, ce qui réduit les bruits de crissement.

On peut enfin disposer sur la toile de la roue un flanc 17 collé par une couche 18 de résine par exemple de népurane.

La présente invention s'applique à toute sorte de roue de chemin de fer et plus généralement peut être adaptée à la conception de toute roue de véhicule terrestre.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de détermination du tracé de la section par un plan passant par son axe de rotation (YY') d'une roue de véhicule (1) et notamment d'une roue de chemin de fer à faible émission acoustique du type comprenant un moyeu (2), une toile (3) et une jante (4) formant un boudin (6) et une table de roulement (7) dont la forme est imposée, destinée à être exploitée sur un réseau ferré constitué de rails ayant un profil déterminé et posés selon des règles propres au réseau ferré, dans lequel on détermine, à partir de la charge par essieu du véhicule, de la vitesse nominale et des conditions de freinage du véhicule, un tracé optimisé de la section de la roue (1) par le plan axial, caractérisé en ce que, pour obtenir en service une émission acoustique de la roue (1) la plus faible possible,

- on détermine la position sur la table de roulement (7) du point de contact réel (P) de la roue (1) avec un rail sur lequel la roue (1) repose en service, à partir de la forme imposée de la table de roulement (7), du profil du rail et des conditions de pose du rail,

- on ajuste la répartition des masses de la section de la jante (4) et de la toile (3) pour que le point de contact (P), le centre d'inertie (G1) de la section de la jante (4) et le centre d'inertie (G2) de la section de la toile (3) se trouvent tous deux sur une droite (XX') perpendiculaire à l'axe de rotation (YY') de la roue (1), et

- on ajuste de plus le tracé de la section de la roue pour que le point (P) soit un nœud de vibrations pour les modes de vibrations axiaux de la jante (4) de la roue (1) en service.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on ajuste le tracé de la section de la jante (4) de telle sorte qu'une première matrice d'inertie de la section de la jante (4) calculée dans un repère (G1X, G1Y1) ayant pour origine le centre d'inertie (G1) de la section de la jante dont un premier axe (G1X) est porté par la droite (XX') perpendiculaire à l'axe de rotation (YY') de la roue et un second axe (G1Y1) parallèle à l'axe de rotation de la roue (YY'), comportant un premier ensemble de termes croisés (lxy) et (lyx) et un second ensemble de termes diagonaux (lxx) et (lyy), est

telle que chacun des termes croisés ( $I_{xy}$ ) et ( $I_{yx}$ ) est inférieur à 10 % de chacun des termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ).

3.- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on ajuste le tracé de la section de la jante (4) de façon que les termes croisés ( $I_{xy}$ ) et ( $I_{yx}$ ) de la matrice d'inertie soient inférieurs à 3 % des termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ).

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on définit un tracé de la section de la toile symétrique par rapport à la droite ( $XX'$ ) perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue ( $YY'$ ) passant par le centre d'inertie ( $G1$ ) de la section de la jante et par le centre d'inertie ( $G2$ ) de la section de la toile.

5.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on ajuste le tracé de la section de la toile de façon qu'une seconde matrice d'inertie de la section totale formée par la section de la jante (4) et la section de la toile (3) calculée dans le repère ( $G1X$ ) ( $G1Y1$ ) ayant pour origine le centre d'inertie ( $G1$ ) de la section de la jante dont un premier axe ( $G1X$ ) est porté par la droite ( $XX'$ ) perpendiculaire à l'axe de rotation ( $YY'$ ) de la roue et un second axe ( $G1Y1$ ) parallèle à l'axe de rotation de la roue ( $YY'$ ) comportant un troisième ensemble de termes croisés ( $I_{xy}$ ) et ( $I_{yx}$ ) et un quatrième ensemble de termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ) est telle que chacun des termes croisés ( $I_{xy}$ ) et ( $I_{yx}$ ) est inférieur à 10 % et de préférence à 3 % de chacun des termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ).

6.- Roue de chemin de fer à faible émission acoustique du type comprenant un moyeu (2), une toile (3) et une jante (4) munie d'un boudin (6) et d'une table de roulement (7) caractérisée en ce que pour toute section de la roue (1) par un plan passant par l'axe de rotation ( $YY'$ ) de la roue, le point de contact réel ( $P$ ) de la table de roulement (7) avec un rail sur lequel la roue (1) repose en service, le centre d'inertie ( $G1$ ) de la section de la jante (4) et le centre d'inertie ( $G2$ ) de la section de la toile (3) sont alignés sur une droite ( $XX'$ ) perpendiculaire à l'axe de rotation ( $YY'$ ) de la roue (1).

7.- Roue de chemin de fer selon la revendication 6, caractérisée en ce que la section de la toile (3) est symétrique par rapport à la droite ( $XX'$ ) perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue (1) passant par le centre d'inertie

tie (G1) de la section de la jante et par le centre d'inertie (G2) de la section de la toile.

5 8.- Roue de chemin de fer selon la revendication 7, caractérisée en ce que la section de la toile (3) est délimitée par deux droites sensiblement parallèles à la droite (XX') perpendiculaire à l'axe de rotation (YY') de la roue (1).

10 9.- Roue de chemin de fer selon la revendication 7 ou la revendication 9, caractérisée en ce que la section de la jante (4) comporte une dépouille (13) du côté de la face intérieure de la roue (1) et une masselotte (14) du côté de la face extérieure de la roue (1), la masselotte (14) étant venue de matière avec la roue (1) ou étant rapportée.

10.- Roue de chemin de fer selon la revendication 9, caractérisée en ce que la masselotte(14) et la toile (3) délimitent entre elles une gorge (15).

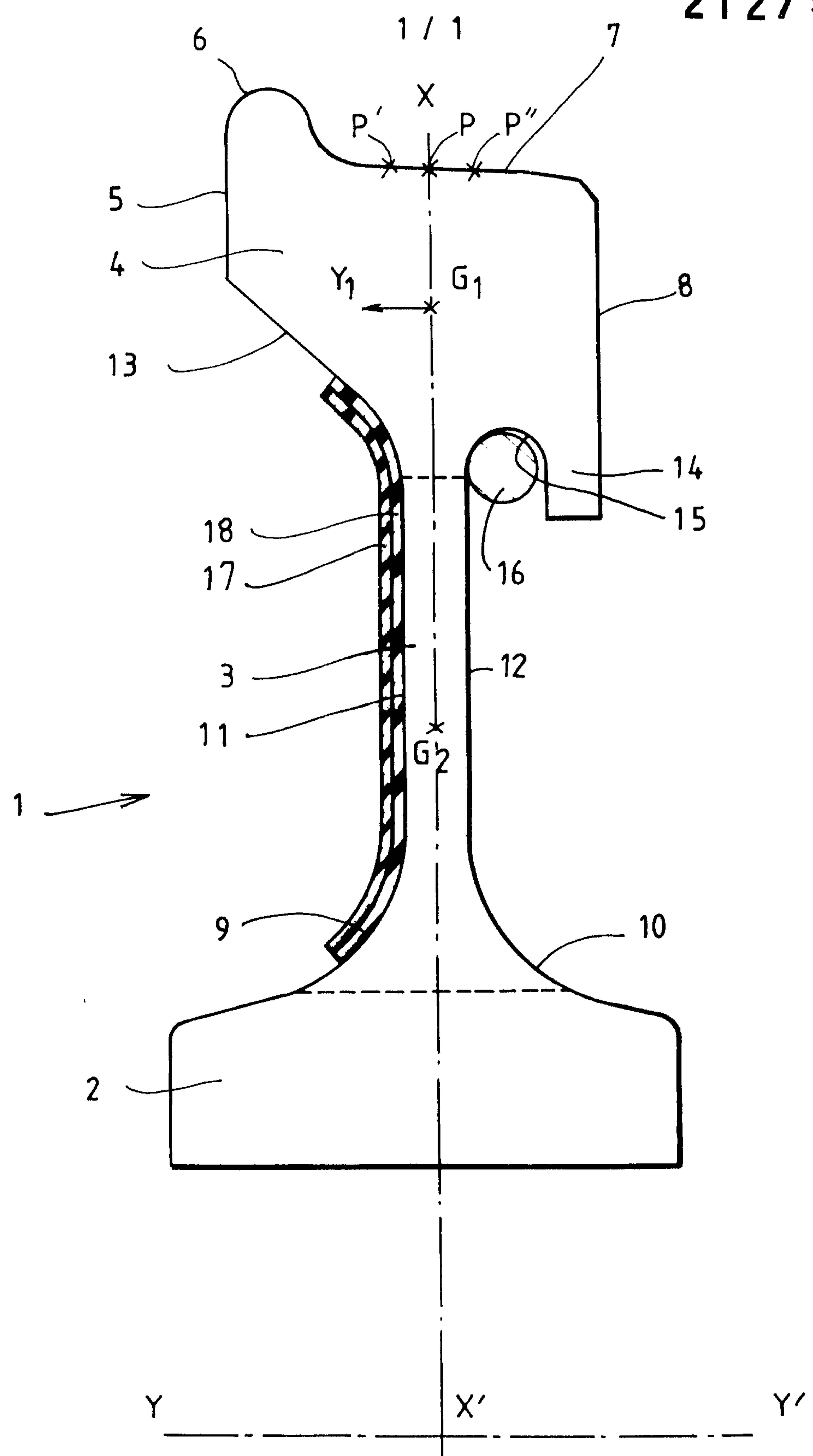
15 11.- Roue de chemin de fer selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comporte un jonc (16) de préférence en acier inoxydable placé dans la gorge (15) délimitée par la masselotte (14) et la toile (3).

12.- Roue de chemin de fer selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un flanc (17) collé sur la toile (3) par l'intermédiaire d'une résine (18).

20 13.- Roue de chemin de fer selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la table de roulement (7) est gâletée.

25 14.- Roue de chemin de fer selon l'une quelconque des revendications 6 à 13, caractérisée en ce qu'une première matrice d'inertie de la section de la jante calculée dans le repère (G1X, G1Y1) dont l'origine est située au centre d'inertie (G1) de la section de la jante dont un premier axe (G1X) est porté par la droite (XX') perpendiculaire à l'axe (YY') de rotation de la roue et un second axe (G1Y1) parallèle à l'axe de rotation (YY') de la roue comportant un premier ensemble de termes croisés ( $I_{xy}$ ) ( $I_{yx}$ ) et un second ensemble de termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ) est telle que chacun des termes croisés ( $I_{xy}$ ) et ( $I_{yx}$ ) est inférieur à 10 % et de préférence à 3 % de chacun des termes diagonaux ( $I_{xx}$ ) et ( $I_{yy}$ ).

30



PATENT AGENTS

*Swabe & Gilroy, Inc.*

