



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1991/05/24
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1991/12/01
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2003/05/13
(30) Priorité/Priority: 1990/05/31 (90 06 805) FR

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ B32B 15/01, B32B 31/26, B32B 31/12,
B32B 15/08
(72) Inventeurs/Inventors:
MANTEL, MARC, FR;
CUNAT, JEAN-PIERRE, FR
(73) Propriétaire/Owner:
UGINE S.A., FR
(74) Agent: OGILVY RENAULT

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION DE TOLE DE STRUCTURE MULTICOUCHE DITE TOLE SANDWICH ET
PRODUIT OBTENU PAR LE PROCEDE
(54) Title: MULTILAYERED STRUCTURAL PLATE MAKING PROCESS, AND PRODUCT MADE ACCORDING TO SAID
PROCESS

(57) **Abrégé/Abstract:**

Procédé de fabrication de tôle de structure multicouche dite tôle sandwich et tôle obtenue par le procédé, composée de feuilles métalliques laminées formant substrat, liées entre elles par une âme qui assure la cohésion de la structure, procédé dans lequel on enduit au moins une feuille métallique d'une suspension constituée de particules d'un polymère ayant des propriétés d'adhésivité dans un milieu de dispersion aqueux et/ou organique, on applique sur la feuille enduite avec la suspension une autre feuille pour former une structure multicouche, puis on presse la structure et on élève sa température pour provoquer l'évaporation partielle ou totale du milieu aqueux et/ou organique et l'agglomération des particules contenues dans la suspension.

Société dite : UGINE Aciers de Châtillon et Gueugnon

Procédé de réalisation de tôle de structure
multicouche dite tôle sandwich et produit
obtenu par le procédé

ABREGE TECHNIQUE DU CONTENU DE L'INVENTION

Procédé de fabrication de tôle de structure multicouche dite tôle sandwich et tôle obtenue par le procédé, composée de feuilles métalliques laminées formant substrat, liées entre elles par une âme qui assure la cohésion de la structure, procédé dans lequel on enduit au moins une feuille métallique d'une suspension constituée de particules d'un polymère ayant des propriétés d'adhésivité dans un milieu de dispersion aqueux et/ou organique, on applique sur la feuille enduite avec la suspension une autre feuille pour former une structure multicouche, puis on presse la structure et on élève sa température pour provoquer l'évaporation partielle ou totale du milieu aqueux et/ou organique et l'agglomération des particules contenues dans la suspension.

Fig. Néant.

La présente invention concerne un procédé de fabrication de tôle de structure multicouche dite tôle sandwich et la tôle obtenue par le procédé, tôle composée d'au moins deux feuilles métalliques laminées
5 formant substrat, assemblées par au moins une âme qui assure la cohésion de la structure.

Les tôles de structure multicouche sont développées pour répondre à trois objectifs principaux:

- 10 - atténuation de leur tendance à entrer en résonnance
- amortissement des bruits aériens (industrie automobile, électromécanique, électoménager...)
- besoins esthétiques et sensitifs d'aspect,
15 de toucher, de sonorité.

La prise en compte de ces considérations oriente vers l'élaboration de matériaux susceptibles d'absorber une partie de l'énergie vibratoire lorsque ledit matériau est soumis à vibration.

20 La dissipation de l'énergie vibratoire sous forme de chaleur se fait dans un matériau viscoélastique par exemple un polymère et le choix judicieux de ce polymère permet d'adapter les propriétés d'amortissement, en fonction des plages de température et des
25 fréquences d'utilisation.

Dans le but d'élaborer des tôles de structure multicouche présentant les trois caractéristiques citées ci-dessus, il a été réalisé des assemblages de feuilles métalliques associées à une âme par exemple
30 en résine époxy ou phénolique. Ces résines organiques sont, soit polymérisées entre les feuilles métalliques pressées et chauffées, soit insérées entre lesdites feuilles après polymérisation, sous la forme d'un film.

Afin de réduire la résistance électrique des résines insérées entre les feuilles, et cela pour permettre le soudage par point, il est connu de charger ces résines en microparticules conductrices de l'électricité comme par exemple des billes de nickel, 5 les résines placées entre les feuilles métalliques chargées ou non chargées de particules conductrices étant polymérisables.

L'utilisation de telles tôles de structure multicouche ne convient pas nécessairement dans des 10 domaines d'application où les feuilles métalliques dont elles sont constituées ont par exemple, l'inconvénient de se désolidariser de l'âme de résine par un manque d'adhérence, en particulier, lorsque lesdites structures multicouches sont soumises à des contraintes 15 mécaniques, soit lors de leur déformation permanente après emboutissage, soit sous l'effet d'une énergie vibratoire dans un domaine particulier de fréquences.

Le but de l'invention est donc l'obtention 20 de tôles de structure multicouche offrant des caractéristiques spécifiques phoniques et mécaniques associées à une fabrication simplifiée due à la nature des matériaux utilisés pour constituer l'âme.

L'invention a ainsi pour objet un procédé de 25 fabrication de tôles de structure multicouche caractérisé en ce que,

- on enduit au moins une feuille métallique d'une suspension constituée de particules d'un polymère ayant des propriétés d'adhésivité dans un milieu de 30 dispersion aqueux et/ou organique,

- on applique sur la feuille enduite avec la suspension une autre feuille pour former une structure multicouche,

- on presse la structure multicouche,
- on élève la température de la structure multicouche afin de provoquer l'évaporation partielle ou totale du milieu aqueux et/ou organique et l'agglomération des particules en suspension dans le milieu de dispersion.

Par "polymère ayant des propriétés d'adhésivité", on entend tout polymère utilisé de manière conventionnelle pour faire adhérer entre eux deux substrats.

Avantageusement, la température permettant de provoquer l'évaporation est comprise entre 100 et 250°C et maintenue pendant une durée variant de quelques secondes, de préférence 2 à 3 secondes à la température de 250°C, à quelques minutes, de préférence 2 à 3 minutes à la température de 100°C.

Dans une forme particulière de fabrication de l'invention on effectue un séchage partiel de ladite suspension préalablement à l'application d'une feuille sur la feuille enduite de la suspension.

Avantageusement, la suspension contient des particules d'un homopolymère choisi parmi le poly(acétate de vinyle), le poly(chlorure de vinyle), le polystyrène et le polybutadiène, ou des particules d'un copolymère choisi parmi les polymères styrène/-butadiène, acétate de vinyle/ester maléique, ester acrylique/styrène, ou encore un mélange pondéré de particules d'homopolymère et de copolymère.

De préférence, la suspension est réalisée dans un milieu de dispersion choisi parmi l'eau, les alcools, les cétones, les hydrocarbures aromatiques, l'essence de térébenthine et le butyl diglycol.

De manière avantageuse la suspension contient en outre un composé plastifiant.

De préférence, le composé plastifiant est choisi parmi le dibutylphtalate, le tributylphosphate, un ester et un polyester.

De manière avantageuse, la suspension
5 contient en outre un composé épaississant, choisi de préférence parmi un caséinate alcalin, un sel polyacrylique, la carboxyméthylcellulose, l'hydroxyéthylcellulose et la méthylcellulose.

L'invention a également pour objet une tôle
10 de structure multicouche dite tôle sandwich fabriquée par le procédé décrit ci-dessus.

Parmi les caractéristiques avantageuses de la tôle multicouche selon l'invention, l'âme est constituée essentiellement de particules agglomérées
15 formant un film d'extrait secs.

Les particules agglomérées consistent en un homopolymère choisi parmi le poly(acétate de vinyle), le poly(chlorure de vinyle), le polystyrène et le polybutadiène ou un copolymère choisi parmi les copolymères
20 styrène/butadiène, acétate de vinyle/ester maléique et ester acrylique/styrène ou un mélange pondéré de particules d'homopolymère et de copolymère.

Avantageusement, au moins une feuille est en acier, en aluminium ou encore en acier au carbone
25 inoxydable.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, pour la compréhension de laquelle on se réfèrera aux dessins sur lesquels,

30 - les figures 1 et 2 représentent les valeurs du coefficient d'amortissement b d'une tôle multicouche selon l'invention, dont l'âme est réalisée à partir d'une suspension de poly(acétate de vinyle), coefficient d'amortissement déterminé d'une part, en

fonction de la fréquence (fig. 1) et d'autre part en fonction de la température (fig. 2) pour deux fréquences données (3700 Hz et 4600 Hz).

5 - la figure 3 représente l'énergie de pelage obtenue lors d'une mesure de pelage en T en fonction de la vitesse de pelage pour une tôle élaborée suivant le procédé de l'invention et pour une même tôle soumise à un test d'humidité.

10 Le procédé selon l'invention, pour la réalisation de tôles de structure multicouche dites tôles sandwich, consiste à enduire au moins une feuille métallique, par exemple laminée à froid et dont l'épaisseur est comprise entre 0,1 et 0,3 mm, d'une suspension constituée de particules d'homopolymère
15 et/ou de copolymère dans un milieu de dispersion aqueux et/ou organique.

Lorsque l'enduction au moyen de la suspension est réalisée, on applique sur la feuille enduite de la suspension une seconde feuille. Puis on presse
20 la structure multicouche ainsi obtenue en élevant la température afin d'obtenir un extrait sec d'homopolymère et/ou copolymère, après évaporation d'une partie ou de la totalité des constituants du milieu aqueux et/ou organique. L'élévation de température de
25 la suspension peut avoir lieu, soit pendant l'application sous pression de la deuxième feuille métallique, soit après l'application de celle-ci.

Dans un mode particulier de réalisation on sèche préalablement et partiellement la suspension
30 avant l'application de la deuxième tôle.

Après séchage entre deux feuilles métalliques, la suspension forme une âme qui assure la cohésion de l'ensemble et confère à la tôle de structure multicouche des propriétés remarquables

d'amortissement et d'insonorisation.

L'âme a avantageusement une épaisseur variant de 10 à 200 micromètres. Les suspensions pour l'obtention de l'âme sont constituées de particules
5 d'homopolymère comme par exemple le poly(acétate de vinyle), le poly(chlorure de vinyle), le polystyrène, le polybutadiène ou de copolymères comme par exemple les polymères styrène/butadiène, acétate de vinyle-
/ester maléique, ester acrylique/styrène, ou encore
10 d'un mélange en proportion déterminée des particules ci-dessus énumérées.

Les suspensions selon l'invention forment après séchage des extraits secs compris entre 40 et 60% en volume, le diamètre des particules en suspen-
15 sion variant de 0,1 à 3 micromètres.

La viscosité des suspensions dépend de l'extrait sec, du milieu de dispersion utilisé comme par exemple l'eau, les alcools, les cétones, les hydrocarbures aromatiques, l'essence de térébentine et le
20 butyl diglycol.

La viscosité peut être ajustée en ajoutant une quantité déterminée d'un épaississant par exemple de type cellulosique ou acrylique, ou encore d'un plastifiant comme le dibutylphtalate, le tributyl-
25 phosphate ou un mélange pondéré des constituants épaississants et plastifiants.

La viscosité est aussi fonction de l'extrait sec utilisé dans la suspension. La viscosité et les caractéristiques rhéologiques de la suspension peuvent
30 être ainsi adaptées à la technique d'enduction de la suspension par exemple par rouleau applicateur, raclette, ou toutes autres techniques. Il est aussi possible d'ajuster la mouillabilité de la suspension pour différentes compositions de feuilles de métal

constituant la structure multicouche.

Ces opérations d'assemblage des tôles formant substrat peuvent se dérouler sous une presse à plateaux chauffants lors de l'élaboration de tôles de structure multicouche planes ou encore sur une ligne
5 de calendrage pour fabriquer des tôles de grande longueur conditionnées sous forme de bobines.

Les résultats des essais décrits ci-après permettront de mieux mettre en évidence les propriétés
10 des tôles de structure multicouche dite tôles sandwich, élaborées par le procédé de l'invention, les feuilles composant les tôles sandwich étant en acier inoxydable laminé.

Deux caractéristiques physiques ont été
15 mesurées : les caractéristiques d'amortissement et d'adhésion.

a) Caractéristiques d'amortissement :

Les caractéristiques d'amortissement sont déterminées par la mesure du coefficient d'amortissement, ou facteur de perte, noté b , en utilisant un
20 dispositif basé sur la mise en évidence des pics de résonance sous vibration continue.

A cet effet, des éprouvettes de dimensions normalisées sont disposées verticalement, l'une des
25 extrémités étant encastree, l'autre étant libre. Ces éprouvettes sont soumises à des vibrations forcées dans une gamme de fréquence de 10 Hz à 5000 Hz.

Un émetteur électromagnétique crée une vibration transversale à l'extrémité libre et un
30 récepteur identique mesure l'amplitude de la vibration près de l'extrémité encastree. Au cours d'un balayage en fréquence, la courbe du gain émetteur/récepteur (courbe de résonance) passe par plusieurs pics dont la largeur est directement liée au coefficient

d'amortissement. Si f_0 est la fréquence et $W F$, la largeur du pic à mi-hauteur, le facteur de perte est donné par

$$b = W F / f_0.$$

5 Par un balayage très fin en fréquence autour des fréquences de résonnance déterminées après un balayage plus large, il est possible de tracer une courbe représentant le coefficient d'amortissement b en fonction de la fréquence.

10 Les figures 1 et 2 présentent d'une part, les valeurs du coefficient d'amortissement b d'une tôle de structure multicouche en fonction de la fréquence et d'autre part, les valeurs du coefficient b en fonction de la température de la tôle à deux
15 fréquences données.

Dans l'exemple, la tôle selon l'invention est constituée d'une structure multicouche formée d'une âme de 70 μm pressées entre deux tôles laminées en acier inoxydable de 0,2 mm d'épaisseur. L'âme est
20 obtenue avec une suspension dont les particules de poly(acétate de vinyle) ont un diamètre de 1 à 2 μm . Le séchage de la suspension a été obtenu en soumettant l'ensemble à une pression de 10^5 Pa et à un chauffage à 200°C pendant 2 mn pour obtenir un extrait sec de
25 54%.

Le coefficient d'amortissement ou coefficient de perte b , est compris dans l'intervalle entre 0,01 et 0,1, dans un domaine de fréquence compris entre 2×10^3 et 10^4 Hertz (figure 1) et dans un
30 intervalle de température compris entre 20 et 120°C à la fréquence de 3700 Hz (figure 2).

b) Caractéristiques d'adhésion :

Les caractéristiques d'adhésion sont déterminées par la mesure de l'énergie de pelage en T.

Les pelages à 180° ou en T, par exemple dans une machine de traction, sont plus particulièrement utilisés pour les matériaux flexibles possédant les dimensions et des propriétés physiques leur permettant une flexion susceptible d'atteindre un angle de 180° ou 90° sans qu'aucune fissure n'apparaisse dans les feuilles extérieures.

Le résultat de la mesure est l'obtention d'une force de pelage brute ne distinguant pas la force d'adhésion ou de cohésion en pelage, de la force nécessaire pour plier les feuilles en forme de T.

A partir d'une loi de comportement élasto-plastique, un calcul de l'énergie de déformation des feuilles permet de déduire l'énergie de pelage dépensée pour rompre les liaisons d'adhésion métal-polymère.

La résistance au pelage exprimée en N/m ou en J/m^2 est le rapport d'une force à une dimension (largeur de la tôle).

La figure 3 présente une caractéristique de pelage en T en fonction de la vitesse de pelage.

En fonction de la vitesse de pelage, l'adhésion est sensiblement constante est égale à environ 2KJ/m^2 après élaboration de la tôle (courbe 1), et de 1KJ/m^2 , après que l'échantillon ait séjourné 10 jours dans de l'eau à 70°C (courbe 2).

Le tableau I ci-dessous regroupe les caractéristiques de l'exemple ci-dessus décrit ainsi que celles de différentes tôles de l'invention.

TABLEAU I

Caractéristiques de la tôle multicouche	Nature des particules de la suspension		
	poly(acétate de vinyle)	polymère acétate/maléate	polymère styrène/butadiène
Epaisseur de l'âme (μm)	70	100	80
ϕ des particules (μm)	0,1 - 0,2	0,5 - 2	0,15
Viscosité (mPa.s à 50 t/mn)	5 000 \pm 2 000	-	100 \pm 50
Extrait sec (%)	54	55	50
Epaisseur de la tôle (mm)	0,2	0,2	0,2
Référence du matériau de la tôle	AISI 304	AISI 304	AISI 304
Coefficient de perte β	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-2} - 10^{-1}	$2 \cdot 10^{-3}$ - $3 \cdot 10^{-2}$
Intervalle de fré- quences ($\times 10^3$ Hertz)	0,1-4	0,01-4	0,01-4
Intervalle de tem- pératures ($^{\circ}\text{C}$)	20 - 150	20 - 150	20 - 150
Energie de pelage en T (J/m^2)	2 200	1 000	800
Energie de pelage en T après vieil- lissement (J/m^2)	600	550	300

Les différentes suspensions peuvent être utilisées dans la fabrication de tôles de structure multicouche dont les tôles substrats sont en acier, aluminium ou en acier inoxydable.

5 Les caractéristiques de la structure multicouche selon l'invention peuvent être mises en évidence dans un exemple de réalisation tel qu'un lave-vaisselle.

10 Les moteurs, pompes de vidange, électrovannes, moyens de chauffage et de filtration des eaux usées génèrent essentiellement, dans ce type de réalisation un bruit aérien.

15 La cuve du lave-vaisselle est réalisée avec une tôle de structure multicouche selon l'invention composée d'éléments pliés ou emboutis, structure dont les feuilles ont une épaisseur sensiblement égale à 0,2 mm et une âme formée essentiellement de poly-(acétate de vinyle) d'épaisseur d'environ 0,1 mm.

20 L'atmosphère humide du lave-vaisselle, lors de son utilisation, nécessite qu'au moins la feuille de la structure constituant la surface interne de la cuve soit en acier inoxydable.

25 Les caractéristiques physiques de la structure multicouche de la tôle de la cuve sont déterminées en fonction des différents facteurs de bruits générés, lors du fonctionnement du lave-vaisselle par les éléments et moyens de fonctionnement tant internes qu'externes constituant le lave-vaisselle.

30 En testant le niveau de bruit de deux machines à laver la vaisselle de même type, l'une servant de référence munie d'une cuve dont les parois sont en tôle d'acier inoxydable partiellement revêtu de bitume, l'autre étant munie d'une cuve dont les parois sont en tôle de structure multicouche, selon

l'invention, il est constaté que les niveaux de bruit du lave-vaisselle à une cuve en tôle multicouche est réduit de plus de 15 décibels.

5 Outre une diminution du niveau sonore du lave-vaisselle en fonctionnement, le faible coefficient thermique en transmission des parois en structure multicouche améliore aussi son isolation thermique.

10 On décrira ci-après un exemple de réalisation de l'invention.

EXEMPLE

On fabrique une tôle sandwich à l'aide de deux tôles laminées en acier inoxydable type 304 (AISI) de 0,2 mm d'épaisseur.

15 On enduit l'une des tôles au moyen d'une suspension de polyacétate de vinyle dans l'eau, à l'aide d'une raclette sur une épaisseur d'environ 0,2 mm.

20 On applique la deuxième tôle et on presse la structure multicouche sous une presse à plateaux chauffants et on élève la température de cette structure à 200° C pendant 3 min. Les caractéristiques techniques de la tôle sandwich obtenue sont rapportées dans la colonne 1 du tableau I.

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit:

1. Procédé de fabrication d'une tôle de structure multicouche dite tôle sandwich, composée de feuilles métalliques laminées formant substrat, liées entre elles par une âme qui assure la cohésion de la structure, caractérisé en ce que,

- on enduit au moins une feuille métallique d'une suspension constituée de particules d'un polymère ayant des propriétés d'adhésivité dans un milieu de dispersion aqueux ou organique, lesdites particules étant des particules d'homopolymère choisi dans le groupe constitué par le poly(acétate de vinyle), le poly(chlorure de vinyle), le polystyrène et le polybutadiène, ou des particules de copolymère choisi dans le groupe constitué par les polymères styrène/butadiène, acétate de vinyle/ester maléique et ester acrylique/styrène, ou un mélange de particules d'homopolymère et de copolymère,

- on applique sur la feuille enduite avec la suspension une autre feuille pour former une structure multicouche,

- puis on presse la structure multicouche, et

- on élève la température de la structure multicouche afin de provoquer l'évaporation du milieu aqueux ou organique entre les deux feuilles métalliques et la formation, entre ces deux feuilles métalliques, d'une âme intermédiaire formée essentiellement de particules formant un film d'extraits secs représentant entre 40 et 60% en volume après séchage de la suspension.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on élève la température jusqu'à 100 à 250°C et qu'on la maintient pendant une durée variant de quelques secondes, pour une température de 250°C, à quelques minutes, pour une température de 100°C.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue un séchage partiel de ladite suspension préalablement à l'application d'une feuille sur la feuille enduite avec la suspension.

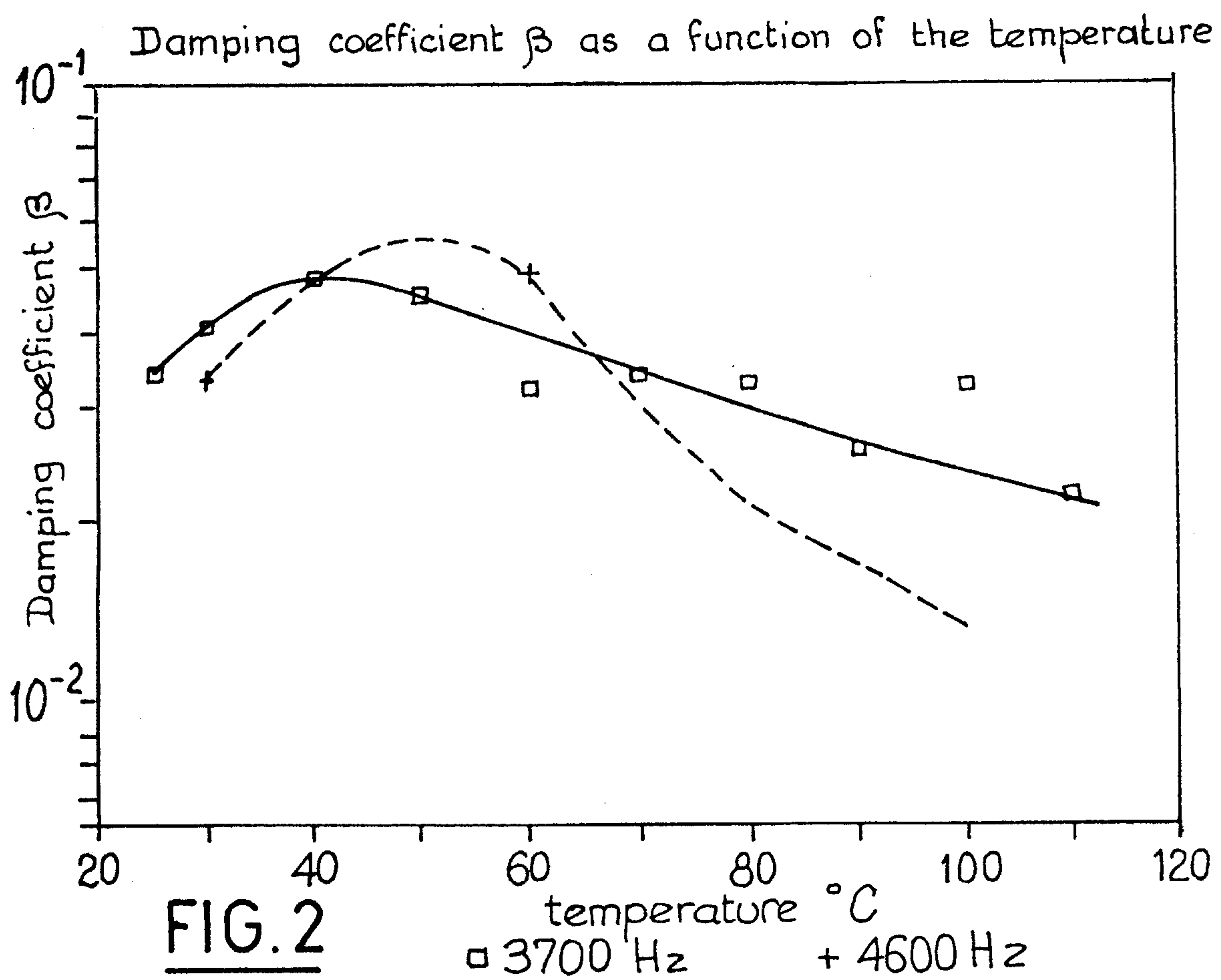
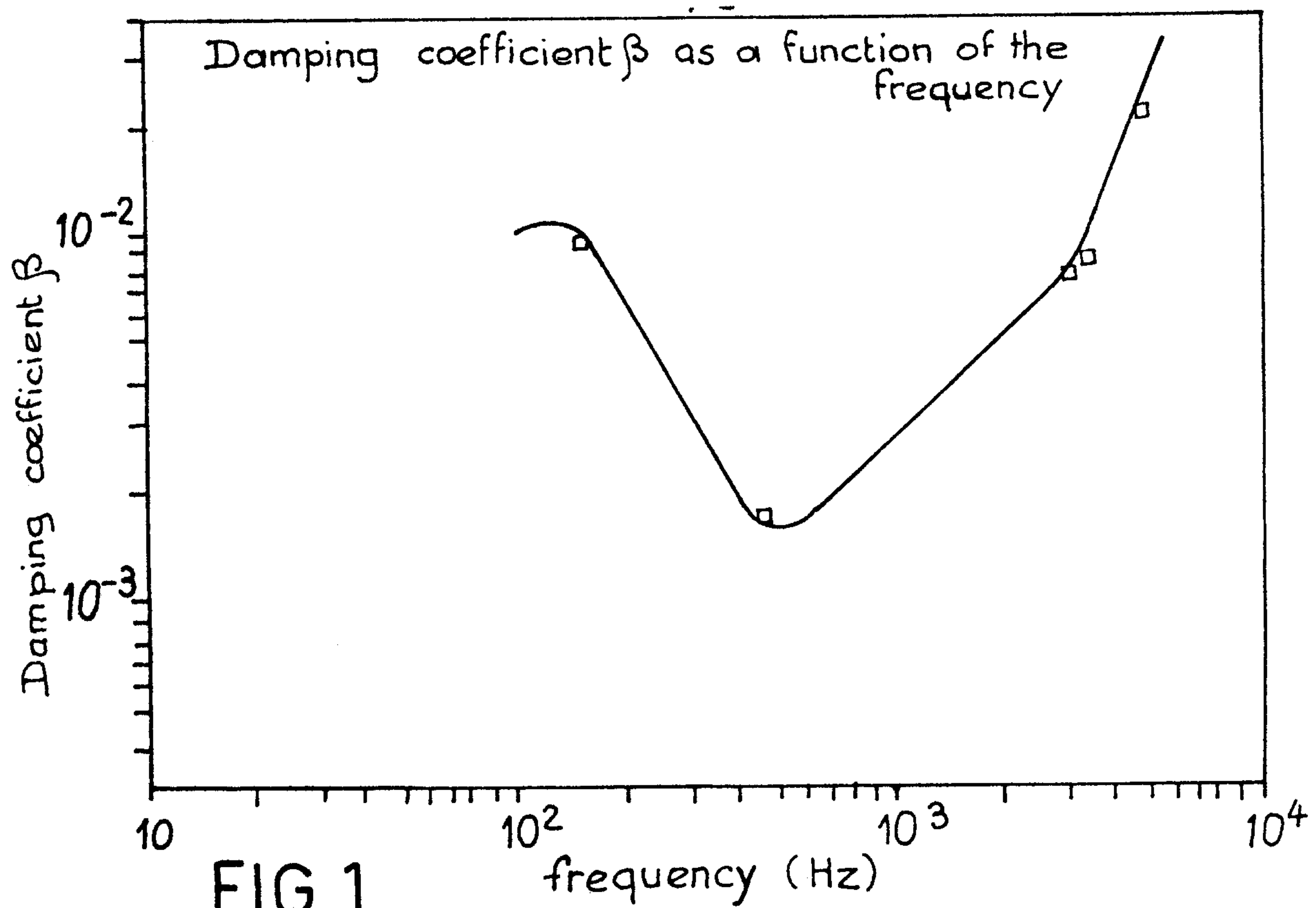
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la suspension est réalisée dans un milieu de dispersion choisi dans le groupe constitué par l'eau, les alcools, les cétones, les hydrocarbures aromatiques, l'essence de térébentine et le butyl diglycol.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la suspension contient en outre un composé plastifiant.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le composé plastifiant est choisi dans le groupe constitué par le dibutylphtalate, le tributylphosphate, un ester et un polyester.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la suspension contient en outre un composé épaississant.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le composé épaississant est choisi dans le groupe constitué par un caséinate alcalin, un sel polyacrylique, la carboxyméthylcellulose, l'hydroxyéthylcellulose et la méthylcellulose.



PATENT AGENTS

Dwakes Ogilvy Renault

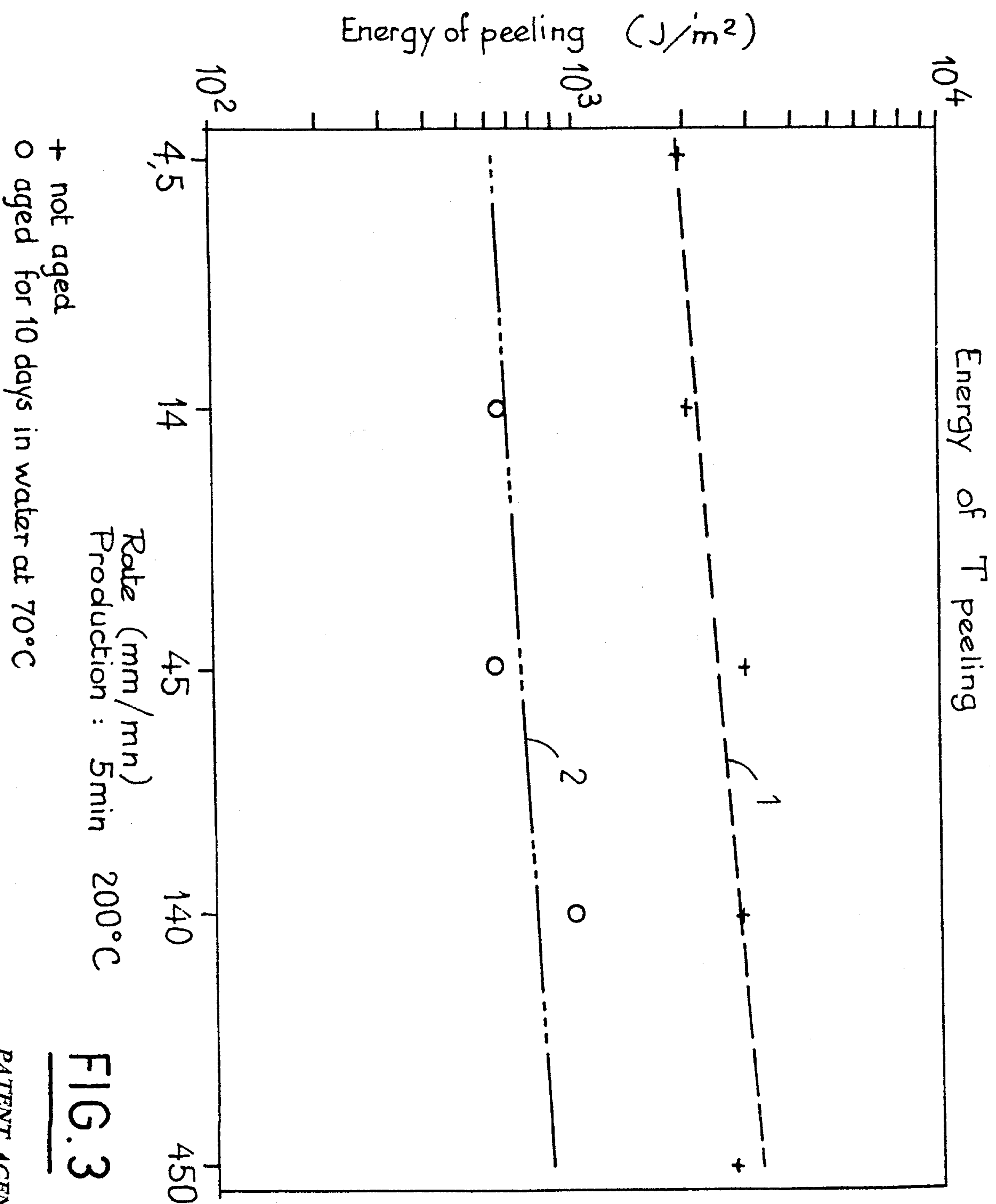


FIG. 3

PATENT AGENTS

Amabley Ogilvy Renault