

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 477 965

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 23170**

(54) Procédé de fabrication d'une structure alvéolaire d'atténuation de bruit résistant aux températures élevées et structure ainsi obtenue.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **B 32 B 31/20, 3/12; B 64 D 33/04.**

(22) Date de dépôt..... 29 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 29 octobre 1979, n° 089 177 et 089 178.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 18-9-1981.

(71) Déposant : Société dite : ROHR INDUSTRIES, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Winford Blair.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Procédé de fabrication d'une structure alvéolaire d'atténuation de bruit résistant aux températures élevées et structure ainsi obtenue.

La présente invention concerne un procédé pour fabriquer des panneaux d'atténuation de bruit perfectionnés résistant à une température élevée, et elle concerne plus particulièrement la fabrication de panneaux d'atténuation dits en sandwich utilisables dans un environnement sévère où les températures peuvent aller jusqu'à 870°C. Un exemple d'utilisation est l'atténuation du bruit dans la région d'échappement d'un moteur d'avion à réaction moderne.

10 Dans la conception et la fabrication de panneaux en sandwich d'atténuation de bruit qui conservent en outre leur intégrité dans l'environnement sévère dans lequel ils sont placés, il est devenu courant d'utiliser des panneaux d'atténuation en sandwich dans les-15 quels un matériau alvéolaire formant noyau est intercalé entre une feuille perforée et une feuille non perforée de matériau mince constituant les faces. Des panneaux possédant une construction de ce type, bien que satisfaisants pour l'atténuation de certaines 20 fréquences sonores spécifiques, ne conviennent pas sur une large gamme de fréquences rencontrées habituellement dans et autour des moteurs à réaction modernes. On a également trouvé que les perforations, lorsqu'elles sont placées au voisinage de régions de 25 circulation à grande vitesse d'air et de gaz dans des moteurs d'avions, créent une certaine turbulence dans ces régions de circulation à grande vitesse, ce qui réduit le rendement du moteur. On a également trouvé que ces panneaux sont généralement construits à l'aide 30 d'adhésif, ce qui limite leur utilisation à des régions de faible température pour empêcher leur dété-

rioration ou leur destruction en cours d'utilisation. Bien qu'il ait déjà été proposé une structure qui réduit et élimine sensiblement la turbulence et les problèmes de gamme de fréquences étroite inhérents aux 5 structures d'atténuation en sandwich dans et autour des moteurs à réaction d'avions modernes, un tel panneau d'atténuation en sandwich ne peut pas être utilisé à des températures élevées par suite de l'utilisation d'adhésif dans sa construction.

10 Il n'existe pas jusqu'ici de matériau d'atténuation entièrement satisfaisant présentant une bonne intégrité structurelle et capable de supporter des températures élevées telles que celles qui existent dans les régions d'échappement de moteurs d'avions à réaction modernes.

15

L'invention a donc pour objet de fournir un procédé de fabrication et une structure constituée par un matériau d'atténuation en sandwich perfectionné qui puisse être utilisé dans un environnement à haute 20 température.

L'invention a également pour objet de fournir une structure d'atténuation en sandwich qui possède la résistance nécessaire pour être utilisée comme structure de support d'un avion.

25 L'invention a aussi pour objet de fournir un matériau d'atténuation en sandwich utilisant le principe d'atténuation des sons de la cavité résonante d'Helmholtz.

L'invention a encore pour objet de fournir un procédé de fabrication qui assure une résistance à l'écoulement prédéterminée entre la surface extérieure située 30 à côté du son devant être atténué et les cellules de résonance du noyau.

35 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation préféré, mais non limitatif, représenté au dessin annexé sur

lequel :

- la figure 1 est une vue en perspective partiellement arrachée d'un panneau d'atténuation en sandwich suivant l'invention ; et

5 - la figure 2 est une vue en coupe verticale partielle, à échelle agrandie, du panneau d'atténuation en sandwich de la figure 1.

On va maintenant se référer plus en détail aux figures. Le procédé suivant l'invention permet d'obtenir un panneau d'atténuation en sandwich 8. Les éléments constitutifs du panneau en sandwich sont un noyau alvéolaire 10, comportant des alvéoles 12 débouchant sur les deux faces, des feuilles de revêtement extérieures 14 et 16 et une couche 20 de tissu métallique, 15 par exemple un matériau tissé en acier inoxydable du type tissu croisé de Hollande. Dans un mode de réalisation préféré du procédé, les matériaux utilisés pour le noyau et les feuilles de revêtement sont constitués par un alliage de titane, de l'acier inoxydable 321, 20 de l'acier inoxydable durcissable PH, et des produits semblables. Pour la mise en oeuvre de l'invention, on peut également utiliser d'autres matériaux possédant des caractéristiques stables en température dans la région de 870°C, et pouvant être fixés par diffusion 25 avec interface liquide, ou brasés. La feuille de revêtement 14 est munie de plusieurs petites perforations 18 dont les dimensions peuvent par exemple être comprises entre 1,27 mm et 6,35 mm. Les perforations 18 occupent 12 à 35 % de la surface de la feuille de revêtement 14. Les perforations 18 peuvent être réalisées 30 par découpage, percés au moyen d'un foret ou fraisés par attaque à l'acide dans la feuille 14. On préfère le fraisage par attaque à l'acide étant donné qu'on peut prédéterminer la section transversale des perforations, que les deux surfaces de la feuille 14 restent lisses et qu'il n'est pas nécessaire de l'ébarber, de

la meuler, de la limer, etc, avant de l'utiliser. Les perforations peuvent être situées à des intervalles de 6,35 mm et par exemple être disposées en quinconce. On peut utiliser d'autres espacements et d'autres agencements pour la mise en oeuvre de l'invention. La feuille 16 n'est pas perforée et constitue une surface fermée de chaque cavité résonante d'Helmholtz en forme d'alvéole. La toile métallique est de préférence constituée par de l'Inconel, du nickel, du Monel, des alliages d'acier inoxydable ou d'autres matériaux ayant des caractéristiques semblables.

La première phase du procédé consiste à mettre à dimension les matériaux devant être réunis, en fonction des dimensions souhaitées du panneau d'atténuation 15 souhaité et de manière à obtenir une fabrication économique. On peut utiliser différentes méthodes bien connues dans le travail des métaux pour mettre les éléments constitutifs à dimension, par exemple, mais sans limitation, on peut utiliser des cisailles, des scies 20 à friction, des ciseaux ou des outils semblables.

Les éléments constitutifs de dimensions appropriées sont ensuite nettoyés de manière à les débarrasser d'impuretés superficielles quelconques pouvant nuire à leur réunion. On peut utiliser une méthode de 25 nettoyage quelconque connue dans la technique avant de procéder au placage.

Après nettoyage, on rince dans de l'eau désionisée, puis on plonge les éléments dans un acide faible, on procède à un rinçage final dans de l'eau désionisée 30 et on sèche.

Dans le premier mode de fabrication utilisant le procédé de diffusion avec interface liquide, après nettoyage la feuille 10 non perforée est masquée d'un côté avec un masque approprié quelconque, par exemple 35 un micro-écran. L'autre côté de la feuille 10 non perforée est dépoussiéré par n'importe quel moyen appro-

prié connu dans la technique pour préparer une surface avant placage. La feuille 10 non perforée est alors plaquée tout d'abord avec une couche d'argent (Ag), puis de cuivre (Cu) et enfin de nickel (Ni), dans cet 5 ordre, ce qui se traduit par une augmentation de poids de l'ordre de 1,25 à 1,55 g/cm² répartie uniformément sur une surface de la feuille 10 non perforée. Les différentes couches du placage ont sensiblement le même poids par cm² (0,412 g à 0,516 g/cm² chacune). 10 Le placage est de préférence effectué par dépôt électrolytique qui est bien connu dans la technique de placage métallique.

La feuille 14 perforée est dépoussiérée sur les deux faces et plaquée par dépôt électrolytique de la 15 même manière que la feuille 10 non perforée. Chaque côté de la feuille perforée est plaqué successivement en partant de la surface avec de l'Ag, du Cu, du Ni, dans cet ordre, le poids du placage étant de l'ordre de 0,412 à 0,516 g/cm², ce qui se traduit par une augmentation de poids de la feuille perforée 14 de l'ordre 20 de 2,48 à 3,1 g/cm².

Les éléments constitutifs sont alors prêts pour être réunis. Ils sont disposés de la manière représentée sur les figures. Le noyau alvéolaire 12 est placé 25 entre la feuille 10 non perforée, le côté plaqué disposé contre le noyau, et la feuille perforée 14. Le matériau tissé 20 est placé à l'extérieur de la feuille perforée 14. Les éléments constitutifs placés les uns sur les autres sont maintenus en place au moyen de 30 bandes de fixation 22 qui sont constitués par une feuille d'acier inoxydable ou un matériau semblable. Les bandes 22 sont soudées par points sur chacun des quatre côtés verticaux de l'ensemble. On peut utiliser n'importe quelle autre méthode appropriée pour maintenir 35 les différents éléments constitutifs en position pour leur réunion.

Les éléments constitutifs placés les uns sur les autres et maintenus assemblés sont alors placés sur une surface de référence qui peut être constituée par du graphite, de la céramique, un acier allié ou un 5 matériau semblable. On applique ensuite une pression sur la surface extérieure libre des éléments constitutifs, en direction de la surface de référence. On peut utiliser un poids pour appliquer une pression uniforme à partir de la surface extérieure du matériau tissé 20 10 vers la surface de référence, ou bien un outillage delta-alpha. Un outillage delta-alpha est un outillage constitué par un matériau ayant un coefficient de dilatation plus faible que celui des éléments constitutifs placés les uns sur les autres lorsqu'on chauffe. 15 Ce type d'outillage est bien connu dans la technique de réunion d'éléments et n'a pas besoin par conséquent d'être décrit en détail.

L'ensemble constitué par les éléments empilés et maintenus réunis, la surface de référence et les 20 moyens d'application d'une pression est ensuite placé dans un four sous vide. On établit alors un vide d'approximativement 10^{-5} Torr. On augmente ensuite la température du four jusqu'à environ 940°C et on maintient le four à cette température. Lorsque la température 25 dans le four atteint approximativement 890°C, les matériaux de placage forment une masse en fusion entectique qui ferme les espaces entre le noyau alvéolaire et les feuilles de revêtement et peut également former une liaison entre la toile métallique et la feuille 30 de revêtement perforée. La température dans le four est maintenue à environ 940°C pendant 10 à 90 minutes pour permettre une diffusion du composant dans l'état solide une fois que la masse n'est plus en fusion. 35 Cette liaison par diffusion dans l'état solide fait apparaître une croissance des grains entre les éléments constitutifs, ce qui donne une structure en sous-en-

semble solide, les perforations de la feuille de revêtement perforée et de la toile métallique restant ouvertes. Après avoir maintenu les éléments constitutifs à la température élevée pendant le temps nécessaire, on laisse le four refroidir jusqu'à la température ambiante et la structure liée par diffusion avec interface liquide est prête à être utilisée.

Dans le second mode de fabrication utilisant un brasage, après la mise à dimension et le nettoyage, un alliage de brasage à base de nickel (Ni) est appliqué sur une surface de la feuille perforée 14. La quantité d'alliage de brasage appliquée est déterminée par les dimensions des mailles de la toile métallique 20. Plus les mailles sont petites, moins on utilise d'alliage de brasage. Le critère principal est que la quantité d'alliage de brasage appliquée doit être inférieure à la quantité qui boucherait les mailles dans la structure finie. La quantité d'alliage appliquée varie de 0,92 à 1,55 g/cm² répartie uniformément, cette quantité dépendant des dimensions des mailles ; par exemple des mailles ayant des dimensions de 23 suivant Rayleigh nécessitent une quantité d'alliage de brasage comprise entre 0,92 et 1,08 g/cm².

La méthode d'application préférée de l'alliage de brasage consiste à pulvériser sur la surface un liant acrylique, par exemple du ciment Nicrobras 600 fabriqué par Wall Calmonoy, ou une substance semblable, puis alors que le liant est encore humide à appliquer l'alliage de brasage sous forme de poudre de façon uniforme sur le liant. L'alliage de brasage sous forme de poudre utilisé peut avoir des mailles comprises entre - 140 et + 270 et on en utilise approximativement 1,24 g/cm². On répète le même processus pour recouvrir les parois intérieures du noyau, avec environ 18,6 g/cm².

L'alliage de brasage est pulvérisé sur le revêtement de liant des parois intérieures du noyau, de

façon uniforme, à l'aide d'un pulvérisateur bien connu dans la technique pour assurer l'uniformité. Un exemple d'un tel pulvérisateur est décrit dans le brevet américain n° 3 656 224.

5 Les différents éléments constitutifs sont maintenant prêts à être réunis les uns aux autres. Ils sont disposés ou empilés de la manière représentée sur les figures, le noyau alvéolaire 12 étant placé entre la feuille 16 non perforée et la surface propre 10 de la feuille perforée 14. Le matériau tissé est placé sur la surface de la feuille perforée 14 sur laquelle a été déposé l'alliage de brasage. Les éléments constitutifs sont alors maintenus en position au moyen de bandes de fixation 22 qui peuvent être constituées par 15 une feuille d'acier inoxydable ou de matériau semblable. Ces bandes 22 sont soudées par points sur chacun des quatre côtés verticaux (dont deux sont représentés sur la figure 1) des éléments constitutifs empilés.

Les éléments constitutifs placés les uns sur les 20 autres et maintenus réunis sont alors placés sur une surface de référence en graphite, en céramique, en acier allié ou en matériau semblable. Une pression positive est appliquée à partir de la surface libre extérieure des éléments constitutifs empilés ou en 25 direction de la surface de référence, cette surface de référence se trouvant dans une position déterminée. On peut utiliser à cet effet un poids mort qui applique une pression uniforme ou un outillage delta-alpha, comme indiqué précédemment.

30 L'ensemble, y compris la surface de référence, est alors placé dans un four sous vide. On établit ensuite un vide d'approximativement 10^{-5} Torr dans le four. On augmente alors la température à l'intérieur du four jusqu'au point de fusion de l'alliage de brasage. Lors de la fusion, l'alliage de brasage qui est 35 liquide maintenant coule le long des parois du noyau

alvéolaire, de la feuille de revêtement et du matériau poreux fibreux, par effet de capillarité, laissant les perforations 18 et les pores du matériau fibreux poreux 20 ouverts.

5 L'ensemble est ensuite refroidi et l'alliage de brasage se solidifie, formant une structure en sous-ensembles qui peut maintenant être utilisée pour l'atténuation des sons dans un environnement où la température est élevée.

10 Bien que sur les figures, on ait représenté des éléments constitutifs plats pour faciliter la description et la représentation, l'invention permet également d'assembler des panneaux en sandwich incurvés. Les éléments constitutifs du panneau incurvé sont formés avant 15 la phase de nettoyage, en leur donnant la courbure souhaitée nécessaire pour la structure en sandwich terminée.

20 Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de réalisation et d'application qui ont été plus spécialement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour fabriquer une structure alvéolaire d'atténuation de bruit résistant aux températures élevées, ladite structure comportant un noyau alvéolaire central intercalé entre une feuille non perforée et une feuille perforée, la surface extérieure de la feuille perforée étant recouverte d'une toile métallique, caractérisé en ce qu'il consiste :
 - a) à mettre à dimension les éléments constitutifs de la structure ;
 - b) à nettoyer les éléments constitutifs de la structure ;
 - c) à masquer une surface de la feuille non perforée ;
 - 15 d) à préparer la surface opposée à la surface masquée de la feuille non perforée et les surfaces du côté du noyau central et de la toile métallique de la feuille perforée pour un dépôt de métal ;
 - e) à plaquer la surface préparée de la feuille et les surfaces préparées de la feuille perforée 20 successivement avec des couches d'agent, de cuivre et de nickel ;
 - f) à placer les éléments constitutifs les uns sur les autres dans l'ordre d'assemblage ;
- 25 g) à maintenir les éléments constitutifs réunis à l'aide de moyens de fixation ;
- h) à placer les éléments constitutifs placés les uns sur les autres et maintenus réunis sur une surface de référence ;
- 30 i) à appliquer une pression positive aux éléments constitutifs placés les uns sur les autres ;
- j) à placer les éléments constitutifs et la surface de référence dans un four à vide ;
- k) à faire le vide dans le four ;
- 35 l) à augmenter la température du four sous vide pour provoquer une fusion entectique des matériaux de

placage et une liaison par diffusion dans l'état solide des éléments constitutifs voisins placés les uns sur les autres ; et

5 m) à ramener les éléments constitutifs superposés et maintenant liés à la température ambiante.

2. Procédé pour fabriquer une structure alvéolaire d'atténuation de bruit résistant aux températures élevées, ladite structure comportant un noyau alvéolaire central intercalé entre une feuille non perforée 10 et une feuille perforée, la surface extérieure de la feuille perforée étant recouverte d'une toile métallique, procédé caractérisé en ce qu'il consiste :

a) à mettre à dimension les éléments constitutifs de la structure ;

15 b) à nettoyer les éléments constitutifs de la structure ;

c) à mouiller une surface de la feuille perforée et les parois du noyau central à l'aide d'un liant ;

20 d) à appliquer une quantité sélectionnée d'alliage de brasage en poudre de façon uniforme sur les surfaces revêtues du liant ;

e) à placer les éléments constitutifs les uns sur les autres dans l'ordre d'assemblage ;

f) à maintenir les éléments constitutifs réunis ;

25 g) à placer les éléments constitutifs superposés sur une surface de référence ;

h) à appliquer une pression positive entre les éléments constitutifs superposés ;

30 i) à placer les éléments constitutifs maintenus réunis et la surface de référence dans un four à vide ;

j) à faire le vide dans le four ;

k) à augmenter la température du four sous vide jusqu'à une valeur qui fait fondre et couler l'alliage de brasage ; et

35 l) à ramener les éléments constitutifs superposés à la température ambiante.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à mettre en forme le contour des éléments constitutifs de la structure avant l'opération b).

5 4. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la réunion des éléments constitutifs placés les uns sur les autres consiste à placer des bandes de fixation entre les éléments constitutifs placés les uns sur les autres et à les enlever après 10 l'opération m) ou respectivement l'opération l).

5. Structure d'atténuation de bruit destinée à être utilisée dans des environnements où la température varie entre - 17,8°C et + 870°C, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée par mise en oeuvre du procédé 15 suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4.

