

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de pilotage automatique d'un déclenchement d'un affûtage du fil tranchant d'une lame de coupe pour machine de coupe.

②② Date de dépôt : 27.01.22.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : LECTRA Société anonyme —FR,
AMVALOR Société par actions simplifiée FR, UNIVERSITE
DE BORDEAUX Etablissement public national à caractère
scientifique, culturel et professionnel FR, INSTITUT
POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX Etablissement public
national à caractère scientifique, culturel et professionnel FR,
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Etablissement public national à caractère administratif FR et
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS
(ENSAM) Etablissement public national à caractère
scientifique, culturel et professionnel — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande** : 28.07.23 Bulletin 23/30.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention** : 04.07.25 Bulletin 25/27.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s)** : CHABIRAND Didier, CAHUC Olivier,
DARNIS Philippe, LAHEURTE Raynald et FARAH
Intissar.

⑦③ **Titulaire(s)** : LECTRA (SA), AMVALOR (SAS),
UNIVERSITE DE BORDEAUX (EPSCP), INSTITUT
POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX (EPSCP),
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (EPA), ECOLE NATIONALE
SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS (EPSCP).

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET BEAU DE LOMENIE.



Description

Titre de l'invention : Procédé de pilotage automatique d'un déclenchement d'un affûtage du fil tranchant d'une lame de coupe pour machine de coupe

Domaine technique

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la découpe automatique par une lame vibrante d'un matelas de matière souple placé sur une table de coupe et se présentant sous forme d'un pli unique ou d'un empilement de plis.
- [0002] Elle concerne plus précisément le pilotage automatique d'un déclenchement d'une opération d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe équipant de telles machines de coupe.

Technique antérieure

- [0003] Un domaine d'application de l'invention est celui de la découpe automatique de pièces dans une matière souple textile ou non textile (comme le cuir), en particulier dans l'industrie de la confection, de l'ameublement ou de la sellerie automobile.
- [0004] Un procédé connu pour la découpe automatique de pièces dans une matière souple consiste à amener la matière sur un support de coupe fixe ou mobile de la table de coupe, sous la forme d'un pli unique ou d'un empilement de plis formant un matelas, et à découper les pièces au moyen d'une tête de coupe se déplaçant au-dessus du support de coupe de la table selon un programme de placement préalablement défini.
- [0005] Typiquement, la tête de coupe d'une telle machine est formée d'une lame en acier qui est mise en vibration verticalement selon le sens de son fil tranchant afin de découper la matière. Un guide lame tournant sert de glissière à la lame et assure sa rotation.
- [0006] Il est par ailleurs connu que la lame de coupe perd son pouvoir tranchant à mesure que l'opération de coupe se déroule de sorte qu'il est nécessaire d'effectuer régulièrement des opérations d'affûtage de son fil tranchant.
- [0007] A cet effet, la tête de coupe peut être équipée d'un système d'affûtage automatique composé de deux ou trois bandes abrasives. Quand une opération d'affûtage est déclenchée, la lame remonte et les bandes abrasives du système d'affûtage viennent affûter les deux faces du tranchant de la lame afin d'en reformer le fil.
- [0008] Ces opérations d'affûtage sont généralement périodiques et réparties dans le temps de façon linéaire tout au long de la durée de vie de la lame, indépendamment de l'état réel de son fil tranchant.
- [0009] La fréquence d'affûtage est le plus souvent déterminée de façon empirique en tenant notamment compte de la nature du matériau découpé et l'usure de la lame qui est générée par une opération d'affûtage. Cette dernière correspond à une perte de matière

et est déterminée expérimentalement par une loi d'abrasion en fonction du nombre d'affûtages, de la dimension de la lame et du type de bande abrasive utilisée. La position du fil tranchant est calculée en fonction du nombre de cycles d'affûtages réalisés.

[0010] Cette méthode empirique pour déterminer la fréquence d'affûtage de la lame de coupe n'est pas optimale. En effet, cette méthode ne permet pas de prendre en compte la variabilité du pouvoir abrasif tout au long de la durée de vie des bandes d'affûtage. Le pouvoir abrasif initial des bandes ainsi que la dureté et la géométrie des lames de coupe n'étant pas identiques d'une lame à l'autre ou d'un jeu de bande à l'autre, la méthode empirique ne permet pas de prendre en compte ces variabilités. Compte tenu de la diversité des matériaux découpés, la méthode empirique nécessite de nombreux essais à mettre en œuvre afin de déterminer le meilleur jeu de paramètres pour chaque triplet matière/bande/lame ou de limiter les choix en conservant un seul jeu de paramètres pour plusieurs matériaux limitant de ce fait les apports d'un paramétrage optimal.

Exposé de l'invention

[0011] La présente invention a donc pour but principal de proposer un procédé permettant de piloter de façon automatique le déclenchement des affûtages du fil tranchant d'une lame de coupe.

[0012] Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à un procédé de pilotage automatique d'un déclenchement d'un affûtage du fil tranchant d'une lame de coupe pour machine de coupe d'un matelas de matière souple, comprenant :

- la détermination de composantes d'un torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame de coupe dans le repère de la lame, les composantes comprenant : l'effort frontal, l'effort latéral, l'effort vertical, le moment de roulis, le moment de tangage, et le moment de lacet de la lame de coupe ;
- la détermination d'une valeur de seuil admissible pour une variable établie à partir de l'une au moins des composantes du torseur d'actions mécaniques et en fonction de paramètres géométriques de la lame de coupe et de caractéristiques d'épaisseur et de matière du matelas à découper ;
- le suivi au cours de la coupe du matériau de variations d'amplitudes de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil ; et
- le déclenchement automatique d'une alerte pour solliciter un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe dès que l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil atteint ladite valeur de seuil.

[0013] Le procédé selon l'invention est remarquable en ce qu'à partir des composantes du torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame de coupe, il est possible

de piloter de façon automatique les déclenchements d'opération d'affûtage. Les inventeurs ont en effet mis en évidence l'existence d'une relation entre la nature globale du torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame et l'état de celle-ci. Le torseur d'actions mécaniques identifie les efforts subis par la lame dans les trois directions. Il est déterminé à partir de mesures provenant d'un dynamomètre installé dans le pied presseur de la tête de coupe et tel que décrit dans la demande de brevet FR 3,108,542 dont le contenu est incorporé ici par voie de référence.

[0014] Le procédé selon l'invention permet ainsi de déclencher un affûtage du fil tranchant de la lame uniquement et dès que l'état du fil tranchant le nécessite. Il en résulte des gains de productivité, une prise en compte des variabilités (dureté, géométries, composition, fabrication,...) des lames et des bandes d'affûtage voire des composants mécaniques situés dans l'environnement de ces consommables, une simplification du paramétrage des cycles d'affûtage pour les opérateurs..

[0015] Selon un mode de réalisation, la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil correspond à la composante d'effort vertical de la lame de coupe.

[0016] Dans ce mode de réalisation, la variation d'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe au cours de la coupe du matériau est avantageusement donnée par l'équation suivante :

[0017] [Math.1]

$$F_Z = \sqrt{(4 \times M_Y^2) / L^2 - (F_X^2 + F_Y^2)}$$

[0018] dans laquelle Fz est l'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe, My est l'amplitude du moment de tangage de la lame de coupe, Fx est l'amplitude de l'effort frontal de la lame de coupe, Fy est l'amplitude de l'effort latéral appliqué à la lame, et L est l'épaisseur du matelas à découper.

[0019] Selon un mode de réalisation, la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil correspond à une inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical, les variations d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical étant calculées à partir de l'ensemble des valeurs des composantes du torseur d'actions mécaniques.

[0020] Dans cet autre mode de réalisation, les variations d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical sont calculées, pour chaque point P de coordonnées Pt_{xi}, Pt_{yi}, Pt_{zi} de l'axe central, par l'équation suivante :

[0021] [Math.2]

$$\gamma_z = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \arctan\left(\sqrt{Pt_{xi}^2 + Pt_{yi}^2} / Pt_{zi}\right)$$

[0022] avec m représentant le nombre de points d'acquisition par mesure.

[0023] De façon avantageuse, le procédé comprend en outre la comparaison des amplitudes

de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant et après un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe afin de déterminer si les bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage ont besoin d'être remplacées. En effet, il a été également constaté par les inventeurs que la capacité de régénération du fil tranchant par les bandes d'affûtage diminue en fonction du nombre d'opérations d'affûtage réalisées, ce qui se traduit par une valeur de la variable utilisée après affûtage qui est de moins en moins en éloignée de la valeur de seuil. Cette étape supplémentaire du procédé permet ainsi de déterminer le moment où les bandes d'affûtage devront être changées afin de conserver un pouvoir tranchant compatible avec les exigences de qualité et de ne pas augmenter de façon significative la fréquence des affûtages qui pénalisent la productivité des machines de coupe.

- [0024] Dans ce cas, le procédé peut comprendre en outre le déclenchement automatique d'une alerte pour solliciter le changement des bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage dès que la différence entre l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil après un cycle d'affûtage et l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant l'opération d'affûtage devient inférieur à un seuil prédéterminé.
- [0025] De préférence, un cycle d'affûtage comprend avantageusement une phase d'abrasion de chaque côté de la lame de coupe par des bandes d'affûtage afin notamment de diminuer le rayon du fil tranchant et d'augmenter sa rugosité.

Brève description des dessins

- [0026] [Fig.1] La [Fig.1] est un ordigramme montrant les différentes étapes du procédé selon l'invention.
- [0027] [Fig.2A-2C] Les figures 2A, 2B et 2C représentent des courbes d'évolution de la composante d'effort vertical de différentes lames de coupe.
- [0028] [Fig.3] La [Fig.3] représente des courbes d'évolution de l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical.

Description des modes de réalisation

- [0029] L'invention s'applique à la découpe automatisée de pièces dans une matière souple se présentant sous la forme d'un matelas.
- [0030] Une telle opération de découpe est généralement réalisée au moyen d'une machine de coupe munie d'un support horizontal de coupe sur lequel est amenée la matière souple à découper.
- [0031] Une tête de coupe portant une lame vibrante est montée sur un portique qui est amené à se déplacer le long du support de coupe tandis que la tête de coupe se déplace simultanément le long du portique de sorte à pouvoir suivre les différentes trajectoires de coupe calculées par un logiciel de coupe.
- [0032] Typiquement, un pied presseur est monté sur la partie basse de la tête de coupe afin

de plaquer suivant un effort contrôlé la matière souple sur son support de coupe pendant la coupe, la position de ce pied presseur étant adaptable en fonction de la hauteur du matelas posé sur le support de coupe. Ainsi, le pied presseur permet de maintenir le guidage de la lame de coupe au plus près du matelas.

[0033] L'invention propose un procédé de pilotage automatique d'un déclenchement d'un affûtage du fil tranchant de la lame de coupe d'une telle machine de coupe.

[0034] De manière générale, le procédé selon l'invention prévoit les étapes suivantes :

- la détermination de composantes d'un torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame de coupe, les composantes comprenant : l'effort frontal, l'effort latéral, l'effort vertical, le moment de roulis, le moment de tangage, et le moment de lacet de la lame de coupe
- la détermination d'une valeur de seuil admissible pour une variable établie à partir de l'une au moins des composantes du torseur d'actions mécaniques et en fonction de paramètres géométriques de la lame de coupe et de caractéristiques d'épaisseur et de matière du matelas à découper
- le suivi au cours de la coupe du matériau de variations d'amplitudes de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil, et
- le déclenchement automatique d'une alerte pour solliciter un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe dès que l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil atteint ladite valeur de seuil.

[0035] La variable choisie pour déterminer la valeur de seuil peut correspondre soit à la composante d'effort vertical de la lame de coupe, soit à une inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical.

[0036] En pratique, le procédé selon l'invention est un algorithme mis en œuvre par des moyens logiciels équipant par exemple une station informatique de travail et dont les principales étapes sont illustrées sur la [Fig.1].

[0037] L'algorithme est alimenté en entrée par des paramètres d'entrée (étape S01) saisis par l'opérateur. Il s'agit notamment des caractéristiques de la lame de coupe (à savoir sa géométrie et les matériaux qui la constituent), des caractéristiques de la matière à découper (à savoir épaisseur et matière), et la valeur maximale admissible de l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe dans son état neuf.

[0038] Au cours d'une étape S02, il est également prévu de déterminer les cinq composantes d'un torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame de coupe, à savoir : l'effort frontal F_x , l'effort latéral F_z , le moment de roulis M_x , le moment de tangage M_y , et le moment de lacet M_z de la lame de coupe.

[0039] Ce torseur mécanique peut être déterminé au moyen du procédé décrit dans la demande de brevet FR 3,108,542 dont le contenu est incorporé ici par voie de référence.

- [0040] Brièvement, le procédé décrit dans ce document prévoit de recourir à un dynamomètre à cinq composantes positionné sur le pied presseur et permettant, à partir d'un algorithme basé sur l'établissement d'une matrice d'étalonnage du dynamomètre, de déterminer en temps réel les efforts en trois dimensions subis par la lame de coupe au cours de l'opération de coupe.
- [0041] Plus précisément, le dynamomètre peut comprendre trois capteurs piézoélectriques triaxiaux qui sont montés dans le pied presseur en étant répartis autour d'un axe longitudinal de la lame ou trois ponts de jauges de déformations couplés qui sont montés sur des branches du pied presseur réparties autour d'un axe longitudinal de la lame afin de former au moins trois ponts complets, ou encore cinq ponts de jauges de déformations découplés qui sont montées sur le pied presseur.
- [0042] A partir des données issues à partir des étapes S01 et S02, le procédé prévoit de déterminer une valeur de seuil admissible par la lame de coupe (étape S03). Cette valeur de seuil correspond à une valeur maximale admissible soit par la composante d'effort vertical de la lame de coupe, soit par l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical (selon la variable choisie pour le pilotage du déclenchement d'un affûtage). Ce paramétrage sera par exemple déterminé à partir d'un abaque prédéterminé et/ou en fixant une valeur maximale de la tangente de la courbe comprise entre la valeur initiale de la pente et le plateau supérieur, cette valeur sera adaptée en fonction du coefficient de sécurité que l'on souhaite intégrer (proche de zéro : sans marge de sécurité, proche de la tangente initiale : avec une grosse marge de sécurité).
- [0043] Les paramètres de coupe (à savoir les conditions et stratégies de coupe des pièces, ainsi que l'usure du fil tranchant de la lame de coupe par opération d'affûtage) sont alors déterminés à partir de la valeur de seuil admissible par la lame de coupe (étape S04).
- [0044] Comme indiqué précédemment, le procédé selon l'invention prévoit deux approches : la première en suivant en continu et en temps réel l'amplitude de la composante d'effort vertical F_z de la lame de coupe, et la seconde en suivant en continu et en temps réel l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical.
- [0045] Dans la première approche, le procédé selon l'invention prévoit au cours d'une étape S05 de déterminer en continu et en temps réel la variation d'amplitude de la composante d'effort vertical F_z de la lame de coupe à partir du torseur mécanique déterminé à l'étape S02.
- [0046] En pratique, la variation d'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe au cours de la coupe du matériau est donnée par l'équation suivante :

[0047] [Math.3]

$$F_Z = \sqrt{(4 \times M_Y^2) / L^2 - (F_X^2 + F_Y^2)}$$

[0048] dans laquelle F_Z est l'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe, M_Y est l'amplitude du moment de tangage de la lame de coupe, F_X est l'amplitude de l'effort frontal de la lame de coupe, F_Y est l'amplitude de l'effort latéral appliqué à la lame, et L est l'épaisseur du matelas à découper.

[0049] Les amplitudes au cours du temps de la composante d'effort vertical F_Z de la lame de coupe peuvent ainsi être aisément calculées et comparées à la valeur de seuil admissible par la lame de coupe déterminée à l'étape S03 (voir étape S06).

[0050] Dès que l'amplitude de la composante d'effort vertical F_Z atteint la valeur de seuil admissible, l'algorithme selon l'invention déclenche automatiquement une alerte pour solliciter un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe.

[0051] Sur réception de cette alerte, l'opérateur va donc programmer une opération d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe à la fin du cycle de coupe (étape S07). A cet effet, quand une opération d'affûtage est déclenchée, la lame remonte et les bandes abrasives du système d'affûtage viennent affûter les deux faces du tranchant de la lame afin d'en reformer le fil.

[0052] Les figures 2A à 2C représentent différents exemples de courbes d'évolution de la composante d'effort vertical de différentes lames de coupe.

[0053] Les courbes représentées sur la figure 2A ont été obtenues avec les caractéristiques de lame de coupe et de paramètres de coupe suivantes :

- Matériau de la lame de coupe : acier rapide désigné sous le norme européenne HS 6-5-2
- Matière à découper : denim (à savoir un serge de coton utilisé pour la confection de « jeans »)
- Epaisseur du matelas à découper : 40mm (soit 40 plis de 1mm chacun)

[0054] Sur la figure 2A, l'abscisse correspond à la longueur de coupe L_c (en m) et l'ordonnée à l'amplitude F_Z de l'effort vertical de la lame de coupe (en N).

[0055] Les différentes courbes C1 à C5 sur la figure 2A correspondent à différentes configurations en termes de vitesse de coupe, de fréquence de vibration de la lame de coupe et d'angle de coupe qui sont énumérées dans le tableau ci-dessous.

[0056] [Tableaux1]

	Courbe C1	Courbe C2	Courbe C3	Courbe C4	Courbe C5
Vitesse	40m/min	60m/min	40m/min	40m/min	60m/min
Fréquence	50Hz	50Hz	100Hz	100Hz	100Hz
Angle de coupe	30°	30°	30°	25°	25°

[0057] Cette figure 2A permet de mettre en évidence que, pour les courbes C1 à C3, la valeur de seuil admissible pour l'amplitude F_z de l'effort vertical de la lame de coupe est située autour de 380 N. Pour les courbes C4 et C5, cette valeur de seuil admissible est plus basse et se situe autour de 330 N.

[0058] Ces paliers qui diffèrent en fonction des caractéristiques de lame de coupe et de paramètres de coupe témoignent d'une usure du fil tranchant de la lame de coupe.

[0059] Aussi, dès que l'amplitude F_z de l'effort vertical de la lame de coupe pour les paramètres d'entrée atteint cette valeur de seuil admissible, l'algorithme déclenche automatiquement une alerte pour programmer une opération d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe.

[0060] Les figures 2B et 2C sont des courbes d'évolution obtenues à partir d'autres caractéristiques en entrée, à savoir :

- Matériau de la lame de coupe : acier rapide désigné sous le norme européenne HS 4-3-8)
- Matière à découper : denim
- Epaisseur du matelas à découper : 40mm (soit 40 plis de 1mm chacun)

[0061] Les différentes courbes C6 à C10 sur les figures 2B et 2C correspondent aux configurations énumérées dans le tableau ci-dessous.

[0062] [Tableaux2]

	Courbe C6	Courbe C7	Courbe C8	Courbe C9	Courbe C10
Vitesse	40m/min	60m/min	40m/min	40m/min	60m/min
Fréquence	50Hz	50Hz	100Hz	100Hz	100Hz
Angle de coupe	30°	30°	30°	25°	25°

[0063] Ces figures 2B et 2C permettent de mettre en évidence que, pour les courbes C6 à C8, la valeur de seuil admissible pour l'amplitude F_z de l'effort vertical de la lame de coupe est située autour de 380 N et, pour les courbes C9 et C10, cette valeur de seuil

admissible est plus basse et se situe autour de 330 N.

[0064] Dans la seconde approche, le procédé selon l'invention prévoit au cours d'une étape S05' de déterminer en continu et en temps réel la variation d'amplitude de l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical.

[0065] En effet, il a été démontré que l'introduction de l'axe central de la lame de coupe permet de synthétiser l'ensemble des composantes du torseur des actions mécaniques en une entité caractéristique de l'état de la lame durant la découpe. En particulier, il a été montré que l'inclinaison de l'axe central, lors d'une révolution complète de la lame, reflète l'aptitude de la lame à réaliser des découpes respectant les spécifications. En effet, l'utilisation de l'axe central associé à des critères de caractérisation de son évolution permet de qualifier l'aptitude de la lame à découper une matière souple.

[0066] L'amplitude de l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical est obtenue par calcul à partir de l'ensemble des valeurs des composantes du torseur d'actions mécaniques, à savoir l'effort frontal F_X , l'effort latéral F_Z , le moment de roulis M_X , le moment de tangage M_Y , et le moment de lacet M_Z de la lame de coupe obtenues à l'étape S02, et l'effort vertical F_Z obtenu à l'étape S05.

[0067] Plus précisément, les variations d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical sont calculées, pour chaque point P de coordonnées $P_{t_{xi}}$, $P_{t_{yi}}$, $P_{t_{zi}}$ de l'axe central, par l'équation suivante :

[0068] [Math.4]

$$\gamma_z = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \arctan\left(\sqrt{P_{t_{xi}}^2 + P_{t_{yi}}^2} / P_{t_{zi}}\right)$$

[0069] dans laquelle γ_z est l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical et m représente le nombre de points d'acquisition par mesure.

[0070] Les amplitudes au cours du temps de l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe peuvent ainsi être aisément calculées et comparées à la valeur de seuil admissible par la lame de coupe déterminée à l'étape S03 (voir étape S06).

[0071] Dès que l'amplitude de la composante d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe atteint la valeur de seuil admissible, l'algorithme selon l'invention déclenche automatiquement une alerte pour solliciter un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe.

[0072] La [Fig.3] représente différents exemples de courbes d'évolution de l'inclinaison de l'axe central d'une même lame de coupe opérant avec différents paramètres de coupe.

[0073] Les courbes représentées sur la [Fig.3] ont été obtenues avec les paramètres de coupe suivants :

- Matière à découper : denim
- Epaisseur du matelas à découper : 40mm

[0074] Les différentes courbes C11 à C16 correspondent à différentes configurations en

termes de vitesse de coupe, de fréquence de vibration de la lame de coupe et d'angle de coupe qui sont énumérées dans le tableau ci-dessous.

[0075] [Tableaux3]

	Courbe C11	Courbe C12	Courbe C13	Courbe C14	Courbe C15	Courbe C16
Acier rapide lame	HS 4-3-8	HS 6-5-2	HS 4-3-8	HS 4-3-8	HS 6-5-2	HS 4-3-8
Vitesse	40m/min	40m/min	40m/min	60m/min	40m/min	60m/min
Fréquence	100Hz	100Hz	50Hz	100Hz	100Hz	100Hz
Angle de coupe	30°	30°	30°	30°	25°	25°

[0076] Cette [Fig.3] permet de mettre en évidence que la valeur de seuil admissible pour l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe est située autour de 15° quelles que soient les paramètres de coupe et les caractéristiques de la lame. Ce palier témoigne d'une usure du fil tranchant de la lame de coupe.

[0077] Aussi, dès que l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe pour les paramètres d'entrée atteint cette valeur de seuil admissible, l'algorithme déclenche automatiquement une alerte pour programmer une opération d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe.

[0078] Selon une disposition avantageuse de l'invention (applicable aux deux approches décrites précédemment), il peut être prévu de comparer les amplitudes de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant et après un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe afin de déterminer si les bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage ont besoin d'être remplacées.

[0079] En effet, il a été constaté que la capacité de régénération du fil tranchant par les bandes d'affûtage diminue en fonction du nombre d'affûtages réalisés, ce qui se traduit par une valeur pour l'effort vertical F_z ou pour l'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe après une opération d'affûtage qui est de moins en moins éloignée de la valeur de seuil admissible préalablement déterminée.

[0080] Cette disposition avantageuse prévoit donc de déclencher automatiquement une alerte pour solliciter le changement des bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage dès que la différence entre l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil après un cycle d'affûtage et l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant l'opération d'affûtage devient inférieur à un seuil prédéterminé.

[0081] Cette disposition avantageuse permet ainsi de déterminer le moment où les bandes

d'affûtage devront être changées afin de conserver un pouvoir tranchant compatible avec les exigences de qualité et de ne pas augmenter de façon significative la fréquence des affûtages qui pénalisent la productivité des machines de coupe.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de pilotage automatique d'un déclenchement d'un affûtage du fil tranchant d'une lame vibrante de coupe pour machine de coupe d'un matelas de matière souple, comprenant :

- la détermination (S02) de composantes d'un torseur d'actions mécaniques au point de guidage de la lame de coupe dans le repère de la lame, les composantes comprenant : l'effort frontal, l'effort latéral, l'effort vertical, le moment de roulis, le moment de tangage, et le moment de lacet de la lame de coupe ;
- la détermination (S03) d'une valeur de seuil admissible pour une variable établie à partir de l'une au moins des composantes du torseur d'actions mécaniques et en fonction de paramètres géométriques de la lame de coupe et de caractéristiques d'épaisseur et de matière du matelas à découper ;
- le suivi au cours de la coupe du matériau de variations d'amplitudes de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil ; et
- le déclenchement automatique (S07) d'une alerte pour solliciter un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe dès que l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil atteint ladite valeur de seuil.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil correspond à la composante d'effort vertical (F_Z) de la lame de coupe.

[Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel la variation d'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe au cours de la coupe du matériau est donnée par l'équation suivante :

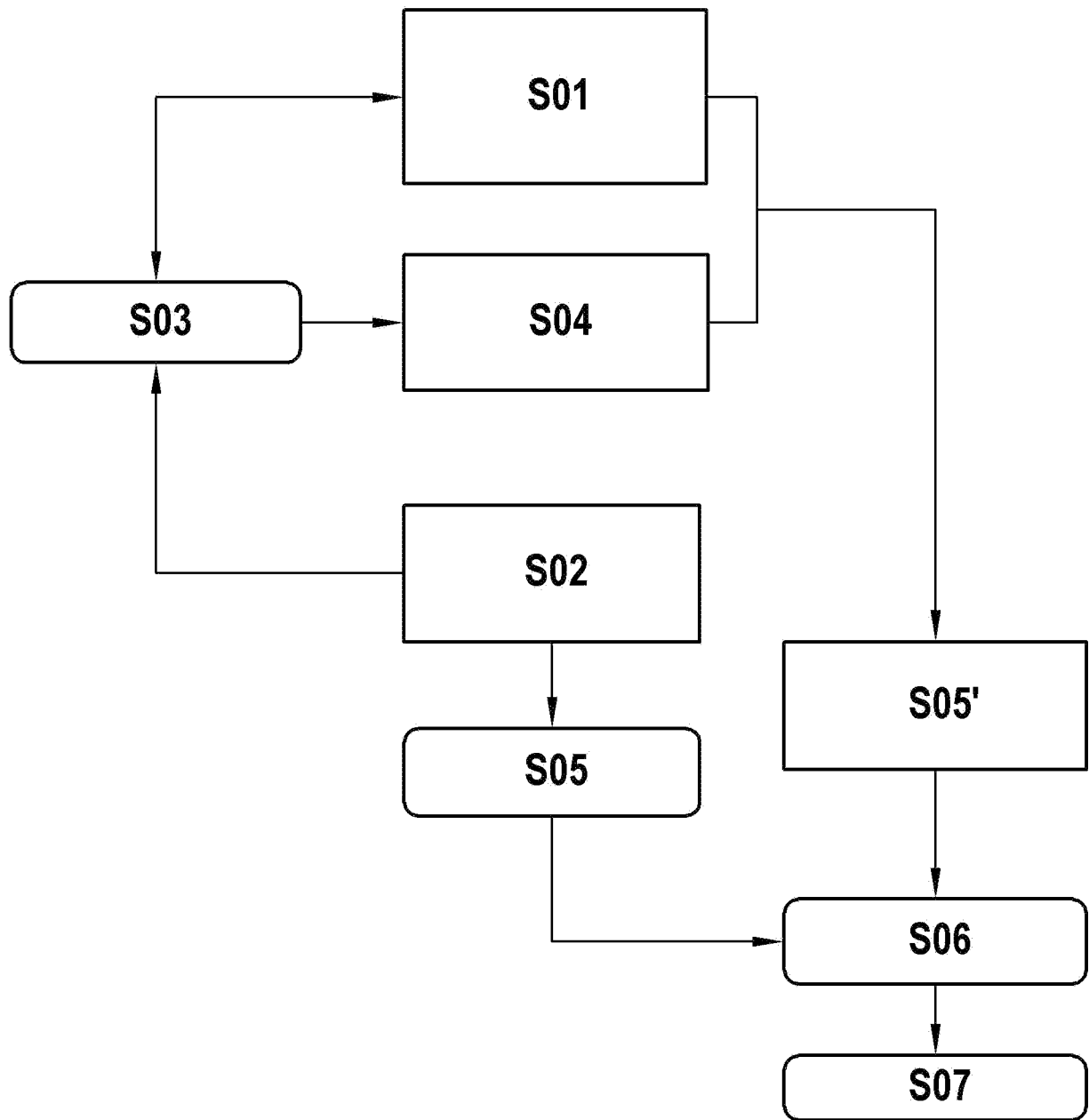
[Math.5]

$$F_Z = \sqrt{(4 \times M_Y^2) / L^2 - (F_X^2 + F_Y^2)}$$

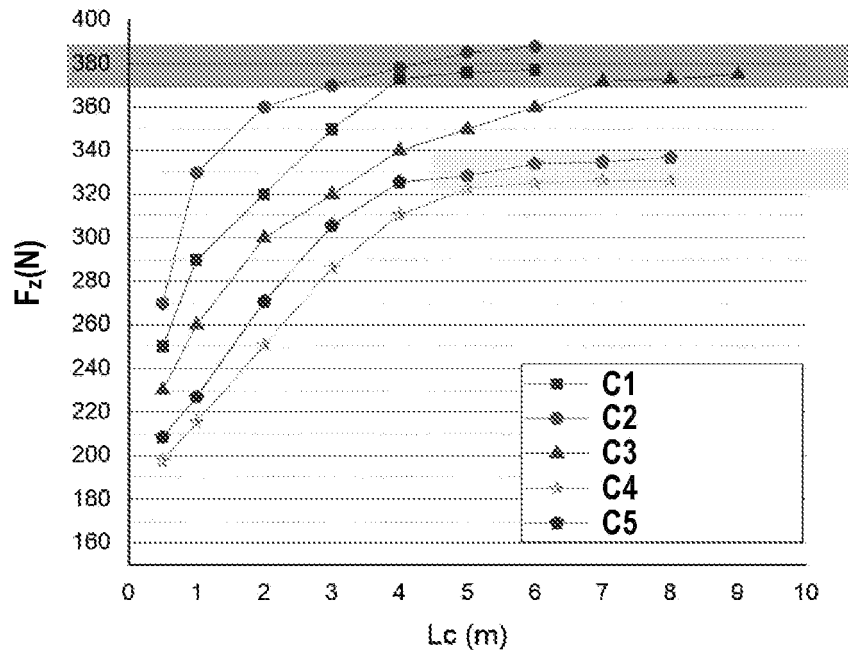
dans laquelle F_Z est l'amplitude de l'effort vertical de la lame de coupe, M_X est l'amplitude du moment de tangage de la lame de coupe, F_X est l'amplitude de l'effort frontal de la lame de coupe, F_Y est l'amplitude de l'effort latéral appliqué à la lame, et L est l'épaisseur du matelas à découper.

- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil correspond à une inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical, les variations d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical étant calculées à partir de l'ensemble des valeurs des composantes du torseur d'actions mécaniques.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel les variations d'inclinaison de l'axe central de la lame de coupe par rapport à l'axe vertical sont calculées, pour chaque point P de coordonnées $P_{t_{xi}}$, $P_{t_{yi}}$, $P_{t_{zi}}$ de l'axe central, par l'équation suivante :
- [Math.6]
- $$\gamma_z = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \arctan\left(\sqrt{P_{t_{xi}}^2 + P_{t_{yi}}^2} / P_{t_{zi}}\right)$$
- dans laquelle m représente le nombre de points d'acquisition par mesure.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant en outre la comparaison des amplitudes de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant et après un cycle d'affûtage du fil tranchant de la lame de coupe afin de déterminer si les bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage ont besoin d'être remplacées.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre le déclenchement automatique d'une alerte pour solliciter le changement des bandes d'affûtage de l'outil d'affûtage dès que la différence entre l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil après un cycle d'affûtage et l'amplitude de la variable choisie pour déterminer la valeur de seuil avant l'opération d'affûtage devient inférieur à un seuil prédéterminé.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel un cycle d'affûtage comprend une phase d'abrasion de chaque côté de la lame de coupe par des bandes d'affûtage afin notamment de diminuer le rayon du fil tranchant et d'augmenter sa rugosité.

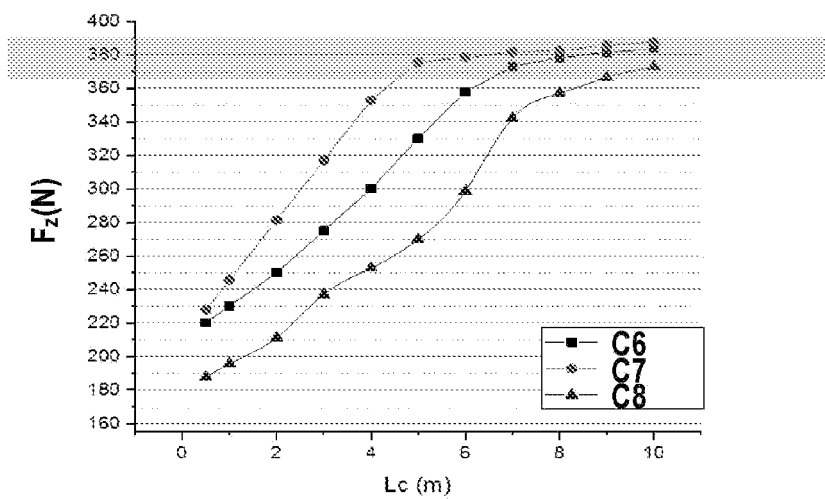
[Fig. 1]



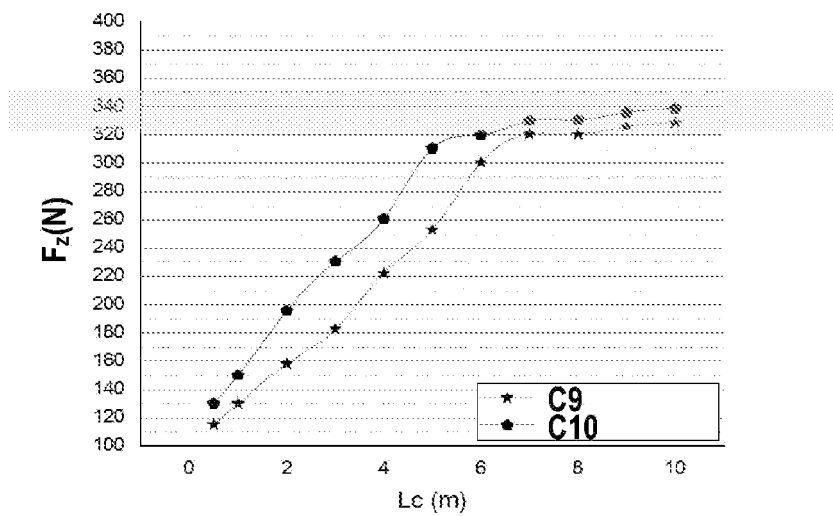
[Fig. 2A-2C]



2A

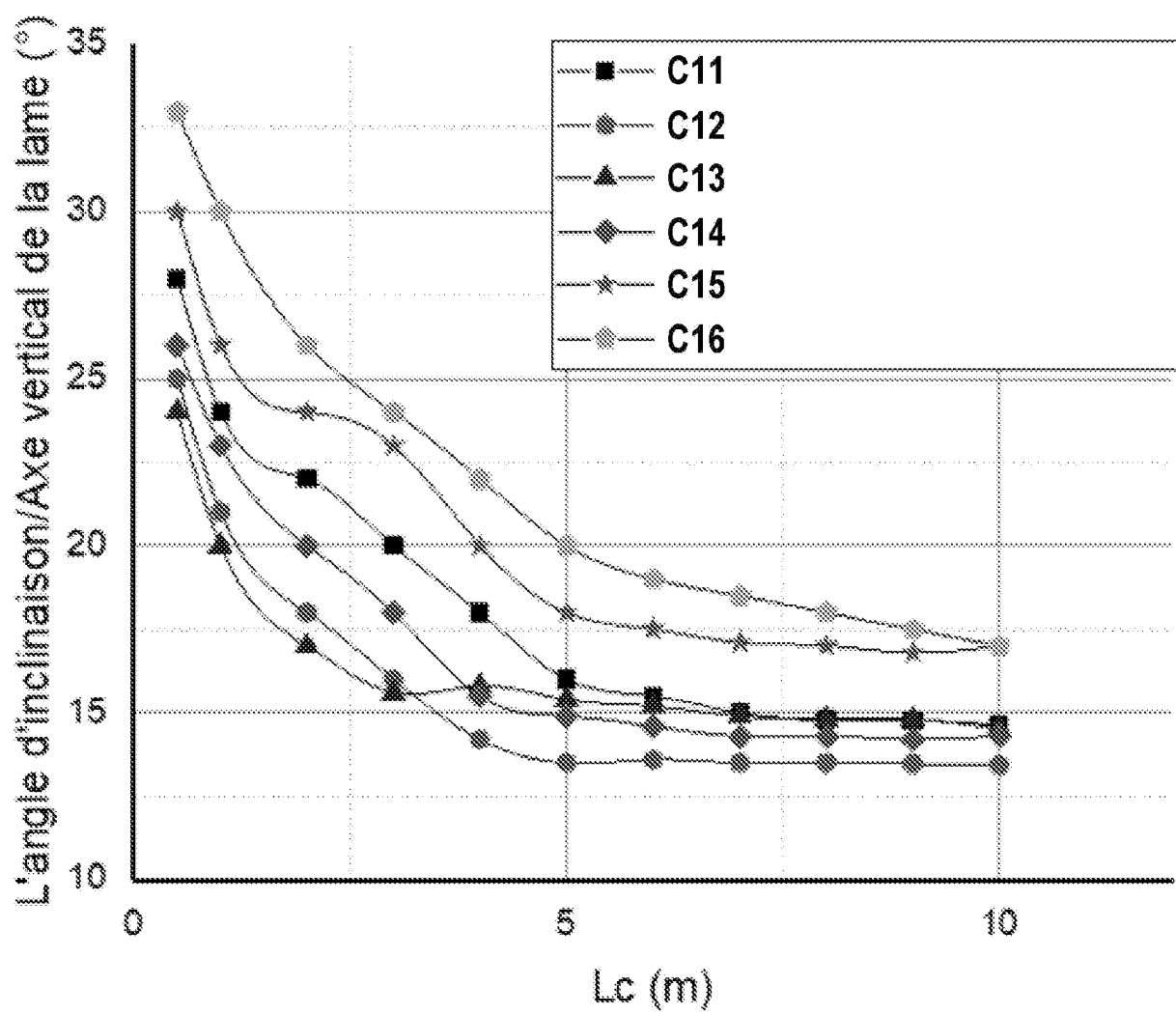


2B



2C

[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 4 294 047 A (PEARL DAVID R)
13 octobre 1981 (1981-10-13)

EP 0 418 163 A1 (LECTRA SYSTEMES SA [FR])
20 mars 1991 (1991-03-20)

US 2021/379718 A1 (VAN SPRANG JOACHIM [DE]
ET AL) 9 décembre 2021 (2021-12-09)

Cosson-Coche Quentin ET AL: "CUTTING
FLEXIBLE SHEET MATERIALS USING A VIBRATING
BLADE - DESIGN OF AN INTELLIGENT CONTROL
SYSTEM FOR CUTTING MACHINES",
Proceedings in Manufacturing Systems,
1 janvier 2014 (2014-01-01), pages
157-162, XP055958299,
Extrait de l'Internet:
URL:[http://icmas.eu/Journal_archive_files/
Vol_9-Issue3_2014_PDF/157-162_COSSON-COCHE
.pdf](http://icmas.eu/Journal_archive_files/Vol_9-Issue3_2014_PDF/157-162_COSSON-COCHE.pdf)
[extrait le 2022-09-06]

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT