

ROYAUME DE BELGIQUE

NUMERO DE PUBLICATION : 1016882A3

SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE DEPOT : 2005/0401

Classif. Internat. : B24B B24D

Date de délivrance le : 04 Septembre 2007

Office de la Propriété intellectuelle

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 23 Août 2005 à 10H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.
New Bond Street 1, Worcester, MASSACHUSETTS 01615(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : PLUCKER Guy, OFFICE KIRKPATRICK S.A., Avenue Wolfers 32 - B
1310 LA HULPE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE DE RECTIFICATION SANS CENTRE.

PRIORITE(S) 24.08.04 US USA10925127

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 04 Septembre 2007
PAR DELEGATION SPECIALE :


DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller**.be**

Procédé de rectification sans centreArrière-plan de l'invention

La présente invention concerne un procédé de rectification sans centre et des outils abrasifs utilisés dans la rectification sans centre et d'autres procédés de rectification cylindrique de surfaces conçus pour permettre de retirer un petit ou un gros volume de matière dans la production de nombreuses catégories de diverses pièces.

10 La rectification sans centre ("centerless") est un procédé pour rectifier rapidement et précisément la surface de pièces difficiles à tenir. La pièce qui doit être rectifiée, c'est-à-dire la pièce à usiner, est supportée fermement directement en dessous de l'élément
15 tranchant sans application d'une pression à une ou plusieurs extrémités de la pièce, ce qui autorise la réalisation de coupes plus fortes ou plus profondes et rend possible la rectification de pièces longues, friables ou facilement déformables. Parmi les pièces
20 fabriquées par rectification sans centre, on peut citer les paliers droits ou effilés, cylindres, barres, aiguilles, bagues, boulons, boutons-pressions, pistons, garnitures de pistons, canons, tiges, arbres, anneaux, poussoirs, éléments de stylos, aiguilles hypodermiques,
25 pièces forgées et de nombreux autres articles en différents matériaux métalliques, plastiques, céramiques et composites.

La rectification sans centre diffère d'autres types de rectification en ce que la pièce à usiner n'est
30 pas suspendue entre des centres ou par d'autres

fixations rattachées à une extrémité ou à une surface de la pièce à usiner. Au contraire, la pièce à usiner repose sur une lame ou un support, et une meule d'entraînement, le plus souvent en un matériau à base de caoutchouc, est en contact avec la pièce à usiner, la forçant contre le support et contre une meule de travail. Dans les systèmes les plus courants, la rotation de la meule de travail entraîne également la rotation de la pièce à usiner, la pression de coupe développée par la meule de travail force la pièce à usiner contre la meule d'entraînement et le support, et la meule d'entraînement commande la vitesse de rotation de la pièce à usiner. Dès lors, la meule de travail et la pièce à usiner peuvent tourner à un nombre différent de tours par minute (rpm - revolutions per minute). Par exemple, une vitesse de meule de travail de 38,10 m/s (7 500 sfpm (surface feet per minute)) peut être utilisée avec une vitesse de meule d'entraînement (et une vitesse de la pièce à usiner correspondante) de 0,18 à 4,57 m/s (36 à 900 sfpm). La rectification sans centre permet des procédés de rectification en continu ou semi-automatiques car des pièces peuvent être introduites en continu dans le système, pour autant que la meule reste dans les limites des spécifications.

Il existe donc une demande continue, dans les opérations de rectification, de meules de travail améliorées pour la rectification sans centre, ces meules devant avoir des profils constants sur tout le corps de la meule pendant la rectification, être résistantes à une usure excessive et efficaces pour retirer de la matière des pièces à usiner en laissant à la pièce des

dimensions, une forme et un fini lisse et uniformément constant.

Par le passé, les meules de travail pour la rectification sans centre étaient typiquement améliorées
5 par l'augmentation de leur grade de dureté par le biais d'une réduction de la porosité de la meule, d'une augmentation de la teneur en grains abrasifs et en liant et/ou d'une augmentation de la densité du composite abrasif composant la meule. En général, ces mesures
10 augmentaient l'efficacité de rectification de tout procédé donné, c'est-à-dire le rapport G (taux de matière retirée/taux d'usure de la meule ou MRR (material removal rate)/WWR (wheel wear rate)), jusqu'au point où les forces de rectification avec ces meules
15 plus dures commençaient à interférer avec la qualité de la pièce ou dépassaient la capacité de puissance de la machine ou, en particulier dans le cas de meules avec liant organique, augmentaient le taux d'usure de la meule à cause de la dégradation excessive du liant sous
20 l'effet de la chaleur et du détachement prématuré de grains abrasifs non utilisés du composite abrasif.

On a découvert à présent que certains outils abrasifs ayant des grades de dureté inférieurs présentent une efficacité de rectification améliorée
25 dans des procédés de rectification sans centre et d'autres procédés de rectification en raison des propriétés de matériau et de la microstructure du composite abrasif, en particulier le moyen par lequel les grains abrasifs sont ancrés à l'intérieur du composite. Ces outils abrasifs se comportent d'une
30 manière significativement plus efficace que les

meilleurs outils abrasifs de l'état de la technique, spécialement lorsque l'on considère le volume de grains abrasifs nécessaire pour retirer des quantités équivalentes de matière d'une pièce à usiner. Ces outils ont une utilité dans la rectification et l'ébarbage en fonderie, et dans la rectification de profilés, barres et aiguilles, où l'on a utilisé des outils abrasifs de plus grande densité, ainsi que dans la rectification sans centre.

10 Résumé de l'invention

L'invention porte sur un procédé de rectification sans centre comprenant les étapes suivantes :

15 (a) la fourniture d'une meule abrasive liée, comprenant un composite tridimensionnel contenant

20 (i) une première phase comprenant de 20 à 48% en volume de grains abrasifs liés avec de 20 à 48% en volume de matériau liant organique et moins de 10% en volume de porosité, de 50 à 100% en volume des grains abrasifs étant sous la forme d'une pluralité de grains agglomérés ensemble par frittage des grains avec un matériau liant inorganique, et la première phase étant la phase continue du composite; et

25 (ii) une seconde phase constituée de 16 à 34% en volume de porosité; l'outil abrasif lié se caractérisant par un grade de dureté entre J et S sur l'échelle de grades de la société Norton Company et une vitesse d'éclatement minimum de 30,48 m/s (6 000 sfpm);

30 (b) le montage de la meule abrasive liée sur une rectifieuse sans centre;

(c) la mise en rotation de la meule; et

(d) la mise en contact d'une surface de rectification de la meule en rotation avec une pièce à usiner mise en rotation par une meule d'entraînement et supportée par un porte-pièce pendant une période de
5 temps suffisante pour rectifier la pièce à usiner;

de façon telle que la meule retire de la matière de la pièce à usiner à un rythme de retrait de matière efficace, la surface de rectification de la meule reste sensiblement exempte de fragments d'usure
10 dus à la rectification et, une fois la rectification terminée, la pièce à usiner est sensiblement exempte de dommages causés par la chaleur.

Les meules de travail efficaces utiles dans le procédé selon l'invention peuvent être sélectionnées
15 parmi les outils abrasifs liés comprenant un composite tridimensionnel de

(a) une première phase comprenant de 20 à 48% en volume de grains abrasifs liés avec de 20 à 48% en volume de matériau liant organique et moins de 10% en
20 volume de porosité, de 50 à 100% en volume des grains abrasifs étant sous la forme d'une pluralité de grains agglomérés ensemble par frittage des grains avec un matériau liant inorganique, et la première phase étant la phase continue du composite; et

25 (b) une seconde phase constituée de 16 à 34% en volume de porosité;

dans lequel l'outil abrasif lié se caractérise par un grade de dureté entre J et S sur l'échelle de grades de la société Norton Company et une vitesse
30 d'éclatement minimum de 30,48 m/s (6 000 sfpm).

Description détaillée de l'invention

Le procédé de rectification sans centre de l'invention est un procédé de rectification cylindrique pour la finition du diamètre extérieur ou intérieur d'une pièce à usiner qui est mis en oeuvre au moyen de meules de travail sélectionnées ayant des structures de meule et des propriétés physiques inhabituelles. Ces meules permettent d'assurer la finition de la surface de pièces plus rapidement et beaucoup plus efficacement que cela n'était possible avec les procédés de rectification sans centre de l'état de la technique recourant à des meules de travail conventionnelles.

Une configuration d'un système de rectification sans centre typique est illustrée à la Fig. 1. Dans la configuration illustrée, l'axe (A) de la pièce à usiner ou de la pièce (10) est placé au-dessus des axes (B, C) des meules de travail (11) et d'entraînement (12). Cela permet de produire des pièces avec un fini rond, comme des paliers. Plus la pièce à usiner est placée haut au-dessus de l'axe (B, C), plus vite la pièce à usiner (10) est arrondie. Le support (13) peut être plat ou angulaire en fonction de la forme finie souhaitée pour la pièce (10). Si les axes (A, B, C) de la pièce à usiner (10), de la meule de travail (11) et de la meule d'entraînement (12) se trouvent dans le même plan, la pièce rectifiée sera de diamètre constant, mais pas nécessairement de forme cylindrique. Diverses formes triangulaires à trois arcs sont possibles, en fonction du fait que le support (13) sur lequel repose la pièce à usiner est plat ou angulaire. Il est également possible de placer la pièce

à usiner (10) en dessous des axes (B, C) des meules de travail (11) et d'entraînement (12). Dans ce cas, on peut rectifier des pièces à usiner longues, comme des barres ou des tiges sans fouettement ou broutement, et
5 la pièce à usiner (10) peut être maintenue très fermement contre le support (13).

La pièce à usiner peut être traitée par rectification à l'enfilade, par rectification en plongée, par rectification extérieure en plongée ou par
10 une combinaison de ces techniques. Ainsi, des pièces effilées sont fabriquées par des procédés de rectification extérieure en plongée, des pièces de diamètre variable comportant des chapeaux ou des épaulements sont fabriquées par des procédés de
15 rectification en plongée et des pièces cylindriques droites, étroites ou larges, sont fabriquées par des procédés de rectification à l'enfilade.

Un type de meule abrasive liée préférée pour la rectification sans centre est un cylindre, comportant
20 deux faces circulaires, un trou de montage et un périmètre radial, et la surface de rectification de la meule est le périmètre radial du cylindre. La meule abrasive liée a une vitesse d'éclatement minimum de 30,6 m/s (6 000 sfpm) et elle a de préférence une
25 vitesse d'éclatement de 38,10 m/s (7 500 sfpm).

Dans le procédé de l'invention, une meule de travail sélectionnée est montée sur un arbre d'une rectifieuse sans centre et mise en rotation de préférence à environ 27,94 à 48,96 m/s (5 500 à
30 9 600 sfpm), de manière plus préférée à 30,6 à 45,9 m/s (6 000 à 9 000 sfpm). Si on remplace les meules de

l'état de la technique par la meule de travail sélectionnée, l'opération de rectification est plus efficace car les meules ont une durée de vie plus longue, chaque meule peut rectifier plus de pièces et moins de changements sont requis sur la rectifieuse pour fabriquer le même volume de pièces. Le procédé peut être mis en oeuvre à une quelconque vitesse spécifiée pour la rectifieuse sans centre particulière en cours de fonctionnement, pourvu que la vitesse ne dépasse pas les limitations de sécurité de la meule sélectionnée (c'est-à-dire les limites de vitesse d'éclatement de la meule).

Des machines sans centre appropriées sont disponibles chez Cincinnati Grinders, Inc., Cincinnati, Ohio (par exemple, n° 0, n° 2, n° 3, 4, Cinco 15, 230-10 Twin grip, série 300, etc.), Koyo Machine Industries Co., Ltd., Japon (modèles KC-200, KC-33, KC-400), Lidköping, Suède (modèles 2C, 3B, 520, 630, 740, etc.), Litton Industrial Automation, Waynesboro, PA, Landis Tool Co., (Landis n° 12, n° 12½, Landis 12R, 14R et 24CR) et beaucoup d'autres fabricants de machines.

Les meules abrasives liées spécifiées pour mettre en oeuvre le procédé de rectification sans centre de l'invention se caractérisent par une combinaison jusque là inconnue de structure de meule et de propriétés physiques. Comme utilisé ici, le terme "structure de meule" désigne les pourcentages en volume relatifs des grains abrasifs, du liant (y compris les charges, le cas échéant) et de la porosité contenus dans la meule de travail. Le "grade" de dureté de la meule réfère à la désignation au moyen d'une lettre donnée au comportement de la meule dans une opération de

rectification. Pour un type de liant donné, le grade est fonction de la porosité de la meule, de la teneur en grains et de certaines propriétés physiques, comme la densité après durcissement à chaud, le module d'élasticité et la pénétration au jet de sable (cette dernière propriété est plus typique des meules avec liant vitrifié). Le "grade" de la meule prédit la résistance à l'usure de la meule pendant la rectification et l'intensité de la rectification par la meule, c'est-à-dire, quelle puissance sera nécessaire pour utiliser la meule dans une opération de rectification donnée. La désignation du grade de la meule au moyen d'une lettre est attribuée selon une échelle de grades de la société Norton Company connue dans la technique, dans laquelle les grades les plus tendres sont désignés par la lettre A et les grades les plus durs sont désignés par la lettre Z (voir par exemple le brevet US-A-1 983 082 de Howe et al.). En se référant aux grades des meules, l'homme du métier peut habituellement remplacer une meule connue par des nouvelles spécifications de meule et prédire que la nouvelle meule se comportera d'une manière similaire, ou supérieure, à la meule connue.

Si l'on prend comme point de départ les performances connues des meules avec liant organique, les meules spécifiées pour mettre en œuvre le procédé de rectification sans centre décrit ici se caractérisent par un grade inférieur, c'est-à-dire qu'elles sont plus tendres, que les meules connues offrant une efficacité de performances comparable. Les meules ayant un grade Norton d'environ J à S sur une échelle mesurant l'effet

liant des résines phénoliques sont préférées et les catégories M à R sont les plus préférées. Les meules utiles dans l'invention présentent des valeurs de module d'élasticité inférieures à celles de meules connues ayant des volumes de porosité équivalents, mais, de manière assez inattendue, elles présentent des valeurs supérieures de rapport G (rapport taux de matière retirée/taux d'usure de la meule). Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues dans le même procédé de rectification utilisant des meules comparatives faites des mêmes matériaux mais ayant un grade de dureté de T à Z.

Les outils abrasifs liés peuvent avoir une densité inférieure à 2,4 g/cc, ils ont de préférence une densité inférieure à 2,2 g/cc, et ils ont de manière plus préférée une densité inférieure à 2,0 g/cc.

Les outils abrasifs liés utiles dans l'invention sont des meules de travail comprenant environ de 20 à 48% en volume, de préférence de 24 à 44% en volume et de manière la plus préférée de 26 à 38% en volume de grains abrasifs. Un total de 50 à 100% en volume des grains abrasifs se trouvent sous la forme d'une pluralité de grains agglomérés ensemble par frittage des grains avec un matériau liant inorganique.

Dans une forme de réalisation préférée, les outils abrasifs avec liant organique comprennent environ de 20 à 48% en volume, de manière plus préférée de 28 à 38% en volume et de manière la plus préférée de 26 à 38% en volume de liant organique.

Une première phase, continue, de ces outils abrasifs comprend un composite des grains abrasifs,

liant et moins de 10% en volume de porosité. Ces outils comprennent également une seconde phase, constituée d'environ 16 à 34% en volume de porosité, de préférence de 18 à 28% en volume de porosité et de manière la plus préférée de 18 à 24% en volume de porosité. Pour toute meule donnée, la somme des pourcentages en volume des grains, liant et porosité pour la combinaison des première et seconde phases est égale à 100%.

Les outils abrasifs avec liant organique comprennent de préférence de 20 à 44% en volume d'agglomérats de grains abrasifs frittés, de 20 à 48% en volume de liant organique et de 16 à 34% en volume de porosité. Les agglomérats poreux de grains abrasifs frittés faits de matériaux de liaison inorganiques (par exemple, des matériaux de liaison vitrifiés ou céramiques) sont préférés parce qu'ils permettent à la résine liante organique de pénétrer par effet de mèche à l'intérieur des agglomérats poreux durant le durcissement thermique de l'outil abrasif lié, renforçant ainsi le point d'ancrage ou de liaison par lequel les grains abrasifs sont maintenus à l'intérieur du composite abrasif. En dépit de la porosité de ces agglomérats de grains et de la petite quantité (au moins 1% en volume, de préférence de 2 à 12% en volume) de liant inorganique maintenant les grains abrasifs dans les agglomérats, les meules conservent les bonnes caractéristiques de résistance mécanique, de résistance à l'usure de la meule et de performances d'attaque d'une meule de travail ayant une désignation de grade nettement supérieure.

Les meules utiles dans l'invention ont un module d'élasticité inférieur à 20 GPa, de préférence inférieur à 18 GPa, et de manière la plus préférée inférieur à 16 GPa. Entre autres caractéristiques, une
5 meule fabriquée avec une quantité efficace (par exemple, au moins 50% en volume de teneur en grains abrasifs ou au moins 20% en volume du volume total de la meule après durcissement à chaud) d'agglomérats de grains abrasifs présentera un module d'élasticité inférieur à celui de
10 meules de rectification sans centre utilisées à échelle commerciale et fabriquées sans agglomérats de grains abrasifs. Les outils abrasifs liés de l'invention ont une microstructure de grains agglomérés frittés dans laquelle le diamètre moyen des agglomérats frittés se
15 situe de préférence entre 200 et 850 micromètres environ (entre 20 et 100 mesh environ, selon la norme américaine de dimensions déterminées par tamisage) pour des grosseurs de grains abrasifs de 508 à 173 micromètres (46 à 100). Dans une forme de réalisation préférée, le
20 diamètre moyen des agglomérats frittés est approximativement égal à la taille moyenne des pores, la taille des pores étant mesurée à un point d'ouverture maximum et l'agglomérat étant mesuré à un point de diamètre maximum.

25 La porosité à l'intérieur de la meule abrasive provient de l'espace ouvert fourni par la densité de tassement naturel des composants de l'outil, en particulier les agglomérats abrasifs et, facultativement, par l'adjonction d'agents d'induction
30 de pores conventionnels. Les agents d'induction de pores appropriés incluent, mais sans y être limités, des

sphères de verre creuses, des sphères ou billes creuses de matériau plastique ou de composés organiques, des particules de verre expansé, de la mullite présentant des bulles et de l'alumine présentant des bulles, et des combinaisons de ceux-ci. Les outils peuvent être fabriqués avec des inducteurs de porosité à alvéoles ouvertes, comme des billes de naphtalène ou d'autres granules organiques, qui peuvent être retirés après le moulage de l'outil pour laisser des espaces vides à l'intérieur de la matrice de l'outil, ou ils peuvent être fabriqués avec des agents d'induction de pores creux à alvéoles fermées (par exemple, des sphères de verre creuses). Les outils abrasifs préférés de l'invention soit ne contiennent pas d'agents d'induction de pores ajoutés soit contiennent une petite quantité d'agents d'induction de pores ajoutés propre à conférer à l'outil abrasif une teneur en porosité de 17 à 33% en volume.

Les outils finis contiennent facultativement des grains abrasifs secondaires ajoutés, des charges, des adjuvants de rectification et des agents d'induction de pores, et des combinaisons de ces matériaux. Si des grains abrasifs sont utilisés en combinaison avec les agglomérats abrasifs, les agglomérats représentent de 50 à 100% en volume, de préférence d'environ 70 à environ 100% en volume, du total des grains abrasifs de l'outil. Facultativement, les outils peuvent contenir une pluralité de grains agglomérés ensemble par durcissement à chaud avec un matériau liant organique (par exemple, de la résine phénolique ou d'autres matériaux liants organiques utilisés dans la fabrication d'outils

abrasifs). Si de tels grains abrasifs secondaires sont utilisés, ces grains abrasifs représentent de préférence d'environ 0,1 à environ 50% en volume du total des grains abrasifs de l'outil et, de manière plus préférée, d'environ 0,1 à 30% en volume du total des grains abrasifs de l'outil. Les grains abrasifs secondaires non agglomérés appropriés comprennent, mais sans y être limités, les matériaux suivants : grains de différents oxydes d'aluminium, alumine sol gel, bauxite frittée, carbure de silicium, alumine-zircone, oxynitride d'aluminium, oxyde de cérium, sous-oxyde de bore, nitride de bore cubique, diamant, silex et grenat, et de combinaisons de ceux-ci.

Les outils abrasifs de l'invention sont de préférence liés avec un liant organique. L'un quelconque des divers liants à base de résine organique thermodurcissable connus dans la technique de fabrication d'outils abrasifs peut être sélectionné pour être utilisé ici. Le matériau liant organique peut être sélectionné dans le groupe constitué des éléments suivants : matériaux à base de résine phénolique, matériaux à base de résine époxy, matériaux à base de résine polyimide, matériaux à base de caoutchouc, matériaux à base de résine phénol-formaldéhyde, matériaux à base de résine urée-formaldéhyde, matériaux à base de résine mélamine-formaldéhyde, matériaux à base de résine acrylique et des combinaisons de ceux-ci. Parmi ces liants organiques utilisés à échelle commerciale dans la fabrication de meules de travail, les liants phénoliques sont préférés pour leur

résistance, leur coût, leur disponibilité et des considérations de fabrication.

On trouvera des exemples de liants appropriés et de techniques de fabrication de ces liants par exemple dans les brevets US n° 6 251 149 B1, 6 015 338, 5 976 204, 5 827 337 et 3 323 885, qui sont incorporés ici à titre de référence. L'utilisation des liants et procédés de fabrication décrits dans la demande de brevet américain conjointement cédée n° 10/060 982 de Simon, dont le contenu est incorporé ici à titre de référence, et de ceux du brevet US n° 3 323 885 est préférée ici. Les outils avec liant organique peuvent être mélangés, moulés et durcis à chaud ou frittés selon une variété de méthodes de traitement, et avec une variété de proportions des composants grains abrasifs ou agglomérats, liant et porosité comme connu dans la technique.

La qualité de la meule abrasive peut être caractérisée en déterminant la densité, le module d'élasticité, la résistance mécanique, exprimée en "vitesse d'éclatement" relative (la vitesse de rotation à laquelle la force centrifuge fait voler la meule en éclats), et par la durée de vie de la meule, ou la résistance à l'usure durant la rectification.

La densité et la dureté des outils abrasifs dépendent de la sélection des agglomérats, du type du liant et des autres composants de l'outil, de la teneur en porosité, ainsi que de la taille ou du type du moule et du procédé de pressage sélectionné.

Les meules abrasives peuvent être moulées et pressées par tout moyen connu dans la technique, y

compris des techniques de pressage à chaud et à froid. Il faut être attentif à la sélection de la pression de moulage pour former les meules crues pour éviter d'écraser une trop grande quantité d'agglomérats de grains abrasifs (par exemple, plus de 50% en volume des agglomérats) et pour préserver la structure tridimensionnelle des agglomérats. La pression maximum appliquée appropriée pour fabriquer les meules de l'invention dépend de la forme, de la taille, de l'épaisseur et du composant liant de la meule abrasive, et de la température de moulage. Les agglomérats de l'invention ont une résistance mécanique suffisante pour résister aux étapes de moulage et de pressage mises en oeuvre dans les procédés de fabrication à échelle commerciale typiques pour la fabrication d'outils abrasifs.

Les meules abrasives peuvent être durcies à chaud par des procédés connus de l'homme du métier. Les conditions de durcissement à chaud sont déterminées principalement par le liant et les abrasifs effectivement utilisés, et par le type de matériau de liaison contenu dans l'agglomérat de grains abrasifs. En fonction de la composition chimique du liant sélectionné, un liant organique peut être chauffé à 120 à 250°C, de préférence à 160 à 185°C, pour conférer les propriétés mécaniques nécessaires pour rectifier des métaux ou d'autres matériaux.

Les agglomérats de grains abrasifs utiles dans l'invention sont des structures tridimensionnelles ou granules, y compris des composites poreux frittés de grains abrasifs et de matériau de liaison. Les

agglomérats ont de préférence une densité de tassement lâche (loose packing density - LPD) $\leq 2,0$ g/cc, de manière plus préférée $\leq 1,6$ g/cc, une taille moyenne d'environ 2 à 20 fois la grosseur de grain abrasif moyenne, et une porosité d'environ 30 à 88% en volume. Les agglomérats de grains abrasifs ont de préférence une valeur minimum de résistance à l'écrasement de 0,2 MPa.

Les grains abrasifs peuvent inclure un ou plusieurs types de grains abrasifs connus pour être utilisés dans les outils abrasifs, comme des grains d'alumine, y compris l'alumine fondue, frittée et frittée par voie sol gel, la bauxite frittée, etc., carbure de silicium, alumine-zircone, oxynitride d'aluminium, oxyde de cérium, sous-oxyde de bore, grenat, silex, diamant, y compris le diamant naturel et synthétique, nitrure de bore cubique (CBN - cubic boron nitride) et des combinaisons de ceux-ci. Toutes taille ou forme de grains abrasifs peuvent être utilisées. Par exemple, les grains peuvent inclure des grains allongés d'alumine frittée par voie sol gel ayant un rapport longueur-largeur élevé du type divulgué dans le brevet US n° 5 129 919.

Les tailles de grains appropriées pour un usage ici sont dans la plage habituelle des grosseurs des grains abrasifs (par exemple, supérieures à 60 et allant jusqu'à 7 000 micromètres). Pour une opération donnée de rectification par abrasion, il peut être souhaitable d'agglomérer des grains abrasifs d'une grosseur de grain inférieure à une grosseur de grains abrasifs (non agglomérés) sélectionnée normalement pour cette opération de rectification par abrasion. Par

exemple, des grains abrasifs agglomérés d'une grosseur de grain de 80 peuvent remplacer des grains abrasifs d'une grosseur de grains de 54, des grains agglomérés de 80 de grosseur remplacer des grains de 60 de grosseur et
5 des grains agglomérés de 120 de grosseur remplacer des grains abrasifs de 80 de grosseur.

La taille d'agglomérat fritté préférée pour des grains abrasifs typiques se situe entre environ 200 et 3 000, de manière plus préférée entre 350 et 2 000,
10 de manière la plus préférée entre 425 et 1 000 micromètres de diamètre moyen.

Les grains abrasifs sont présents entre environ 10 et 65% en volume, de manière plus préférée entre 35 et 55% en volume, et de manière la plus
15 préférée entre 48 et 52% en volume du volume total de l'agglomérat fritté.

Les matériaux de liaison utiles dans la fabrication des agglomérats incluent de préférence des matériaux céramiques et vitrifiés, de préférence de la
20 sorte utilisée comme systèmes de liaison pour les outils abrasifs avec liant vitrifié. Ces matériaux liants vitrifiés peuvent être un verre préchauffé moulu en une poudre (une fritte), ou un mélange de divers matériaux bruts comme l'argile, le feldspath, le calcaire, le
25 borax et la soude, ou une combinaison de matériaux frittés et bruts. Ces matériaux fondent et forment une phase vitreuse liquide à des températures entre environ 500 et 1 400°C et mouillent la surface des grains abrasifs pour créer des points de liaison lors du
30 refroidissement, maintenant ainsi les grains abrasifs à l'intérieur d'une structure composite. Des exemples de

matériaux de liaison appropriés à utiliser dans les agglomérats sont donnés dans le tableau I-1 ci-dessous. Les matériaux de liaison préférés se caractérisent par une viscosité d'environ 34,5 à 5 530 Pa.s (345 à 55 300 poises) à 1 180°C, et par une température de fusion d'environ 800 à 1 300°C.

Dans une forme de réalisation préférée, le matériau de liaison est une composition liante vitrifiée comprenant une composition d'oxydes chauffée de 71% en poids de SiO₂ et de B₂O₃, 14% en poids de Al₂O₃, moins de 0,5% en poids d'oxydes alcalino-terreux et 13% en poids d'oxydes alcalins.

Le matériau de liaison peut aussi être un matériau céramique incluant, mais sans y être limité, les matériaux suivants : silice, silicates alcalins, silicates alcalino-terreux, mélanges de silicates alcalins et alcalino-terreux, silicates d'aluminium, silicates de zirconium, silicates hydratés, aluminates, oxydes, nitrures, oxynitrures, carbures, oxycarbures et des combinaisons et dérivés de ceux-ci. En général, les matériaux céramiques diffèrent des matériaux vitreux ou vitrifiés en ce que les matériaux céramiques comprennent des structures cristallines. Certaines phases vitreuses peuvent être présentes en combinaison avec les structures cristallines, particulièrement dans des matériaux céramiques à l'état non raffiné. Des matériaux céramiques à l'état brut, comme des argiles, des ciments et des minéraux, peuvent être utilisés ici. Des exemples de matériaux céramiques spécifiques appropriés pour être utilisés ici incluent, mais sans y être limités, les matériaux suivants : silice, silicates de sodium,

mullite et autres alumino-silicates, zircon-mullite, aluminate de magnésium, silicate de magnésium, silicates de zirconium, feldspath et autres alumino-silicates alcalins, spinelles, aluminate de calcium, aluminate de magnésium et autres aluminates alcalins, zircone, zircone stabilisée à l'oxyde d'yttrium, magnésie, oxyde de calcium, oxyde de cérium, oxyde de titane ou autres additifs à base de terres rares, talc, oxyde de fer, oxyde d'aluminium, bohémite, oxyde de bore, oxyde de cérium, oxynitride d'aluminium, nitride de bore, nitride de silicium, graphite et des combinaisons de ces matériaux céramiques.

Le matériau de liaison est utilisé sous une forme réduite en poudre et peut être ajouté à un excipient liquide pour assurer un mélange uniforme et homogène du matériau de liaison avec les grains abrasifs durant la fabrication des agglomérats.

Une dispersion de liants organiques est de préférence ajoutée aux composants du matériau de liaison réduits en poudre en tant qu'adjuvants de moulage ou de fabrication. Ces liants peuvent inclure des dextrines, de l'amidon, de la colle animale et d'autres types de colles; un composant liquide, comme de l'eau, un solvant, des modificateurs de viscosité ou de pH; et des adjuvants de mélange. L'utilisation de liants organiques améliore l'uniformité des agglomérats, en particulier l'uniformité de la dispersion du matériau de liaison sur les grains, et la qualité structurelle des agglomérats calcinés ou crus, ainsi que celle de l'outil abrasif chauffé contenant les agglomérats. Comme les liants s'éliminent en brûlant durant le chauffage des

agglomérats, ils ne font plus partie de l'agglomérat fini ni de l'outil abrasif fini.

Un promoteur d'adhérence inorganique peut être ajouté au mélange pour améliorer l'adhérence des matériaux de liaison aux grains abrasifs si nécessaire pour améliorer la qualité de mélangeage. Le promoteur d'adhérence inorganique peut être utilisé avec ou sans liant organique dans la préparation des agglomérats.

Bien que des matériaux de liaison à haute température de fusion soient préférés dans les agglomérats de l'invention, le matériau de liaison peut également comprendre d'autres liants inorganiques, liants organiques, matériaux liants organiques, matériaux liants métalliques et combinaisons de ceux-ci. Les matériaux de liaison utilisés dans le secteur des outils abrasifs comme liants pour les abrasifs avec liant organique, les abrasifs revêtus, les abrasifs avec liant métallique et similaires sont préférés.

Le matériau de liaison est présent à environ 0,5 à 15% en volume, de manière plus préférée à 1 à 10% en volume, et de manière la plus préférée à 2 à 8% en volume de l'agglomérat.

Le pourcentage en volume de porosité préféré dans l'agglomérat est aussi élevé que cela est techniquement possible dans les limitations de résistance mécanique de l'agglomérat requises pour la fabrication d'un outil abrasif et pour son utilisation en rectification. La porosité peut se situer entre 30 et 88% en volume, de préférence entre 40 et 80% en volume et de manière la plus préférée entre 50 et 75% en volume. Une partie (par exemple jusqu'à environ 75% en

volume) de la porosité dans les agglomérats est présente de préférence sous forme de porosité interconnectée ou de porosité perméable à l'écoulement de fluides, y compris les liquides (par exemple, le liquide de refroidissement pour meulage et la boue de meule), l'air et le matériau liant résineux fondu durant le durcissement à chaud de la meule. On pense que les matériaux liants organiques migrent dans les vides interstitiels des agglomérats de grains abrasifs frittés pendant que la meule subit son durcissement à chaud, renforçant ainsi la liaison entre les grains et ouvrant la structure de la meule jusqu'à des volumes de porosité jusque là impossibles à obtenir sans une perte attendue de résistance mécanique.

La densité des agglomérats peut s'exprimer de plusieurs manières. La densité apparente peut s'exprimer par la LPD. La densité relative des agglomérats peut s'exprimer comme un pourcentage de la densité relative initiale, ou comme un rapport de la densité relative des agglomérats aux composants utilisés pour fabriquer les agglomérats, en tenant compte du volume de la porosité interconnectée dans les agglomérats.

La densité relative moyenne initiale, exprimée en pourcentage, peut être calculée en divisant la LPD (ρ) par une densité théorique des agglomérats (ρ_0), en supposant une porosité nulle. La densité théorique peut être calculée selon le procédé de la formule volumétrique des mélanges à partir du pourcentage en poids et du poids spécifique du matériau de liaison et des grains abrasifs contenus dans les agglomérats. Pour les agglomérats frittés de l'invention, une densité

relative maximum en pour cent est de 50% en volume, une densité relative maximum en pour cent de 30% en volume étant plus préférée.

5 La densité relative peut être mesurée par une technique volumétrique par déplacement de fluide de manière à inclure la porosité interconnectée et à exclure la porosité sous forme d'alvéoles fermées. La densité relative est le rapport du volume de l'agglomérat fritté mesuré par déplacement de fluide au
10 volume des matériaux utilisés pour fabriquer l'agglomérat fritté. Le volume des matériaux utilisés pour fabriquer l'agglomérat est une mesure du volume apparent basée sur les quantités et les densités de tassement des grains abrasifs et du matériau liant
15 utilisé pour fabriquer les agglomérats. Pour les agglomérats frittés de l'invention, une densité relative maximum des agglomérats frittés est de préférence 0,7, une densité relative maximum de 0,5 étant plus préférée.

20 Les agglomérats utilisés dans les outils abrasifs liés décrits ici peuvent être fabriqués selon des procédés divulgués dans le brevet US conjointement détenu n° 6 679 758, qui est incorporé ici à titre de référence. Comme divulgué dans ce document, on alimente un dispositif rotatif de calcination au moyen d'un
25 simple mélange des grains et du matériau de liaison (facultativement avec un liant organique) et le liant est chauffé (par exemple, entre environ 650 et environ 1400°C) pour former un liant vitreux ou vitrifié retenant les grains ensemble en un agglomérat. Pour
30 agglomérer des grains abrasifs avec des matériaux de liaison durcissant à des températures inférieures (par

exemple, d'environ 145 à environ 500°C), une variante de réalisation de ce dispositif à four rotatif peut être utilisée. La variante de réalisation, un séchoir rotatif, est équipée pour fournir de l'air réchauffé à l'extrémité de décharge du tube pour chauffer le mélange de grains abrasifs, durcir le matériau de liaison, le lier aux grains et agglomérer ainsi les grains abrasifs tels qu'ils sont récupérés à la sortie du dispositif. Comme utilisé ici, le terme "four de calcination rotatif" inclut de tels dispositifs à séchoir rotatif.

Dans un autre procédé de fabrication des agglomérats de grains abrasifs, une pâte peut être faite des matériaux de liaison et des grains avec une solution liante organique et extrudée en particules allongées avec le dispositif et le procédé divulgués dans le document US-A-4 393 021, puis frittée.

Dans un procédé de granulation à sec, une feuille ou un bloc de grains abrasifs noyés dans une dispersion ou une pâte du matériau de liaison peut être séché(e) et ensuite, on peut utiliser un dispositif de compression à rouleau pour casser le composite de grains et de matériau de liaison, cela étant suivi par une étape de frittage.

Dans un autre procédé de fabrication d'agglomérats crus ou précurseurs, le mélange du matériau de liaison et des grains peut être ajouté à un dispositif de moulage et le mélange peut être moulé pour former des formes et tailles précises, par exemple, de la manière divulguée dans le brevet US n° 6 217 413 B1.

Dans un autre procédé utile ici pour fabriquer des agglomérats, on alimente un four au moyen d'un

mélange de grains abrasifs, de matériaux de liaison et d'un système liant organique, sans pré-agglomération et on fait chauffer. Le mélange est élevé à une température suffisamment haute pour amener le matériau de liaison à fondre, à couler et à adhérer aux grains, puis refroidi pour former un composite. Le composite est broyé et criblé pour constituer les agglomérats frittés.

Les exemples qui suivent sont fournis à titre d'illustration de l'invention, et non dans un but limitatif.

Exemple 1

Agglomérats grains abrasifs/liant vitrifié

Des matériaux de liaison vitrifiés (voir tableau I-1, notes b et c) sont utilisés pour fabriquer des grains abrasifs agglomérés. Les agglomérats sont préparés selon le procédé de calcination rotative décrit dans le document US n° de série 10/120 969, exemple 1, en utilisant les matériaux décrits ci-dessous. Les agglomérats sont fabriqués avec 3% en poids d'un liant A. La température du dispositif de calcination est réglée à 1 250°C, l'angle du tube est de 2,5 degrés et la vitesse de rotation est de 5 rpm. Les grains abrasifs sont des grains abrasifs 38A d'alumine fondue, grosseur des grains 80, de chez Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc., Worcester, MA, USA.

On fait subir des essais aux agglomérats de grains vitrifiés pour déterminer leur densité de tassement lâche, leur densité relative et leur surface. Les résultats des essais sont repris dans le tableau I-1 ci-dessous. Les agglomérats sont constitués d'une

pluralité de grains abrasifs individuels (par exemple, de 2 à 40 grains) liés ensemble par le matériau de liaison vitrifié au niveau de points de contact de grain à grain, avec des zones de vide visibles. La majorité des agglomérats sont suffisamment résistants au compactage pour conserver un caractère tridimensionnel après avoir été soumis à des opérations de mélange et de moulage pour former la meule abrasive.

Tableau I-1 Agglomérats grains abrasifs/liant vitrifié

N° d'échantillon Mélange : grains, matériau de liaison	Poids du mélange en kg (livres)	% poids grains abrasifs	% poids matériau de liaison	% volume matériau de liaison ^a	LPD g/cc fraction de 500µ (-20/+45 mesh)	Taille moyenne en micromètres (mesh)	Densité relative moyenne en%
AV2 Grain 80 38A Liant A ^b	38,53 (84,94)	94,18	2,99	4,81	1,036	500µ (-20/+45)	26,67
AV3 Grain 80 38A Liant E ^c	153,56 (338,54)	88,62	6,36	9,44	1,055	500µ (-20/+45)	27,75

10 a. Les pourcentages sont sur la base du total des solides, incluent
seulement le matériau de liaison vitrifié et les grains abrasifs, et
excluent toute porosité à l'intérieur des agglomérats. Des matériaux
liants organiques temporaires sont utilisés pour faire adhérer le
liant vitrifié aux grains abrasifs (pour AV2, on utilise 2,83% en
15 poids de liant protéinique liquide et pour AV3, on utilise un
mélange de 3,77% en poids de liant protéinique liquide). Les
matériaux liants organiques temporaires sont éliminés en brûlant
pendant le frittage des agglomérats dans le dispositif de
calcination rotatif et le pourcentage en poids final du matériau de
20 liaison ne les inclut pas.

b. Le liant A (décrit dans le document US 6 679 758, exemple 1) est
un mélange de matériaux bruts (par exemple, de l'argile et des
minéraux) utilisé couramment pour fabriquer des liants vitrifiés
pour meules abrasives. Après l'agglomération, la composition
25 vitreuse frittée du liant A inclut les oxydes suivants (% en

poids) : matière vitrifiable ($\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$) 69%; Al_2O_3 15%; oxydes alcalino-terreux RO (CaO , MgO) 5-6%; oxydes alcalins R_2O (Na_2O , K_2O , Li_2O) 9-10%, et a un poids spécifique de 2,40 g/cc et une viscosité estimée à 1180°C de 2 559 Pa.s (25 590 poises).

5 c. Le liant E (décrit dans le document US 6 679 758, exemple 1) est un mélange de matériaux bruts (par exemple, de l'argile et des minéraux) utilisé couramment pour fabriquer des liants vitrifiés pour meules abrasives. Après l'agglomération, la composition vitreuse frittée du liant E inclut les oxydes suivants (% en
10 poids) : matière vitrifiable ($\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$) 64%; Al_2O_3 18%; oxydes alcalino-terreux RO (CaO , MgO) 6-7%; oxydes alcalins R_2O (Na_2O , K_2O , Li_2O) 11%, et a un poids spécifique de 2,40 g/cc et une viscosité estimée à 1180°C de 5 530 Pa.s (55 300 poises).

15 Meules abrasives

Les agglomérats sont utilisés pour fabriquer des meules abrasives expérimentales (type 1) (dimensions finies 61,0 X 20,3 X 8,08 cm (24 X 8 X 12 pouces)).

Les meules expérimentales sont fabriquées par
20 adjonction des agglomérats à un agitateur rotatif à palettes et mélange aux agglomérats d'une résine phénolique liquide (résine V-1181 de chez Honeywell International Inc., Division Friction, Troy, NY) (24% en poids du mélange résineux). Les agglomérats mouillés
25 sont ajoutés à une résine phénolique en poudre (résine Durez Varcum® 29-717 de chez Durez Corporation, Dallas, TX) (76% en poids du mélange résineux). Les quantités exprimées en pourcentage en poids des agglomérats abrasifs et de la résine liante utilisés pour fabriquer
30 ces meules et la composition des meules finies (y compris le pourcentage en volume d'abrasif, de liant et de porosité dans les meules durcies à chaud) sont repris dans le tableau I-2 ci-dessous.

Les matériaux sont mêlés pendant une durée suffisante pour obtenir un mélange uniforme et minimiser la quantité de liaison lâche. Après le mélange, les agglomérats sont criblés à travers un tamis de 2 000 micromètres (10 mesh) pour morceler tous les gros blocs de résine. Le mélange agglomérat et liant uniforme est placé dans des moules et une pression est appliquée pour former des meules au stade cru (non durcies). Ces meules crues sont retirées des moules, emballées dans du papier enduit et durcies à chaud à une température maximum de 160°C, classifiées, finies et inspectées conformément à des techniques de fabrication de meules de travail à échelle commerciale connues dans la technique.

Tableau I-2 Composition des meules

Echantillon de meule (Agglomérat) Grade	Densité après durcissement g/cc	Composition de la meule % volume			% poids agglomérat	% poids liant
		Grains abrasifs	Liant Total ^c (organique)	Porosité		
Meules expérimentales						
1-1 Grade N	1,928	26	38 (36,2)	26	75,9	24,1
Meules comparatives ^a	Densité après durcissement g/cc	% vol. grains	% vol. liant	% vol. porosité	% poids abrasif	% poids liant
C-1 Grade U	2,574	48	40	12	78,7	21,3

a. Les meules C-1 sont fabriquées avec une résine liante phénolique et ces spécifications de meule sont représentatives de produits de rectification sans centre qui sont commercialisés par Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA. Elles contiennent des grains abrasifs d'alumine de première qualité, des grains d'alumine alpha frittés par voie sol gel Norton SG®, qui ont une efficacité de rectification nettement supérieure à celle des grains d'alumine fondue utilisés dans la meule expérimentale 1-1.

c. Le pourcentage en volume "total" du liant est la somme de la quantité du matériau liant vitrifié utilisé pour agglomérer les grains et de la quantité de la résine liante organique utilisée pour fabriquer la meule de travail. Le pourcentage en volume
5 "(organique)" du liant est la proportion du pourcentage en volume total du liant constitué par la résine organique ajoutée aux agglomérats pour fabriquer la meule de travail.

Essais de rectification

Les meules expérimentales subissent un essai
10 de rectification sans centre en comparaison avec des meules comparatives standard (C-1) liées à l'aide de résine phénolique et représentatives d'une catégorie de meules spécifiée par Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA, comme étant des produits optimaux à
15 utiliser dans des opérations de rectification sans centre à échelle commerciale. Les meules comparatives sont sélectionnées parce qu'elles ont des compositions, structures et propriétés physiques équivalentes à celles des meules utilisées dans des opérations de
20 rectification sans centre à échelle commerciale.

Rectifieuse : Cincinnati 230-12 Twin Grip Centerless

Mode : à l'enfilade

Liquide de refroidissement : Huile soluble dans l'eau
Trim e210 à une concentration de 5%

25 Pièce à usiner : acier 52 100, diamètre 3,05 cm (1,2")
et longueur 2,54 cm (1")

Vitesse de la meule de travail : 1 313 rpm

Vitesse de la meule d'entraînement : 130 rpm

Spécifications de la meule d'entraînement : 57A80RR-51

30 Angle d'inclinaison de la meule d'entraînement : 1 degré
Profondeur de coupe : 0,064 mm (0,0025 pouce), 0,102 mm
(0,004 pouce) ou 0,152 mm (0,006 pouce) sur le diamètre

Dressage de la meule de travail : diamant multipointes,
à une vitesse transversale de 30,48 cm (12 pouces) par
minute, comp. radiale 0,00127 cm (0,0005 pouce)

5 Dressage de la meule d'entraînement : diamant à une
pointe, à une vitesse transversale de 15,24 (6 pouces)
par minute, comp. radiale 0,00127 cm (0,0005 pouce)

10 Les taux d'usure de la meule (WWR), taux de
retrait de matière (MRR) et autres variables de
rectification sont consignés au fil des passes de
rectification. Ces données sont reprises dans le tableau
I-3 ci-dessous.

Tableau I-3 Résultats des essais de rectification

Echantillon de meule (Agglomérat) Grade	Retrait de matière (mm)	SGE J/mm ³	WWR (mm ³ /s/mm)	Rapport G MRR/WWR	Rapport MPA ^a
Meules expérimentales					
1-1 Grade N	0,152	74,5	0,097	17,7	49,2
1-1 Grade N	0,102	97,5	0,032	49,6	137,7
1-1 Grade N	0,064	118,8	1,012	64,2	178,4
Meules comparatives					
C-1 Grade U	0,152	75,7	0,151	9,8	20,5
C-1 Grade U	0,101	62,4	0,086	13,2	27,5
C-1 Grade U	0,064	95,7	0,034	21,5	44,7

15 a. MPA désigne la matière retirée par grain abrasif. On obtient ce
rapport en divisant le rapport G par le pourcentage en volume
relatif de teneur en grains abrasifs de la meule en cours d'essai
afin de déterminer combien de métal est retiré par unité de grains
abrasifs durant la rectification. Comme les meules expérimentales
contiennent 26% en volume de grains abrasifs, mais que les meules
comparatives contiennent 48% en volume de grains abrasifs, tous les

autres facteurs étant équivalents, l'expert dans les technologies de rectification anticipera des rapports G supérieurs pour les meules fabriquées avec un pourcentage en volume supérieur de grains abrasifs. A partir des valeurs de MPA, on peut voir que les meules
5 expérimentales font un usage beaucoup plus efficace des grains abrasifs que les meules comparatives.

On peut voir que les meules expérimentales présentent les rapports MPA les plus élevés et le taux d'usure de la meule le plus bas. Les meules comparatives
10 de type commercial fabriquées avec des grains de rectification en alumine Norton SG® de qualité supérieure ont de manière surprenante des rapports MPA (matière retirée/grains abrasifs) inférieurs et des taux d'usure de la meule supérieurs. Inversement, les meules
15 expérimentales surpassent toutes les meules comparatives sur la plage de 0,064 à 0,152 mm de quantités de retrait de matière et les meules expérimentales présentent des rapports MPA supérieurs, ce qui met en évidence leur excellente efficacité.

De manière assez inattendue, on a observé que les meules expérimentales rectifient plus efficacement que les meules contenant des pourcentages en volume de grains supérieurs et un grade de meule plus dur. Bien que les meules expérimentales soient fabriquées pour
25 offrir un grade relativement bas de dureté (à savoir un grade N sur l'échelle de dureté des meules de travail de Norton Company), elles rectifient de manière plus agressive, avec moins d'usure de la meule, ce qui donne un rapport MPA supérieur à celui des meules
30 comparatives, qui ont une valeur de grade significativement supérieure (à savoir un grade U, 7 grades de plus, sur l'échelle de dureté des meules de

travail de Norton Company). Ces résultats significatifs et inattendus sont attribués à la présence de grains abrasifs agglomérés avec un liant inorganique dans la meule expérimentale et au surcroît de résistance et de résilience (par exemple, un meilleur module d'élasticité) des outils abrasifs avec liant organique fabriqués avec ces grains agglomérés.

REVENDICATIONS

1.- Outil abrasif lié comprenant un composite tridimensionnel contenant :

5 (a) une première phase comprenant de 20 à 48% en volume de grains abrasifs liés avec de 20 à 48% en volume de matériau liant organique et moins de 10% en volume de porosité, de 50 à 100% en volume des grains abrasifs étant sous la forme d'une pluralité de grains agglomérés ensemble par frittage des grains avec un
10 matériau liant inorganique, et la première phase étant la phase continue du composite; et

(b) une seconde phase constituée de 16 à 34% en volume de porosité;

15 l'outil abrasif lié se caractérisant par un grade de dureté entre J et S sur l'échelle de grades de la société Norton Company et une vitesse d'éclatement minimum de 30,48 m/s (6 000 sfpm).

20 2.- Outil abrasif lié selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première phase du composite comprend de 24 à 44% en volume de grains abrasifs liés avec de 28 à 38% en volume de matériau liant organique et moins de 10% en volume de porosité, et la seconde phase est constituée de 18 à 28% de porosité.

25 3.- Outil abrasif lié selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première phase du composite comprend de 26 à 38% en volume de grains abrasifs liés avec de 26 à 38% en volume de matériau liant organique, et la seconde phase est constituée de
30 18 à 24% en volume de porosité.

4.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la première phase du composite comprend un minimum de 1% en volume de matériau liant inorganique.

5
5.- Outil abrasif lié selon la revendication 4, caractérisé en ce que le grade de dureté de l'outil abrasif lié est plus tendre d'au moins deux grades que celui d'un outil conventionnel par ailleurs identique fabriqué avec des grains abrasifs qui
10 n'ont pas été agglomérés ensemble par frittage avec un matériau liant inorganique.

6.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la première phase du composite comprend de 2 à 12% en
15 volume de matériau liant inorganique.

7.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau liant inorganique est sélectionné dans le groupe constitué du verre, de matériaux liants
20 vitrifiés, de matériaux liants céramiques, de matériaux liants vitrocéramiques, de matériaux à base de sels inorganiques et de matériaux liants métalliques, et de combinaisons de ceux-ci.

8.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque
25 des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première phase du composite comprend en outre une pluralité de grains agglomérés ensemble par durcissement à chaud avec un matériau liant organique.

9.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque
30 des revendications 1 à 7; caractérisé en ce que la première phase du composite est un réseau réticulé de

grains abrasifs ancrés à l'intérieur du matériau liant organique.

10.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le
5 matériau liant organique est sélectionné dans le groupe constitué de matériaux à base de résine phénolique, matériaux à base de résine époxy, matériaux à base de résine polyimide, matériaux à base de caoutchouc, matériaux à base de résine phénol-formaldéhyde,
10 matériaux à base de résine urée-formaldéhyde, matériaux à base de résine mélamine-formaldéhyde, matériaux à base de résine acrylique et des combinaisons de ceux-ci.

11.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que
15 l'outil abrasif a une densité inférieure à 2,4 g/cc.

12.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'outil abrasif a une densité inférieure à 2,0 g/cc.

13.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que
20 l'outil abrasif a un module d'élasticité inférieur à 20 GPa.

14.- Outil abrasif lié selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la
25 première phase du composite comprend en outre des grains abrasifs secondaires non agglomérés.

15.- Procédé de rectification sans centre comprenant les étapes suivantes :

(a) la fourniture d'une meule abrasive liée,
30 comprenant un composite tridimensionnel contenant

(i) une première phase comprenant de 20 à 48% en volume de grains abrasifs liés avec de 20 à 48% en volume de matériau liant organique et moins de 10% en volume de porosité, de 50 à 100% en volume des grains abrasifs étant sous la forme d'une pluralité de grains agglomérés ensemble par frittage des grains avec un matériau liant inorganique, et la première phase étant la phase continue du composite; et

(ii) une seconde phase constituée de 16 à 34% en volume de porosité; l'outil abrasif lié se caractérisant par un grade de dureté entre J et S sur l'échelle de grades de la société Norton Company et une vitesse d'éclatement minimum de 30,48 m/s (6 000 sfpm);

(b) le montage de la meule abrasive liée sur une rectifieuse sans centre;

(c) la mise en rotation de la meule; et

(d) la mise en contact d'une surface de rectification de la meule en rotation avec une pièce à usiner mise en rotation par une meule d'entraînement et supportée par un porte-pièce pendant une période de temps suffisante pour rectifier la pièce à usiner;

caractérisé en ce que la meule retire de la matière de la pièce à usiner à un rythme de retrait de matière efficace, la surface de rectification de la meule reste sensiblement exempte de fragments d'usure dus à la rectification et, une fois la rectification terminée, la pièce à usiner est sensiblement exempte de dommages causés par la chaleur.

16.- Procédé de rectification sans centre selon la revendication 15, caractérisé en ce que la

meule abrasive liée a une vitesse d'éclatement minimum de 38,10 m/s (7 500 sfpm).

17.- Procédé de rectification sans centre selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, 5 caractérisé en ce que la meule abrasive liée est entraînée en rotation à une vitesse de 27,94 à 48,96 m/s (5 500 à 9 600 sfpm).

18.- Procédé de rectification sans centre selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, 10 caractérisé en ce que la meule abrasive liée est un cylindre, comportant deux faces circulaires, un trou de montage et un périmètre radial, et en ce que la surface de rectification de la meule est le périmètre radial du cylindre.

15

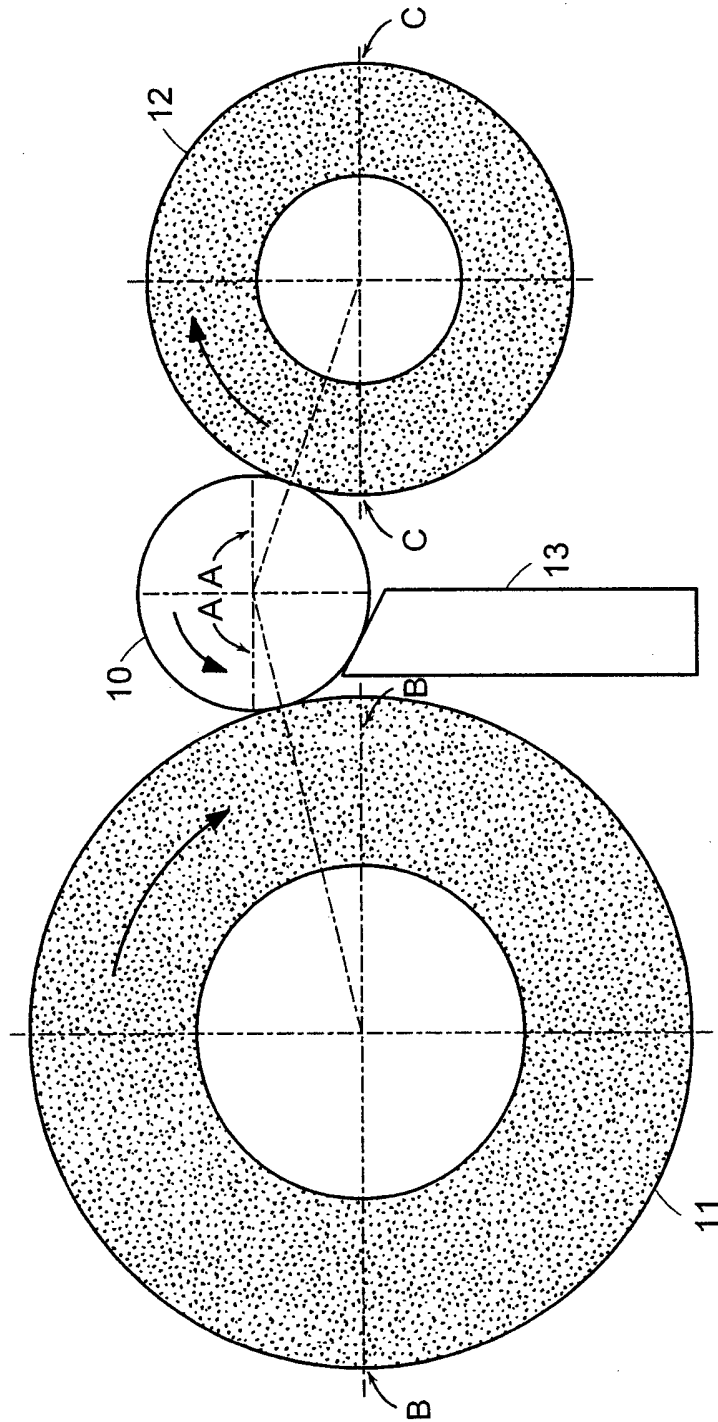


FIG. 1

A B R E G EProcédé de rectification sans centre

Les outils abrasifs avec liant organique, comportant des microstructures contrôlées, comprennent un pourcentage en volume relativement faible de grains abrasifs et un grade de dureté relativement bas, mais ils se caractérisent par la résistance mécanique excellente et les performances de rectification efficaces d'outils de grade de dureté nettement supérieur et de moindre porosité, spécialement dans des procédés de rectification polyvalents, comme la rectification sans centre. Avec ces outils, on procure un procédé de rectification sans centre. On décrit des procédés de fabrication des outils abrasifs utilisant des grains abrasifs agglomérés.

Fig. 1



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 9103
BE 200500401

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 03/086703 A (SAINT GOBAIN ABRASIVES INC [US]; BONNER ANNE M [US]; BRIGHT ERIC [US];) 23 octobre 2003 (2003-10-23)	1-14	INV. B24B5/22 B24D3/02 B24D5/02
Y	* revendications 1,5,8,9,28-35; tableaux 2-2(Ex.,C-4,C-5),6-2,(Ex.(12)-(19))) * -----	15-18	
Y	JP 2001 038640 A (KURENOOTON KK) 13 février 2001 (2001-02-13) * abrégé * -----	15-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B24B B24D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 avril 2007		Gelder, Klaus	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 9103
BE 200500401

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-04-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 03086703	A	23-10-2003	AT 500593 A2	15-02-2006
			AT 500569 A2	15-02-2006
			AU 2003222050 A1	27-10-2003
			AU 2003224746 A1	27-10-2003
			BR 0309107 A	22-02-2005
			BR 0309236 A	09-02-2005
			CA 2479712 A1	23-10-2003
			CA 2480674 A1	23-10-2003
			CN 1646261 A	27-07-2005
			CN 1652897 A	10-08-2005
			CZ 20041023 A3	18-05-2005
			DE 10392508 T5	09-06-2005
			DE 10392510 T5	14-04-2005
			EP 1497075 A1	19-01-2005
			EP 1494834 A1	12-01-2005
			ES 2253123 A1	16-05-2006
			FI 20041307 A	08-10-2004
			FI 20041308 A	08-10-2004
			GB 2403224 A	29-12-2004
			GB 2405411 A	02-03-2005
			HU 0500174 A2	30-05-2005
			HU 0500175 A2	30-05-2005
			JP 2005522337 T	28-07-2005
			JP 2005522338 T	28-07-2005
			LU 91110 A1	15-10-2004
			LU 91111 A1	15-10-2004
			MX PA04009887 A	07-12-2004
			MX PA04010014 A	13-12-2004
			RU 2278773 C2	27-06-2006
			RU 2281849 C2	20-08-2006
			SE 0402455 A	13-12-2004
			SE 0402457 A	13-12-2004
			TW 231822 B	01-05-2005
			TW 257340 B	01-07-2006
WO 03086702 A1	23-10-2003			
US 2006211342 A1	21-09-2006			
US 2005026553 A1	03-02-2005			
<hr/>				
JP 2001038640	A	13-02-2001	AUCUN	
<hr/>				