



(12) Wirtschaftspatent

erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 273 223 A1

4(51) B 24 D 3/10

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 24 D / 303 396 7	(22)	01.06.87	(44)	08.11.89
(71)	INSTITUT PROBLEM NADEZHNOСТИ I DOLGOVECHNOSTI MASHIN AKADEMII NAUK BELORUSSKOI SSR, Minsk, SU				
(72)	Dorozhkin, Nil N.; Kot, Anatoly A.; Vereschagin, Vitaly A.; Yarkovich, Alexandr M.; Zhornik, Viktor I.; Shiroky, Igor V., SU				
(74)	Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD				
(54)	Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges				

(55) Schleifwerkzeug, Auftragen, Diamantkörner, Schleifpulverschicht, Rohling, Einbringen, Schleifpulver, Schlagimpuls, Hartmetallelement, Frequenz

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Technologie des Maschinenbaues. Das Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines solchen Verfahrens zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges, das eine hohe Produktivität hätte und hohe Betriebseigenschaften des Schleifwerkzeuges gewährleisten würde. Das erfindungsgemäße Verfahren schließt das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und das Einbringen des Schleifpulvers in den Rohling ein. Das Einbringen des Schleifpulvers erfolgt durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von $200-800 \text{ kN} \cdot \text{s}$ und auf der Seite der Schleifpulverschicht mit einem Hartmetallelement, das mit einer Frequenz von $900-2500 \text{ s}^{-1}$ rotiert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges, das das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und die Einwirkung auf den Rohling auf der Seite dieser Schicht mittels eines Hartmetallelementes zum Einbringen des Schleifpulvers in denselben einschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Einbringen des Schleifpulvers durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von $200-800 \text{ kN} \cdot \text{s}$ und einem Hartmetallelement erfolgt, das mit einer Frequenz von $900-2500 \text{ s}^{-1}$ rotiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Auftragen einer Schleifpulverschicht auf einen scheibenförmigen Rohling unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser erfolgt, der seinen Ausgangshalbmesser desselben um das 3- bis 10fache übersteigt.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man ein Schleifpulver verwendet, das die folgende Zusammensetzung (Vol.-%) besitzt:

Diamantkörper	—20–60
leichtschmelzendes Metall	—bis 100.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine aus Diamantkörpern bestehende Schleifpulverschicht auf einen vorher mit leichtschmelzendem Metall plattierten Rohling aufträgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technologie des Maschinenbaues, genauer auf ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges. Die nach dem vorliegenden Verfahren hergestellten Werkzeuge, welche zur Bearbeitung von Diamant, Glas, Keramik und anderen harten Stoffen bestimmt sind, können in der Schmuckwarenindustrie, bei der Fertigung von optisch-mechanischen Geräten sowie in der Bauindustrie verwendet werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt ist ein Verfahren zur Herstellung von diamantimprägnierten Facettierscheiben, bei dem man auf die Oberfläche einer Metallscheibe ein diamanthaltiges Ölgemisch aufträgt und das Einbetten durch Einreiben dieses Gemisches mit Hilfe eines Hartmetallelementes, beispielsweise einer Gußeisenlappscheibe, durchführt. Das Einbetten erfolgt bei statischer Belastung des Hartmetallelementes, wobei gleichzeitig dessen Drehung mit einer Frequenz von $2-40 \text{ s}^{-1}$ gewährleistet wird (Epifanov V. I. u. a. „Bearbeitungstechnologie von Diamanten zur Erzeugung von Brillanten“, M., Verlag „Vysshaya Shkola“, 1982, S. 233). Jedoch besitzt das bekannte Verfahren eine niedrige Produktivität, weil die Einbettungsoperation 20–30 min in Anspruch nimmt. Darüber hinaus gestattet dieses Verfahren nicht, eine hohe Diamantkörnerkonzentration im Scheibenmetall zu erzielen und sicherzustellen, daß die Diamantkörper beim Betrieb aus der Scheibe nicht ausbrechen. Dies bedingt niedrige Betriebseigenschaften von Facettierscheiben sowie einen erhöhten Verbrauch an teurem Diamantrohstoff.

Dieses Verfahren ist zur Herstellung von dünnwandigen Schleifscheiben, deren Dicke mit der Diamantkorngröße vergleichbar ist, wegen der eintretenden Scheibenverformung ungeeignet.

Bekannt ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges, das das Auftragen einer Diamantkörper enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling mit nachfolgender Einwirkung eines Hartmetallstempels auf die gesamte Oberfläche desselben einschließt. Die Stempelinwirkung besitzt einen statischen Charakter und erfolgt bei einem Druck von über $400-500 \text{ MPa}$.

Allerdings gestattet das bekannte Verfahren es nicht, einen höheren Grad der Adhäsion von Diamantkörnern am Rohlingsmetall zu erzielen, weil deren Einbau in dieses nicht vollständig zustande kommt.

Da die Eindringungsrichtung der Diamantkörner mit der Wirkungsrichtung der statischen Belastung übereinstimmt, kann man beim Einbringen der Diamantkörner in den Rohling nur eine Konzentration von höchstens 40 Vol.-% erreichen. Die genannten Faktoren wirken sich auf die Betriebseigenschaften des Werkzeuges nachteilig aus.

Außerdem setzt dieses Verfahren den Einsatz von energieintensiven Preßausrüstungen voraus.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine wirtschaftliche Herstellung von diamantimprägnierten Schleifwerkzeugen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein solches Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges durch entsprechende Wahl von technologischen Parametern für die Operation des Einbringens der Diamantkörner in den Rohling zu entwickeln, das eine hohe Produktivität gestattet und hohe Betriebseigenschaften des Schleifwerkzeuges gewährleistet.

Diese Aufgabe ist dadurch gelöst, daß ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges vorgeschlagen ist, das das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und die Einwirkung auf den Rohling auf der Seite dieser Schicht mittels eines Hartmetallelementes zum Einbringen des Schleifpulvers in denselben einschließt, in dem erfindungsgemäß das Einbringen des Schleifpulvers durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von $200\text{--}800\text{ kN} \cdot \text{s}$ und einem Hartmetallelement erfolgt, das mit einer Frequenz von $900\text{--}2500\text{ s}^{-1}$ rotiert. Derartige Einwirkung auf den Rohling gewährleistet die günstigsten Bedingungen zum maximal vollkommenen Einbringen der Diamantkörner in den Rohling und sicheren Befestigen derselben. In der Folge wird die Herstellung eines dünnwandigen Werkzeuges, beispielsweise einem Trennwerkzeug, mit einer Dicke bis $0,05\text{ mm}$ bei einer Diamantkörnerkonzentration bis zu $60\text{--}65\text{ Vol.-%}$ ermöglicht. Außerdem nimmt die Standzeit des hergestellten Werkzeuges um $40\text{--}45\%$, die Schnittintensität beispielsweise beim Zerspannen von Diamant um $50\text{--}55\%$, die Arbeitsleistung bei der Herstellung desselben um das 3- bis 4fache zu.

Erfindungsgemäß erfolgt das Auftragen der Schleifpulverschicht auf einen scheibenförmigen Rohling unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser, der den Ausgangshalbmesser desselben um das 3- bis 10fache übersteigt.

Die Formgebung des Rohlings beim Aufbringen des Schleifpulvers gewährleistet eine optimale Verteilung der Diamantkörner im Rohlingsvolumen, was die Standzeit des Werkzeuges zu erhöhen erlaubt.

Zweckmäßigerweise wird für das Auftragen auf den Rohling ein Schleifpulver verwendet, das die folgende Zusammensetzung besitzt (Vol.-%):

Diamantkörner	—20–60
leichtschmelzendes Metall	—bis 100.

oder aber eine aus Diamantkörnern bestehende Schleifpulverschicht auf einen vorher mit leichtschmelzendem Metall plattierten Rohling aufgetragen.

Das im Gemenge vorhandene leichtschmelzende Metall bzw. die Vorplattierung des Rohlings mit einem leichtschmelzenden Metall gestattet es, den Gehalt von Diamantkörnern mit einer Größe über $200\text{--}500\text{ }\mu\text{m}$ im Werkzeuggefüge bis auf die höchstmögliche Konzentration zu steigern.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird folgenderweise durchgeführt.

Man bringt auf den Rohling eine Diamantkörner enthaltende Schleifpulverschicht auf. Über dem Rohling wird in der unmittelbaren Nähe der Schleifpulverschicht ein Hartmetallelement, z. B. eine Wolframkarbidplatte, angeordnet und dasselbe mit einer Frequenz von $900\text{--}2500\text{ s}^{-1}$ in Drehung versetzt. Man läßt auf den Rohling von der entgegengesetzten Seite her einen Schlagimpuls von $200\text{--}800\text{ kN} \cdot \text{s}$ einwirken, der über die gesamte Oberfläche des Rohlings wirkt und eine sehr schnelle Bewegung desselben in Richtung auf das Hartmetallelement zu und den Zusammenstoß mit demselben gewährleistet. Die Einwirkung eines Schlagimpulses der angegebenen Stärke auf den Rohling gewährleistet unter Bedingungen seiner Berührung mit dem rotierenden Hochgeschwindigkeits-Hartmetallelement das Eindringen der Diamantkörner in das Rohlingsmetall längs einer komplizierten Bahn bis auf eine Tiefe, die zum sicheren Festhalten derselben ausreichend ist. Dies gestattet es, die Konzentration der Diamantkörner im Werkzeug zu erhöhen, das Ausbrechen derselben aus dem Werkzeug während des Betriebes zu vermeiden und dadurch die Betriebseigenschaften desselben zu verbessern.

Außerdem trägt die kurzzeitige Einwirkung des Schlagimpulses beim qualitätsgerechten Einbringen der Diamantkörner zur Erhöhung der Produktivität des Prozesses bei.

Das Aufbringen des Pulvermaterials auf die Rohlingsoberfläche kann durch freie Formung, durch Aufstäuben, mit Verwendung eines Netzes erfolgen. Dabei geschieht das Auftragen des Schleifpulvers auf den scheibenförmigen Rohling zweckmäßigerweise unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser, der den Ausgangshalbmesser des Rohlings um das 3- bis 10fache übersteigt. Dies erlaubt es, die Diamantkörner im Rohling dank plastischem Fließen des Rohlingsmetalls während des Einbringens fester anzubringen.

Über der oberen Grenze des Segmenthalbmesserwertes ist keine Verbesserung der Betriebseigenschaften des Werkzeuges zu verzeichnen, unter der unteren Grenze aber wird es unmöglich, dem Rohling diese Form ohne Wellenbildung zu erteilen.

Je nach der funktionalen Bestimmung des Werkzeuges gestattet es das Verfahren, das Schleifpulver mit verschiedenem Gehalt an Diamantkörnern mit einem weiten Korngrößenbereich zu verwenden.

Erfindungsgemäß wird es vorgeschlagen, ein Schleifpulver der folgenden Zusammensetzung (Vol.-%) zu verwenden:

Diamantkörner	—20–60
leichtschmelzendes Metall	—bis 100.

Das leichtschmelzende Metall erfüllt bei der Strukturbildung des Werkzeugmaterials die Funktion eines Bindemittels, das die Diamantkörner mit einer Größe von über $200\text{--}250\text{ }\mu\text{m}$ fest anzubringen erlaubt.

Ein ähnlicher Effekt wird auch beim vorherigen Plattieren der Rohlingsoberfläche mit einem leichtschmelzenden Metall erreicht. Dabei ist vorzusehen, daß die Plattierschichtdicke die Hälfte der minimalen Größe der Diamantkörner nicht übersteigt, weil sonst kein Effekt ihrer maximalen Eindringung in den Rohling eintreten kann.

Ausführungsbeispiele

Nachstehend sind mehrere konkrete Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens angeführt.

Beispiel 1

Man stellt Trennschleifscheiben zum Zersägen von Diamantkristallen her. Als Rohling werden Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 80 mm und einer Dicke von 0,08 mm verwendet. Das Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 20/16 µm wird mit Hilfe eines Klebers auf die Rohlingsoberfläche gleichmäßig aufgetragen. Der Rohling wird auf der Oberfläche eines vorher auf einer Kupferplatte untergebrachten elastischen Elementes aus Polyurethan angeordnet. Hierbei sind das elastische Element und die Platte axial verschiebbar. In der unmittelbaren Nähe der Kupferplatte wird ein flacher Induktor einer magnetischen Impulsanlage angeordnet. Über der Rohlingsoberfläche wird eine Platte aus einem Hartmetall von Typ WC-CO angebracht und dieselbe in axiale Drehung mit einer Frequenz bis $900\text{--}2500\text{ s}^{-1}$ versetzt. Danach erfolgt die Entladung des kapazitiven Speichers der magnetischen Impulsanlage auf den flachen Induktor, wodurch eine impulsartige Schlageinwirkung auf den Rohling mittels des elastischen Elements und der Kupferplatte gewährleistet wird. Die Schlagimpulsstärke erreicht $200\text{--}800\text{ kN} \cdot \text{s}$. Dank dem Zusammenstoß des Rohlings mit der Hartmetallplatte wird das Eindringen der Diamantkörner in den Rohling und deren Befestigen in diesem erreicht.

In der nachstehenden Tabelle 1 sind Betriebscharakteristiken der hergestellten Trennschleifscheiben je nach den Prozessparametern angeführt.

Tabelle 1

Kennwerte	Drehzahl der Hartmetallplatte s^{-1} bei einem Schlagimpuls von $200\text{ kN} \cdot \text{s}$			Schlagimpulsstärke $\text{kN} \cdot \text{s}$ bei einer Drehzahl der Hartmetallplatte von 900 s^{-1}			
	1 500	2 000	2 500	200	400	600	800
Zersäguingsintensität, mm^2/h	34,1	35,2	35,4	32,5	35,2	38,3	38,9
Gesamte Zersäguingsfläche mm^2	43,2	45,6	45,9	41,9	42,2	42,4	42,8
Relative Rohstoffverluste %	2,5	2,6	2,5	2,5	2,4	2,5	2,6

Beispiel 2

Man stellt Trennschleifscheiben zum Zersägen von Diamantkristallen her. Als Rohlinge benutzt man Bronzescheiben mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Wandstärke von 0,05 mm.

Das Diamantpulver wird auf die Rohlingsoberfläche nach der Methode der freien Formung gleichmäßig aufgetragen. In einen Behälter mit beweglicher Kupferplatte werden ein Element aus Polyurethan und ein Rohling nacheinander eingebracht. Über dem Behälter ordnet man eine Hartmetallplatte mit konkaver sphärischer Oberfläche mit einem Halbmesser von 150 bis 500 mm an. Auf die Kupferplatte läßt man dann ein impulsartiges magnetisches Feld mit einer Stärke von $6 \cdot 10^8\text{ A/m}$ einwirken. Dadurch wird dem Rohling eine Kugelsegmentform bei gleichzeitiger teilweiser Eindringung der Diamantkörner in denselben erteilt.

Darauf tauscht man die Platte mit sphärischem Profil gegen eine Platte mit flachem Profil ein, die mit einer Frequenz von 1000 s^{-1} rotiert, wonach erneut eine magnetische Impulseinwirkung auf die Kupferplatte erfolgt. Die Stärke des auf den Rohling wirkenden Schlagimpulses beträgt $450\text{ kN} \cdot \text{s}$.

In der nachstehenden Tabelle 2 sind Betriebscharakteristiken der hergestellten Trennschleifscheiben je nach dem Halbmesser des Kugelsegmentes des Rohlings angeführt.

Tabelle 2

Kennwerte	Halbmesser des Rohlingskugelsegmentes, mm					
	150	200	300	350	400	500
Zersäguingsintensität, mm^2/h	33,2	34,8	35,3	36,2	36,7	36,9
Gesamte Zersäguingsfläche, mm^2	40,5	42,3	43,1	43,3	43,5	43,8
Relative Rohstoffverluste, %	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4

Beispiel 3

Man stellt Schleifscheiben zum Trennen von tafelförmigem Hartgewebe mit 40 mm Dicke her.

Als Rohlinge benutzt man Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 1,0 mm. Ein Gemenge, das aus Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 315/250 µm und Zinnpulver mit einer Teilchengröße von 300–320 µm besteht, wird auf die Rohlingsoberfläche gleichmäßig aufgestäubt. Über dem Rohling wird in der unmittelbaren Nähe der Schleifpulverschicht eine flache Hartmetallplatte (WC-CO) angebracht und mit einer Frequenz von 1500 s^{-1} in Drehung versetzt. Auf den Rohling läßt man dann von der entgegengesetzten Seite her einen Schlagimpuls von $650\text{ kN} \cdot \text{s}$ einwirken, der durch eine Wasserschlaganlage erzeugt wird.

Infolge des Zusammenstoßens des Rohlings mit der Hartmetallplatte wird das Eindringen der Diamantkörner in denselben gewährleistet. Das Festhalten der Diamantkörner im Rohling wird dank deren tiefer Eindringung und dem eingeschmolzenen Zinn erreicht, das die Funktion eines Lötmittels erfüllt.
In der nachstehenden Tabelle 3 sind Betriebskennzahlen der hergestellten Schleifscheiben je nach dem spezifischen Verhältnis von Diamantkörnern und Zinn bei einer Schnittgeschwindigkeit von 60 m/s und einer Zustellung von 0,6 mm je Umdrehung angeführt.

Tabelle 3

Kennwerte	Spezifischer Gehalt an Diamantkörnern im Gemenge (Rest ist Zinn), Vol.-%				
	20	30	40	50	60
Verschleißfestigkeit, mg/m ²	0,41	0,55	0,60	0,69	0,72
Gesamtmenge Bearbeitungs- fläche, m ²	8 020	8 350	9 126	9 200	9 280

Beispiel 4

Man stellt Scheiben zum Trennen von Hartgewebe mit 50 mm Dicke her.
Als Rohlinge benutzt man Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 1,0 mm. Vorher wurden die Rohlinge mit einer Zinnschicht mit einer Dicke von 18 µm plattiert. Das Gemenge, das aus einem Gemisch von Diamantpulvern mit einer Körnigkeit von 400/250 und einer Körnigkeit von 63/40 sowie aus Zinnpulver besteht (Verhältnis der Bestandteile im Gemenge jeweils 30:30:40), wird auf die Rohlingsoberfläche aufgetragen. Danach erfolgen Operationen, die den im Beispiel 3 beschriebenen ähnlich sind.
Die Verschleißfestigkeit der hergestellten Scheiben beträgt 0,83 mg/m², die Bearbeitungsfläche des Hartgewebes – 9 290 m².

Beispiel 5

Man stellt Schleifscheiben zum Schleifen von Diamantkristallen her. Das Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 50/40 µm wird auf einen stählernen Rohling aufgetragen. In der unmittelbaren Nähe der mit dem Diamantpulver bedeckten Rohlingsoberfläche wird eine Hartmetallplatte (WC-CO) angebracht und mit einer Frequenz von 2200 s⁻¹ in Drehung versetzt. Von der entgegengesetzten Seite her läßt man auf den Rohling einen Schlagimpuls von 750 kN · s einwirken, der durch eine Druckluftschlaganlage erzeugt wird.
Nach dem Zusammenstoß mit der rotierenden Platte bildet sich in der oberflächennahen Rohlingsschicht eine diamanthaltige Schicht mit einer Diamantkörnerkonzentration von bis 60 Vol.-% aus.
Das hergestellte Werkzeug besitzt eine Schleifintensität von 1,9–2,0 mg/min.