



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 525 073 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.05.2006 Patentblatt 2006/21

(51) Int Cl.:
B24B 5/14 (2006.01) B24B 41/02 (2006.01)
B24B 41/06 (2006.01) B24B 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03766346.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/008374

(22) Anmeldetag: **29.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/012903 (12.02.2004 Gazette 2004/07)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHLEIFEN EINES ROTATIONSSYMMETRISCHEN MASCHINENBAUTEILS**

METHOD AND DEVICE FOR GRINDING A ROTATIONALLY SYMMETRIC MACHINE PART

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR RECTIFIER UN ELEMENT DE MACHINE A SYMETRIE DE REVOLUTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CZ DE ES FR GB IT

(72) Erfinder: **JUNKER, Erwin**
77815 Bühl/Baden (DE)

(30) Priorität: **30.07.2002 DE 10234707**

(74) Vertreter: **Leske, Thomas**
Frohwitter, Patent-u. Rechtsanwälte,
Possartstrasse 20
81679 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(73) Patentinhaber: **Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH**
77787 Nordrach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/09290 DE-A- 4 326 595
DE-A- 19 800 034 DE-A- 19 921 785

EP 1 525 073 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß Anspruch 1 ein Verfahren zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils mit zwei Achsteilen und einem dazwischen befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil, an dem eine Wirkfläche in der Form eines insbesondere flachen Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist.

[0002] Maschinenbauteile dieser Art liegen beispielsweise in Getrieben mit stufenlos veränderlicher Übersetzung vor, wie sie in Kraftfahrzeugen benötigt werden. Dabei stehen sich zwei Maschinenbauteile mit einander zugewandten Wirkflächen gegenüber. Die Wirkflächen bilden somit einen Ringraum mit annähernd keilförmigem Querschnitt, in dem ein Zugglied wie beispielsweise eine Kette oder ein Riemen je nach der Entfernung der Wirkflächen voneinander zwischen unterschiedlichen Radien hin- und herwandert. Da ein derartiges Getriebe sehr exakt arbeiten und große Drehmomente übertragen muß, werden an die Maßhaltigkeit und die Oberflächenqualität der Maschinenbauteile hohe Anforderungen gestellt. Das gilt auch für die zugehörigen Schleifvorgänge, insbesondere beim Schleifen der Wirkfläche.

[0003] Das eingangs genannte Verfahren wird in der betrieblichen Praxis bisher in Einzeloperationen, das heißt in mehreren Aufspannungen, durchgeführt. Hierbei wird die Wirkfläche mittels Korundschleifscheiben im Schrägeinstechverfahren geschliffen. Nach demselben Verfahren werden auch die zylindrischen Außenflächen der zugehörigen Achsteile geschliffen, die in der Regel im Durchmesser abgestuft sind.

[0004] Dieses Verfahren weist verschiedene Nachteile auf. Zunächst sind Schleifscheiben von Kegelform oder mit stark abgestuften Durchmessern erforderlich, die schwierig herzustellen und abzurichten sind. Bei derartigen Schleifscheiben mit Umfangsbereichen von stark unterschiedlichem Durchmesser sind auch die Umfangsgeschwindigkeiten der zu schleifenden Bereiche unterschiedlich. Das bedeutet, dass die entscheidende Schnittgeschwindigkeit an der Schleifstelle unterschiedlich sein muß und daher nicht überall optimal sein kann. Das führt im Ergebnis zu Bereichen von unterschiedlicher Rauigkeit, die sich besonders bei der am kegelförmig geformten Mittelteil vorliegenden Wirkfläche sehr nachteilig auswirkt. Schließlich ergeben sich auch Probleme bei der Kühlung mittels der üblichen Emulsionen und Schleiföle. Beim Schrägeinstechschleifen entsteht nämlich an der Schleifstelle ein sich verengender Keil, dem der Kühlschmierstoff nicht optimal zugeführt werden kann. Das Ergebnis ist somit eine ungleichmäßige Kühlung der Schleifstelle. Auf alle diese Schwierigkeiten ist es zurückzuführen, dass man das eingangs genannte bekannte Verfahren bisher mit Korundschleifscheiben durchgeführt hat, die eine wesentlich geringere Standzeit haben und öfter abgerichtet werden müssen als die inzwischen weit verbreiteten CBN-Schleifscheiben.

[0005] Aus der DE 43 26 595 C2 ist eine Universal-Schleifstation zum Werkzeugschleifen bekannt, die eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten bei der gegenseitigen Lagezuordnung von Schleifköpfen und Werkzeugträgern ermöglicht. Bekannt ist ferner ein Schleifkopf mit zwei verschiedenen Schleifscheiben (DE 37 24 698 A1), mit dem verschiedene Schleifoperationen in einer Werkstücksaufspannung vorgenommen werden können. Es gibt auch bereits einen Vorschlag (DE 199 21 785 A1), einschlägige Maschinenbauteile in einer Aufspannung zu schleifen, wobei zwei getrennte Schleifspindeln zum Einsatz kommen.

[0006] Gegenüber dem nächstkommenden Stand der Technik DE 199 21 785 11 soll mit der Erfindung die Bearbeitungszeit verkürzt und dennoch ein verbessertes Schleifergebnis erreicht werden. Dies gelingt in einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verbleibt somit das zu schleifende Maschinenbauteil in einer einzigen Aufspannung, in der sämtliche Schleifvorgänge vorgenommen werden. Das wird ermöglicht, indem die Schleifspindel um zwei senkrecht zueinander stehende Schwenkachsen verschwenkt wird und zusätzlich zu dem Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse und senkrecht dazu (X-Achse) verschoben wird. Die Schleifspindel lässt sich somit in jede gewünschte Stellung gegenüber dem Maschinenbauteil bringen, so dass es möglich wird, sowohl die Wirkfläche als auch weitere, an dem Maschinenbauteil befindliche zylindrische Außenflächen mit Schleifscheiben von grundsätzlich zylindrischer Kontur zu schleifen.

[0008] Die erste Schleifscheibe von zylindrischer Grundform wird bei einer Wirkfläche mit im Querschnitt geradliniger Kontur ebenfalls eine im Querschnitt geradlinige Außenkontur haben. Wenn die Wirkfläche gewölbt ist, muss auch die Schleifscheibe bei zylindrischer Grundform im Querschnitt eine leicht gewölbte, angepasste Kontur haben. Die in der Praxis vorkommenden Wölbungen sind sehr gering.

[0009] Die Bewegungsmöglichkeit der Schleifspindel relativ zu dem Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse eröffnet die Möglichkeit, die Wirkfläche mit der zylindrischen Umfangsfläche der Schleifscheibe im Senkrecht-Schleifverfahren zu schleifen, wobei die genannte Relativverschiebung die Zustellung bewirkt. Da bei den Maschinenbauteilen der hier in Rede stehenden Art die Wirkfläche die Form eines nur flachen Kegelstumpfmantels hat, reicht es nämlich aus, beim Schleifen der Wirkfläche die Zustellungsbewegung vorzunehmen, indem die Schleifspindel und das Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse und senkrecht dazu (X-Achse) verschoben wird. Von dieser Bewegung entfällt auf die Schleifstelle an der Wirkfläche nur eine schräg gerichtete Komponente, die aber nur um einen geringen Betrag von der Richtung der Längsachse abweicht, so dass fast noch ein Senkrechtschleifen im üblichen Sinne vorliegt.

[0010] Als Vorteil ergibt sich eine gleichbleibende Schnittgeschwindigkeit über die gesamte Breite der

Schleifscheibe. Damit ist eine erhöhte Oberflächengüte und Oberflächenstruktur gewährleistet. Hinzu kommt, dass optimierte Abrichtparameter beim Abrichten der Schleifscheibe erhalten werden, weil beim Abrichten dieselben Parameter, nämlich eine identische Abrichtgeschwindigkeit wie beim Schleifen sowie gleiche Drehzahlverhältnisse und Vorschubwerte erreicht werden. Weil die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe über der Wirkfläche gleich bleibt, ist auch die erzielbare Oberflächenrauigkeit gleichbleibend. Durch die gleiche Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe über die komplette "Kegelfläche" können auch optimale Werte für das Zerspannvolumen pro Zeiteinheit erreicht werden.

[0011] Beim Schrägeinstechschleifen dagegen ist dies nicht der Fall. Geht man beim Außendurchmesser der Kegelscheibe von einem Durchmesser von beispielsweise 190 mm aus und einem an die Kegelfläche anschließenden Durchmesser von 40 mm, so ändert sich die Werkstückgeschwindigkeit durch die Rotation des Werkstückes während dem Schleifen um den Faktor 4,75. Die Höhe der Kegelfläche beträgt somit ca. 75 mm.

[0012] Bei einem angenommenen Durchmesser der Korundschleifscheibe von 750 mm beträgt dann die Schnittgeschwindigkeit am Außendurchmesser der Kegelfläche ca. 80 % der Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe am kleinen Durchmesser der Kegelfläche. Dies ist gegenläufig zum Zerspannvolumen, da dieses am großen Durchmesser an der Kegelfläche am höchsten ist. Dadurch wird durch die senkrecht angestellte Schleifscheibe auf die Kegelfläche das Schnittgeschwindigkeitsverhältnis zum Zerspannvolumen, das über die Kegelfläche abgetragen werden muss, wesentlich verbessert.

[0013] Es ergeben sich weiterhin deutlich verbesserte Verhältnisse beim Kühlen der Schleifzone, weil auch beim Schleifen der Wirkfläche praktisch dieselben Verhältnisse wie beim Senkrechtschleifen vorliegen, so dass eine gleichbleibende schmale Kühlzone vorliegt, der der Kühlschmierstoff gut zugeführt werden kann und die er auch schnell wieder verlässt.

[0014] Wie schon erwähnt, wirkt beim Zustellen nur eine schräg gerichtete Komponente auf die Schleifstelle zwischen der Schleifscheibe und der Wirkfläche ein. Da die Wirkfläche aber nur gering gegenüber der Radialebene geneigt ist, wird eben doch der weitaus größte Anteil der Anstellkraft senkrecht auf die Wirkfläche aufgebracht. Es ergibt sich eine geringere Kraftkomponente in radialer Richtung der Wirkfläche, so dass mit optimierten Vorschüben beim Schleifen der Lauffläche gearbeitet werden kann. Auch dadurch wird die Schleifzeit verringert, und es ergeben sich dennoch verbesserte Genauigkeiten im Schleifzustand der Wirkfläche. Für die an dem Maschinenbauteil weiterhin befindlichen zylindrischen Außenflächen gelten vergleichbare Vorteile.

[0015] Das erfindungsgemäße Schleifverfahren kann daher bestens mit keramisch gebundenen CBN-Schleifscheiben durchgeführt werden. Insgesamt kommt eine deutlich verkürzte Taktzahl auf modernen Bearbeitungs-

maschinen bei gleichzeitig erheblich verbessertem Schleifergebnis zustande.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Wirkfläche des Maschinenbauteils geschliffen, indem eine an der Schleifspindel befindliche erste Schleifscheibe von zylindrischer Form und geradliniger oder angepasst gewölbter Umfangskontur senkrecht gegen die Wirkfläche angestellt wird, wobei die axiale Erstreckung der Schleifscheibe die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche überdeckt und die Zustellung erfolgt, indem die Schleifscheibe und das Maschinenbauteil in Richtung von dessen Längsachse relativ zueinander bewegt werden.

[0017] Hierbei hat die erste Schleifscheibe eine größere axiale Erstreckung, so dass die gesamte Wirkfläche in einem Vorgang des Senkrechtschleifens fertiggeschliffen werden kann. Wenn die Wirkfläche des Maschinenbauteils ein Kegelstumpfmantel mit im Querschnitt geradliniger Kontur ist, kann die erste Schleifscheibe eine zylindrische Form haben. Bei einer im Querschnitt gewölbten Kontur der Wirkfläche ist auch eine angepasst gewölbte Umfangskontur der ersten Schleifscheibe erforderlich. Damit ergeben sich zwar über die Axialerstreckung der ersten Schleifscheibe Unterschiede in der Schnittgeschwindigkeit, die indessen gering bleiben; denn die Wirkflächen der hier zu schleifenden Maschinenbauteile sind nur in einem geringeren Umfang konkav oder konvex gewölbt. Der nunmehr noch vorhandene und in der Axialrichtung der ersten Schleifscheibe vorliegende Unterschied in der Schnittgeschwindigkeit ist jedenfalls sehr viel geringer als beim Schrägeinstechschleifen nach dem Stand der Technik.

[0018] Zum Schleifen der weiterhin vorhandenen an dem Maschinenbauteil befindlichen zylindrischen Außenflächen wird eine zweite Schleifscheibe eingesetzt, mit der die genannten zylindrischen Außenflächen durch Längsschleifen geschliffen werden; hierbei bleiben alle Vorteile der beweglichen Schleifspindel erhalten, indem sich die zweite Schleifscheibe gleichachsig mit der ersten Schleifscheibe an der Schleifspindel befindet und die zweite Schleifscheibe vorzugsweise eine deutlich geringere Breite hat als die erste Schleifscheibe, sodaß ein Längsschleifen von zylindrischen Außenkonturen problemlos vorgenommen werden kann.

[0019] Vorteilhaft erfolgt das Längsschleifen der an dem Maschinenbauteil befindlichen zylindrischen Außenflächen durch ein Schälenschleifen, bei dem in bekannter Weise in einem Durchgang bis auf das Fertigmaß geschliffen wird. Da infolge der gleichbleibenden Aufspannung alle Voraussetzungen für einen qualitativ hochwertigen Schleifvorgang vorliegen, kann hier im Schälverfahren gearbeitet werden, wodurch sich bei hoher Schleifqualität die Taktzeit weiter verringert.

[0020] Die zu schleifenden zylindrischen Außenflächen können ggs. auch durch Einstechschleifen bearbeitet werden.

[0021] Bei allen bisher genannten Variationsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Schleifverfahrens wird

das Maschinenbauteil vorteilhaft zwischen Spitzen eingespannt und aus mindestens einer der Spitzen zur Drehung angetrieben. Beim Innenantrieb aus einer der Spitzen wird nämlich die genaue Zentrierung trotz des Drehantriebs am wenigsten gestört. Dadurch ergibt sich ebenfalls eine hohe Qualität des Schleifergebnisses.

[0022] Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erforderliche Schwenkbarkeit der Schleifspindel um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen wird dadurch verwirklicht, dass bei waagrecht gehaltenem Maschinenbauteil die Schleifspindel um eine lotrecht verlaufende erste Schwenkachse und um eine zweite Schwenkachse verschwenkt wird, die waagrecht verläuft. Diese Ausgestaltung des Verfahrens erlaubt den Rückgriff auf bekannte Ausbildungen von Schleifmaschinen, womit auch die praktische Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf ökonomische Weise möglich bleibt.

[0023] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils der eingangs schon im Zusammenhang mit dem Verfahren erwähnten bekannten Art. Sie besteht in einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 7.

[0024] Nach der schon erfolgten eingehenden Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind besondere Erläuterungen der vorstehend zitierten erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht mehr erforderlich. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine fliegende Anordnung beider Schleifscheiben an ein und derselben Seite der Schleifspindel. Hiermit ergibt sich eine konstruktiv einfache Ausführung der Schleifspindel, wobei durch Abstufung der Durchmesser beider Schleifscheiben ohne weiteres erreichbar ist, dass sich die beiden Schleifscheiben bei den unterschiedlichen Bearbeitungsvorgängen gegenseitig nicht stören.

[0025] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen des Maschinenbauteils durch an einem Werkstückspindelstock und Reitstock angebrachte Pinolen gebildet sind, die mit an ihnen befindlichen Spitzen zentrierend in stirnseitige Bohrungen des Maschinenbauteils eingreifen, und wenn zumindest die an dem Werkstückspindelstock befindliche Spitze mit einer Kupplung versehen ist, die mit der stirnseitigen Bohrung des Maschinenbauteils über radial von innen nach außen wirkende Spannglieder zum Zwecke von dessen Drehmitnahme in Wirkverbindung steht.

[0026] Der Drehantrieb des Maschinenbauteils aus dem Inneren einer dieses Maschinenbauteil zentrierenden Spitze bedeutet, dass durch den Drehantrieb die Zentrierung nicht gestört wird. Die radial von innen nach außen wirkenden Spannglieder bringen keine Axialkräfte auf das Maschinenbauteil und die Spitzen auf. Damit bleiben Spannungen und Durchbiegungen des Maschinenbauteils trotz einer zuverlässigen Drehmitnahme aus. Es wird somit ein zuverlässiger Drehantrieb mit einer Zentrierung von hoher gleichbleibender Genauigkeit verbunden.

[0027] Konstruktiv kann eine derartige Kupplung dadurch verwirklicht werden, dass sie als Spreizkonuskupplung ausgebildet ist, deren nach außen zu spreizende Spannglieder als Spannbacken ausgebildet sind und im Bereich der Spitze einer Längsbohrung des an dem Werkstückspindelstock befindlichen Schaftes angeordnet sind, und dass die Betätigung der Spannglieder durch eine Zugstange erfolgt, die durch die Längsbohrung hindurchgeführt und im Bereich der Spannbacken mit einem Betätigungskonus versehen ist.

[0028] Als Spannglieder kommen somit in erster Linie Spannbacken in Frage, die unter dem Einfluß des Betätigungskonus verstellt werden. Aber auch eine Beeinflussung von als Spannglieder dienenden Kugeln durch den Betätigungskonus ist möglich. Zu noch weiteren Einzelheiten einer derartigen aus dem Innern einer Zentrier Spitze wirkenden Spreizkonuskupplung kann auf die EP 0 714 338 B1 der Patentinhaberin verwiesen werden. Die hier genannte Weiterbildung kann noch dadurch ergänzt werden, dass auch in der Spitze des Reitstocks eine derartige Spreizkonuskupplung angeordnet sein kann.

[0029] Die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwirklichte große Beweglichkeit der einzigen Schleifspindel bringt es mit sich, dass genügend Platz zwischen dem Werkstückspindelstock und dem Reitstock vorhanden sein muß. Hinzu kommt noch, dass Maschinenbauteile der hier zu schleifenden Art oft mit beidseitigen Achsteilen von erheblicher Länge ausgestattet sind. Bei besonders hohen Anforderungen an das Schleifergebnis ist es daher vorteilhaft, wenn gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung die an dem Werkstückspindelstock und/oder dem Reitstock befindliche Spitze an ihrem Schaft durch eine oder mehrere Lünetten abgestützt ist. Eine Durchbiegung der Spitzen und damit auch des Maschinenbauteils wird damit weitgehend verhindert, ohne dass sich direkt an dem Maschinenbauteil befindliche Lünetten störend bemerkbar machen würden.

[0030] Die erforderliche gegenseitige Längsverschiebung des Maschinenbauteils und des Schleifspindelschlittens kann vorteilhaft dadurch verwirklicht werden, dass die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen und zum Drehantrieb des Maschinenbauteils sich auf einem Schleiftisch befinden, der gegenüber dem Schleifspindelschlitten in Längsrichtung des Maschinenbauteils verfahrbar ist.

[0031] Es ist aber ohne Weiteres auch möglich, die Spann- und Antriebsglieder unmittelbar an dem Maschinenbett fest anzubringen und dafür dem Schleifspindelschlitten eine zusätzliche Beweglichkeit parallel zur Längsrichtung des Maschinenbauteils zu geben.

[0032] Für die Ausbildung der ersten und der zweiten Schwenkachse der Schleifspindel wird vorgesehen, dass an dem Schleifspindelschlitten über eine senkrecht zu dessen Verschiebungsebene verlaufende erste Schwenkachse ein Schleifspindelstock angeordnet ist, an dem sich die Schleifspindel über eine zweite

Schwenkachse verschwenkbar befindet, die senkrecht zu der ersten Schwenkachse verläuft.

[0033] Durch eine derartige Anordnung kann die Schleifspindel besonders vorteilhaft in die verschiedenen Bearbeitungspositionen an dem Maschinenbauteil gebracht werden, wobei die beiden Schleifscheiben sich gegenseitig nicht stören.

[0034] Die erfindungsgemäßen Vorrichtung soll mit keramisch gebundenen CBN-Schleifscheiben ausgestattet werden, weil diese eine besonders hohe Standzeit haben und in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu einem besonders guten Schleifergebnis führen. Das gilt insbesondere für die erste Schleifscheibe zum Schleifen der Wirkfläche.

[0035] Die Erfindung wird anschließend anhand von Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, noch näher erläutert. Die Figuren zeigen das Folgende:

Figur 1 zeigt eine Ansicht von oben auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer ersten Bearbeitungsphase.

Figur 2 stellt eine der Figur 1 entsprechende Ansicht in der darauf folgenden Bearbeitungsphase dar.

Figur 3 hat die dritte Bearbeitungsphase bei sonst übereinstimmender Darstellung zum Gegenstand.

Figur 4 ist eine vergrößerte Darstellung von Einzelheiten der Figur 1.

Figur 5 veranschaulicht ebenfalls in vergrößerter Darstellung Einzelheiten des Zusammenwirkens von Maschinenbauteil und Schleifscheibe entsprechend der in Figur 2 dargestellten Bearbeitungsphase.

Figur 6 zeigt die vergrößerte Darstellung von Einzelheiten der Figur 3.

Figur 7 hat eine Einzelheit zum Aufspannen, Zentrieren und Antreiben des zu schleifenden Maschinenbauteils zum Inhalt.

[0036] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Schleifen, mit der insbesondere das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden soll. Die Vorrichtung gemäß Figur 1 besteht aus einem Maschinenbett 1, auf dem ein Werkstückspindelstock 2 und ein Reitstock 3 angebracht sind. Werkstückspindelstock 2 und Reitstock 3 weisen die üblichen (nicht bezeichneten) Pinolen mit den an Schäften 4, 5 befindlichen Spitzen 6 und 7 auf, zwischen denen das zu schleifende Maschinenbauteil 17 eingespannt wird. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind der Werkstückspindelstock 2 und der Reitstock 3 auf einem Schleiftisch 8 angeordnet, der in der Längsrichtung des Maschinenbauteils 17 ver-

fahrbar ist. Nach dem Einspannen haben das Maschinenbauteil 17, der Werkstückspindelstock 2 und der Reitstock 3 eine gemeinsame Längsachse 23, die als Bezugslinie für die Anordnung der übrigen Teile angesehen werden kann.

[0037] In Figur 1 ist weiter ein Schleifspindelschlitten 9 schematisch dargestellt, der mittels eines Verstellmotors 10 in einer Richtung senkrecht zu der Längsachse 23 verfahren werden kann. Auf dem Schleifspindelschlitten 9 ist ein Schleifspindelstock 11 angebracht, der um eine erste Schwenkachse 12 verschwenkt werden kann. Die erste Schwenkachse 12 steht senkrecht auf der Verschiebungsebene des Schleifspindelschlittens 9 und ist damit üblicherweise lotrecht ausgerichtet.

[0038] An dem Schleifspindelstock 11 ist eine Schleifspindel 14 angebracht; sie ist über eine zweite Schwenkachse 13 schwenkbar mit dem Schleifspindelstock 11 verbunden. Die Lage der zweiten Schwenkachse 13 wird aus Figur 2 vorstellbar. Die zweite Schwenkachse 13 verläuft senkrecht zur ersten Schwenkachse 12 und schneidet bei den üblicherweise vorkommenden Stellungen die gemeinsame Längsachse 23 von Werkstückspindelstock 2, Maschinenbauteil 17 und Reitstock 3.

[0039] Die sich aus der ersten Schwenkachse 12 ergebende Drehmöglichkeit des Schleifspindelstocks 11 ist in Figur 1 mit dem gekrümmten Doppelpfeil B bezeichnet. Die sich aus der zweiten Schwenkachse 13 ergebende Schwenkmöglichkeit der Schleifspindel 14 gegenüber dem Schleifspindelstock 11 ist in Figur 2 mit dem gekrümmten Doppelpfeil A angedeutet, den man sich als räumliche Darstellung denken muß.

[0040] An der einen Seite der Schleifspindel 14 sind zwei Schleifscheiben 15 und 16 eng nebeneinander fliegend gelagert.

[0041] Die vergrößerten Darstellungen der Figuren 4 bis 6 lassen die Eigenart des zu schleifenden Maschinenbauteils und den Ablauf der einzelnen Bearbeitungsphasen besonders deutlich erkennen.

[0042] Das zu schleifende Maschinenbauteil 17 besteht aus einem ersten Achsteil 18, einem zweiten Achsteil 19 und einem dazwischen befindlichen Mittelteil 20, dessen Außendurchmesser D deutlich größer ist als der der beidseitig davon befindlichen Achsteile. Wesentlich für das Mittelteil 20 ist ein Bereich in der Grundform eines Kegelstumpfes 21. Der Kegelstumpfmantel kann im Querschnitt eine geradlinige, aber auch eine konvex oder konkav gekrümmte Kontur haben. Derartige Maschinenbauteile bilden beispielsweise in automatischen Getrieben eine Wirkfläche 22, an der eine Kette oder ein Riemen auf sich ändernden Radien entlang wandern kann. Hierbei sind dann zwei derartige Wirkflächen gegeneinander gestellt, und die Kette oder der Riemen befindet sich dazwischen.

[0043] Das Maschinenbauteil weist aber auch zylindrische Außenflächen 24 auf, die gleichfalls geschliffen werden müssen; diese Flächen sind sämtlich in Figur 5 bezeichnet. Mit der Linie 28 in Figur 4 ist die Einwirkungs- oder Berührungslinie zwischen der ersten Schleifscheibe

15 und der Wirkfläche 22 bezeichnet; in dieser Berührungslinie 28 ist die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe, das heißt deren Geschwindigkeit am Außenumfang, von großer Bedeutung.

[0044] In den Figuren 4 bis 6 sind außerdem Lünetten 26 und 27 eingezeichnet, welche die Spitzen 6 und 7 des Werkstückspindelstocks und des Reitstocks unterstützen können. Bei dem erfindungsgemäß durchzuführenden Verfahren entsteht nämlich durch das zeitweise Schrägstellen der Schleifspindel 14 ein vergrößerter Raumbedarf zwischen dem Werkstückspindelstock 2 und dem Reitstock 3, vergleiche Figur 4. Die Schäfte 4 und 5 der Spitzen 6 und 7 müssen damit verhältnismäßig lang ausgebildet werden; bei besonders hohen Anforderungen an die Schleifgenauigkeit werden sie daher durch die Lünetten 26 und 27 unterstützt, damit sie sich unter der Einwirkung der Schleifscheiben nicht durchbiegen.

[0045] In Figur 7 ist eine Möglichkeit dargestellt, wie das zu schleifende Maschinenbauteil an den Spitzen 6, 7 zuverlässig eingespannt und genau zentriert werden kann und dabei dennoch wirksam zur Drehung angetrieben wird.

[0046] Zu diesem Zweck ist die Spitze 6 in einem zylindrischen Fortsatz 29 von kleinem Durchmesser verlängert. Die Spitze 6 und ihr Schaft 4 sind auf ihrer gesamten Länge von einer Längsbohrung 30 durchsetzt, in der eine Zugstange 31 geführt ist. Diese hat an ihrem einen Ende einen Gewindeabschnitt 32, der dazu dient, über geeignete Betätigungsmechanismen die Zugstange hin und her zu bewegen. An dem entgegengesetzten Ende ist an der Zugstange 31 ein Betätigungskonus 33 ausgebildet, der seinerseits mit auf ihm befindlichen Spanngliedern zusammenwirkt. Die Spannglieder werden durch Spannbacken 36 gebildet. Dazu sind ein erster Spannring 34 und ein zweiter Spannring 35 vorhanden, die beispielsweise aus geschlitzten Metallringen oder aus einem gummiähnlichen Werkstoff bestehen können. Die Spannringe 34 und 35 halten die Spannbacken 36 an ihrer Stelle in der Spitze 6 und verhindern eine horizontale Verschiebung der Spannbacken; die Spannbacken sind lediglich in einer Richtung senkrecht zur Zugstange verschiebbar. Die durch den ersten Spannring 34 zustande kommende axial gerichtete Kraftkomponente ist geringfügig und kann vernachlässigt werden. Die genannten Teile bilden innerhalb des zylindrischen Fortsatzes 29 eine Spreizkonuskupplung aus. Beispielsweise können drei Spannbacken 36 im Abstand von je 120 Grad vorhanden sein. Wird nun in Figur 7 die Zugstange 31 nach links gezogen, so drückt der Betätigungskonus 33 die Spannbacken 36 nach außen, wodurch der erste Spannring 34 axial zusammengedrückt und der zweite Spannring 35 radial nach außen gedrückt wird. Da der zylindrische Fortsatz 29 in die stirnseitige Bohrung 37 des ersten Achsteils hineinragt, das sich an dem Maschinenbauteil 17 befindet, werden im Ergebnis die Spitze 6 und das Achsteil 18 fest miteinander verspannt, wodurch eine sichere Drehmitnahme gewährleistet ist, ohne dass die Präzision der Zentrierung dadurch beeinträchtigt

wird.

[0047] Die aus Figur 7 ersichtliche Spreizkonuskupplung kann konstruktiv noch abgewandelt werden. Beispielsweise ist es möglich, anstelle der Spannbacken und des zweiten Spannringes 35 auch eine oder mehrere Kugeln zu verwenden. Einzelheiten hierzu können der EP 0 714 338 B1 der Anmelderin entnommen werden.

[0048] Im Folgenden wird der Ablauf des Schleifverfahrens beschrieben, wie er auf einer Vorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 7 erfolgt.

[0049] An dem Maschinenbauteil 17 müssen in den stirnseitigen Enden, also an den beiden Achsteilen 18 und 19, Bohrungen 37 angebracht werden, wodurch das Maschinenbauteil 17 zwischen den Spitzen 6, 7 von Werkstückspindelstock 2 und Reitstock 3 eingespannt und angetrieben werden kann. Durch Betätigen der aus Figur 7 ersichtlichen Spreizkonuskupplung wird das Maschinenbauteil 17 sodann bei präziser Zentrierung in Drehung versetzt.

[0050] In der ersten Bearbeitungsphase, in der die Wirkfläche 22 geschliffen wird, befindet sich die Schleifspindel 14 durch Verschwenken um die erste Schwenkachse 12 in der aus den Figuren 1 und 4 ersichtlichen Stellung. Entsprechend dem Kegelwinkel der Wirkfläche 22 wird auch die Schleifspindel 14 leicht schräg gestellt, so dass die erste Schleifscheibe 15 mit ihrem Umfang im Wesentlichen senkrecht gegen die zu schleifende Wirkfläche 22 angestellt ist.

[0051] Wenn die Wirkfläche 22 eine im Querschnitt geradlinige Kontur hat, wird die Außenkontur der ersten Schleifscheibe 15 ebenfalls geradlinig sein. Falls die Wirkfläche 22 jedoch konkav oder konvex gekrümmt ist, muß die erste Schleifscheibe 15 eine entgegengesetzt angepasste Krümmung aufweisen. Die in der Praxis vorkommenden Krümmungen an den Wirkflächen derartiger Maschinenbauteile sind verhältnismäßig gering. Bei dem hier erfolgenden Senkrechtschleifen der Wirkfläche besteht somit in jedem Fall der Vorteil, dass die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe über die gesamte axiale Erstreckung der Schleifscheibe 15 im Wesentlichen gleich ist. Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber dem bisher üblichen Schrägeinstechschleifen. Da die axiale Erstreckung der ersten Schleifscheibe 15 die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche 22 vollständig überdeckt, kann in einem einzigen Vorgang des Senkrechtschleifens das Schleifaufmaß 25 abgetragen und der angestrebte hochwertige Schleifzustand der Wirkfläche 22 erreicht werden. Die Zustellbewegung erfolgt, indem der Schleiftisch 8 in Richtung der Längsachse 23 verfahren wird. Auf die Berührungslinie 28 an der Wirkfläche 22 entfällt eine entsprechende schräge Komponente. Grundsätzlich könnte auch der Schleiftisch feststehen und der Schleifspindelschlitten 9 verfahren werden.

[0052] Wenn die Wirkfläche 22 vollständig bearbeitet ist, wird der Schleifspindelschlitten 9 ein geringes Stück von dem Maschinenbauteil 17 weg nach außen gefahren, und es wird der Schleifspindelstock 11 um die erste

Schwenkachse 12 gedreht, die senkrecht zur Verschiebungsebene des Schleifspindelschlittens verläuft. Die Schleifspindel 14 wird sodann in die aus den Figuren 2 und 5 ersichtliche Stellung gefahren. In dieser Stellung kann ein Längsschleifen aller zylindrischer Außenflächen 24, die sich an dem Mittelteil 20 und dem zweiten Achsteil 19 befinden, mittels der zweiten Schleifscheibe 16 erfolgen. In dieser zweiten Bearbeitungsphase wird das Schältschleifen bevorzugt, bei dem in einem axialen Durchgang sofort bis auf den Fertigdurchmesser geschliffen wird. Der Längsvorschub erfolgt auch hier durch Verfahren des Schleiftisches 8.

[0053] Wenn die zweite Bearbeitungsphase beendet ist, wird die Schleifspindel 14 um die zweite, waagrecht verlaufende Schwenkachse 13 - gewissermaßen "über Kopf" - geschwenkt, so dass die beiden Schleifscheiben 15 und 16 nunmehr die aus den Figuren 3 und 6 ersichtliche Stellung gegenüber dem zu schleifenden Maschinenbauteil 17 annehmen.

[0054] Ersichtlich können in der nunmehr erfolgenden dritten Bearbeitungsphase die noch verbliebenen Außenflächen 24 im Bereich des ersten Achsteils längsgeschliffen werden, wozu wieder die zweite Schleifscheibe 16 herangezogen wird.

[0055] Das Schleifen in einer einzigen Aufspannung, bei dem die Schleifspindel mit den beiden Schleifscheiben gewissermaßen um das gesamte zu schleifende Maschinenbauteil "herumfährt" verbindet ein hervorragendes Schleifergebnis mit stark verkürzten Taktzeiten.

Bezugsziffernliste

[0056]

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Maschinenbett |
| 2 | Werkstückspindelstock |
| 3 | Reitstock |
| 4 | Schaft |
| 5 | Schaft |
| 6 | Spitze |
| 7 | Spitze |
| 8 | Schleiftisch |
| 9 | Schleifspindelschlitten |
| 10 | Verstellmotor |
| 11 | Schleifspindelstock |
| 12 | erste Schwenkachse |
| 13 | zweite Schwenkachse |
| 14 | Schleifspindel |
| 15 | erste Schleifscheibe |
| 16 | zweite Schleifscheibe |
| 17 | Maschinenbauteil |
| 18 | erstes Achsteil |
| 19 | zweites Achsteil |
| 20 | Mittelteil |
| 21 | Kegelstumpf |
| 22 | Kegelstumpfmantel, Wirkfläche |
| 23 | Längsachse |
| 24 | zylindrische Außenfläche |

- | | |
|-------|------------------------|
| 25 | Schleifaufmass |
| 26 | Lünette |
| 27 | Lünette |
| 28 | Berührungslinie |
| 5 29 | zylindrischer Fortsatz |
| 30 | Längsbohrung |
| 31 | Zugstange |
| 32 | Gewindeabschnitt |
| 33 | Betätigungskonus |
| 10 34 | erster Spannring |
| 35 | zweiter Spannring |
| 36 | Spaambacken |
| 37 | stirnseitige Bohrung |

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils (17) mit zwei Achsteilen (18, 19) und einem dazwischen befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil (20), an dem eine Wirkfläche (22) in der Form eines Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist, wobei das an seinen Enden gehaltene und zur Drehung angetriebene Maschinenbauteil (17) in einer einzigen Aufspannung geschliffen wird, indem eine Schleifspindel (14) mit einer ersten Schleifscheibe (15) von zylindrischer Grundform und angepaßt geradliniger oder angepaßt gewölbter Umfangskontur senkrecht gegen die Wirkfläche (22) angestellt wird, wobei die axiale Erstreckung der ersten Schleifscheibe (15) die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche (22) überdeckt und die Zustellung erfolgt, indem die erste Schleifscheibe (15) und das Maschinenbauteil (17) in Richtung von dessen Längsachse (23) relativ zueinander bewegt werden, und indem am Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch Längsschleifen mit einer zweiten Schleifscheibe (16) geschliffen werden, wobei die Schleifspindel (14) nacheinander mit der ersten Schleifscheibe an der Wirkfläche (22) und mit der zweiten Schleifscheibe an den zylindrischen Außenflächen (24) zur Wirkung kommt, wobei sie um zwei senkrecht zueinander stehende Schwenkachsen (12, 13) verschwenkt und relativ zum Maschinenbauteil (17) in Richtung von dessen Längsachse (23) und senkrecht dazu, X-Achse, verschoben wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die zweite schleifscheibe (16) gleichachsig mit der ersten Schleifscheibe (15) an der Schleifspindel (14) befindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite der zweiten Schleifscheibe (16) geringer ist als die der ersten Schleifscheibe (15).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch Schältschleifen geschliffen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch Einssteichschleifen geschliffen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Maschinenbauteil (17) zwischen Spitzen (6, 7) eingespannt und aus mindestens einer der Spitzen (6) zur Drehung angetrieben ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei waagrecht gehaltenem Maschinenbauteil (17) die Schleifspindel (14) um eine lotrecht verlaufende erste Schwenkachse (12) und um eine zweite Schwenkachse (13) verschwenkt wird, die waagrecht verläuft.
7. Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils (17) mit zwei Achsteilen (18, 19) und einem dazwischen befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil (20), an dem eine Wirkfläche (22) in der Form eines Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
- mit Spann- und Antriebsgliedern zum Einspannen des Maschinenbauteils (17) an seinen stirnseitigen Enden und zu seinem Drehantrieb,
 - mit einem Schleifspindelschlitten (9), der in einer quer zur Längsachse (23) des Maschinenbauteils (17) verlaufenden Richtung verfahrbar ist,
 - mit einer Einrichtung zur gegenseitigen Längsverschiebung des Maschinenbauteils (17) und des Schleifspindelschlittens (9) in einer Richtung parallel zur Längsachse (23) des Maschinenbauteils 17,
 - mit einer Schleifspindel (14), die über zwei zueinander senkrecht verlaufende Schwenkachsen (12, 13) an dem Schleifspindelschlitten (9) angeordnet ist,
 - und mit zwei zur Drehung angetriebenen Schleifscheiben (15, 16),
 - von denen die zum Schleifen der an dem Maschinenbauteil (17) befindlichen Wirkfläche (22) bestimmte erste Schleifscheibe (15) eine Breite aufweist, die mindestens der radialen Schrägerstreckung der Wirkfläche (22) entspricht,
 - während die zum Schleifen zylindrischer Umfangsflächen (24) bestimmte zweite Schleif-
- scheibe (16) eine geringere Breite hat, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleifscheiben (15, 16) gleichachsig an ein und derselben Seite der Schleifspindel (14) fliegend angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen des Maschinenbauteils (17) durch an einem Werkstückspindelstock (2) und einem Reitstock (3) angebrachte Pinolen (4, 5) gebildet sind, die mit an ihnen befindlichen Spitzen (6, 7) zentrierend in stirnseitigen Bohrungen (37) des Maschinenbauteils (17) eingreifen, und dass zumindest die an dem Werkstückspindelstock (2) befindlichen Spitze (6) mit einer Kupplung versehen ist, die mit der stirnseitigen Bohrung (37) des Maschinenbauteils (17) über radial von innen nach außen wirkende Spannglieder zum Zwecke von dessen Drehmitnahme in Wirkverbindung steht.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupplung als Spreizkonuskupplung ausgebildet ist, deren nach außen zu spreizende Spannglieder als Spannbacken (36) ausgebildet sind und im Bereich der Spitze einer Längsbohrung (30) des an dem Werkstückspindelstock (2) befindlichen Schaftes (5) angeordnet sind, und dass die Betätigung der Spannbacken (36) durch eine Zugstange (31) erfolgt, die durch die Längsbohrung (30) hindurchgeführt und im Bereich der Spannbacken (36) mit einem Betätigungskonus (33) versehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an dem Werkstückspindelstock (2) und/oder dem Reitstock (3) befindliche Spitze (6, 7) an ihrem Schaft (4, 5) durch eine oder mehrere Lünetten (26, 27) abgestützt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen und zum Drehantrieb des Maschinenbauteils (17) sich auf einem Schleifisch (8) befinden, der gegenüber dem Schleifspindelschlitten (9) in Längsrichtung des Maschinenbauteils (17) verfahrbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Schleifspindelschlitten über eine senkrecht zu dessen Verschiebungsebene verlaufende erste Schwenkachse (12) ein Schleifspindelstock (11) angeordnet ist, an dem sich die Schleifspindel (14) über eine zweite Schwenkachse (13) verschwenkbar befindet, die senkrecht zu der ersten Schwenkachse (12) verläuft.

Claims

1. A method for grinding a rotationally symmetric machine part (17) that comprises two shaft elements (18, 19) and a central element (20) of a larger diameter located therebetween which has an effective surface (22) in the shape of an envelope of a truncated cone whose contours are straight or curved in cross-section, in which said machine part (17), which is supported and rotationally driven via its ends, is ground in a single clamping by bringing a grinding spindle (14) having a first grinding disk (15) of cylindrical basic shape and of correspondingly adapted straight or correspondingly adapted curved peripheral contours perpendicularly down against said effective surface (22), wherein the axially extending surface of said first grinding disk covers the slanted radial portion of said effective surface (22) and feed is accomplished by moving said first grinding disk (15) and said machine part (17) relative to each other in the direction of the longitudinal axis (23) of the latter, and by longitudinally grinding cylindrical external surfaces (24) located on said machine part (17) by means of a second grinding disk (16), wherein said grinding spindle (14) subsequently acts on said effective surface (22) through its first grinding disk, and on said cylindrical external surfaces (24) through its second grinding disk, in which operation it is swivelled about two swivelling axes (12, 13) extending perpendicular to each other as well as displaced relative to said machine part (17) in the direction of the longitudinal axis (23) thereof and perpendicular thereto, X axis **characterized in that** said second grinding disk (16) is mounted on the same axis on said grinding spindle (14) as said first grinding disk (15).
2. The method of claim 1 **characterized in that** the width of said second grinding disk (16) is smaller than that of said first grinding disk (15).
3. The method of claims 1 or 2 **characterized in that** cylindrical external surfaces (24) of said machine part (17) are ground by means of rough grinding.
4. The method of claims 1 or 2 **characterized in that** cylindrical external surfaces (24) of said machine part (17) are ground by means of plunge-cut grinding.
5. The method of one of claims 1 to 4 **characterized in that** said machine part (17) is clamped between pins (6, 7), with at least one of said pins (6) rotationally driving said machine part (17).
6. The method of one of claims 1 to 5 **characterized in that** said grinding spindle (14) is swivelled about a first, vertically extending swivelling axis (12) as well as about a second, horizontally extending swivelling axis (13), with said machine part (17) being supported horizontally.
7. A device for grinding a rotationally symmetric machine part (17) that comprises two shaft elements (18, 19) and a central element (20) of a larger diameter located therebetween having an effective surface (22) in the shape of an envelope of a truncated cone whose contours are straight or curved in cross-section, in particular for carrying out the method of one of claims 1 to 6, comprising:
- clamping and driving elements for clamping said machine part (17) at its frontal ends and for rotationally driving it,
 - a grinding spindle head saddle (9) which can travel in a direction transverse to said longitudinal axis (23) of said machine part (17),
 - means for mutually displacing said machine part (17) and said grinding spindle head saddle (9) longitudinally in a direction parallel to said longitudinal axis (23) of said machine part (17),
 - a grinding spindle (14) which is mounted on said grinding spindle head saddle (9) via two swivelling axes (12, 13) that extend perpendicular to each other,
 - and two grinding disks (15, 16) which are rotationally driven,
 - of which said first grinding disk (15) intended for grinding the effective surface (22) of said machine part (17) is of a width that is at least identical in dimension to the radial slant portion of said effective surface (22),
 - whereas said second grinding disk (16) intended for grinding cylindrical peripheral surfaces (24) is smaller in width,
- characterized in that** said grinding disks (15, 16) are mounted in a floating manner on the same axis on one and the same side of said grinding spindle (14).
8. The device of claim 7 **characterized in that** said clamping and driving elements for clamping said machine part (17) are constituted by centre sleeves (4, 5) mounted on a work piece headstock (2) and a tailstock (3), respectively, and provided with pins (6, 7) engaging frontal bores (37) of said machine part (17) so as to center it, and that at least the pin (6) which is located on the work piece spindle head (2) is provided with a coupling that is effectively connected to said front-face bore (37) of said machine part (17) via clamping elements acting radially from the inside to the outside for rotationally driving said machine part (17).

9. The device of claim 8 **characterized in that** said coupling is in the form of a conically expanding coupling, whose outwardly expandable clamping elements are formed as clamp jaws (36) and are located in the area of the tip of a longitudinal bore (30) of the shaft (5) located on said work piece spindle head (2), and that said clamp jaws (36) are actuated via a pull rod (31) which passes through said longitudinal bore (30) and is provided with a conical actuating member (33) in the area of said clamp jaws (36).
10. The device of one of claims 8 or 9 **characterized in that** the shaft (4, 5) of each pin (6, 7) located on said work piece spindle head (2) and/or said tailstock (3), respectively, is supported by one or several steady rests (26, 27).
11. The device of one of claims 7 to 10 **characterized in that** said clamping and driving elements for clamping and rotationally driving said machine part (17) are disposed on a grinding table (8) which is capable of travelling in the longitudinal direction of said machine part (17), with respect to said grinding spindle head saddle (9).
12. The device of one of claims 7 to 11 **characterized in that** mounted on said grinding spindle head saddle, via a first swivelling axis (12) which is perpendicular to the travel plane thereof, is a grinding spindle head (11) on which is mounted said grinding spindle (14) which can be swivelled about a second swivelling axis (13) which extends perpendicular to said first swivelling axis (12).

Revendications

1. Procédé de meulage d'un élément de machine (17) à symétrie de révolution avec deux pièces axiales (18, 19) et une pièce centrale (20) intermédiaire de diamètre supérieur, sur laquelle une surface active (22) est conçue sous la forme d'une enveloppe tronconique avec un contour rectiligne ou bombé en section, l'élément de machine (17) fixé à ses extrémités et entraîné en rotation étant meulé dans un seul serrage, dans lequel une broche porte-meule (14) avec une première meule (15) de forme de base cylindrique et de contour rectiligne ou bombé en conséquence est posée perpendiculairement contre la surface active (22), l'extension axiale de la première meule (15) recouvrant l'extension oblique radiale de la surface active (22) et l'approche s'effectuant en déplaçant la première meule (15) et l'élément de machine (17) l'un par rapport à l'autre, dans le sens de l'axe longitudinal (23) de celui-ci, et dans lequel des surfaces extérieures cylindriques (24) se trouvant sur l'élément de machine (17) sont

meulées par meulage longitudinal avec une deuxième meule (16), la broche porte-meule (14) agissant à tour de rôle sur la surface active (22) avec la première meule et sur les surfaces extérieures cylindriques (24) avec la deuxième meule, pivotant autour de deux axes de pivotement (12, 13) perpendiculaires l'un à l'autre et étant déplacée par rapport à l'élément de machine (17) dans le sens longitudinal de celui-ci (23) et perpendiculairement à celui-ci, dans l'axe X, **caractérisé en ce que** la deuxième meule (16) se trouve dans le même axe que la première meule (15) sur la broche porte-meule (14).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la largeur de la deuxième meule (16) est inférieure à celle de la première meule (15).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les surfaces extérieures cylindriques (24) se trouvant sur l'élément de machine (17) sont meulées par meulage d'écroûtage.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les surfaces extérieures cylindriques (24) se trouvant sur l'élément de machine (17) sont meulées par meulage en plongée.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'élément de machine (17) est serré entre des pointes (6, 7) et est entraîné en rotation à partir d'au moins une des pointes (6).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, lorsque l'élément de machine (17) est fixé horizontalement, la broche porte-meule (14) pivote autour d'un premier axe de pivotement (12) s'étendant verticalement et d'un deuxième axe de pivotement (13) qui s'étend horizontalement.
7. Dispositif de meulage d'un élément de machine (17) à symétrie de révolution avec deux pièces axiales (18, 19) et une pièce centrale (20) intermédiaire de diamètre supérieur, sur laquelle une surface active (22) est conçue sous la forme d'une enveloppe tronconique avec un contour rectiligne ou bombé en section, en particulier pour la réalisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
- avec des éléments de fixation et d'entraînement permettant la fixation de l'élément de machine (17) au niveau de ses extrémités frontales et son entraînement rotatif,
 - avec un chariot de poupée porte-meule (9) qui peut être déplacé dans un sens perpendiculaire à l'axe longitudinal (23) de l'élément de machine (17),
 - avec un dispositif de déplacement longitudinal

- réciproque de l'élément de machine (17) et du chariot de poupée porte-meule (9) dans un sens parallèle à l'axe longitudinal (23) de l'élément de machine (17),
- avec une broche porte-meule (14) qui est disposée sur le chariot de poupée porte-meule (9) via deux axes de pivotement (12, 13) perpendiculaires l'un par rapport à l'autre,
 - et avec deux meules (15, 16) entraînées en rotation,
 - parmi lesquelles la première meule (15) destinée au meulage de la surface active (22) se trouvant sur l'élément de machine (17) présente une largeur qui correspond au minimum à l'extension oblique radiale de la surface active (22),
 - alors que la deuxième meule (16) destinée au meulage des surfaces périphériques cylindriques (24) présente une largeur plus petite, **caractérisé en ce que** les meules (15, 16) sont disposées en porte-à-faux, dans le même axe et sur un seul et même côté de la broche porte-meule (14).
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les éléments de fixation et d'entraînement permettant la fixation de l'élément de machine (17) sont formés par des fourreaux (4, 5) disposés sur une poupée porte-pièce (2) et une contre-poupée (3) et qui, avec leurs pointes (6, 7), s'encliquètent de façon centrée dans les orifices avant (37) de l'élément de machine (17), et **en ce que** au moins la pointe (6) se trouvant sur la poupée porte-pièce (2) est dotée d'un accouplement qui, par les éléments de fixation agissant radialement de l'intérieur vers l'extérieur, est en liaison avec l'orifice avant (37) de l'élément de machine (17), pour l'entraînement rotatif de celui-ci.
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'accouplement est conçu comme un accouplement conique extensible, dont les éléments de fixation à élargir vers l'extérieur sont conçus comme des mâchoires de serrage (36) et sont disposés dans la zone de la pointe d'un orifice longitudinal (30) de l'arbre (5) se trouvant sur la poupée porte-pièce (2), et **en ce que** l'actionnement des mâchoires de serrage (36) s'effectue par une bielle de traction (31) qui passe par l'orifice longitudinal (30) et qui, dans la zone des mâchoires de serrage (36), est dotée d'un cône d'actionnement (33).
10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** la pointe (6, 7) se trouvant sur la poupée porte-pièce (2) et/ou la contre-poupée (3) est soutenue par une ou plusieurs lunette(s) (26, 27) au niveau de son arbre (4, 5).
11. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** les éléments de fixation et d'entraînement permettant la fixation et l'entraînement rotatif de l'élément de machine (17) se trouvent sur une table de meulage (8) qui, par rapport au chariot de poupée porte-meule (9), peut être déplacée dans le sens longitudinal de l'élément de machine (17).
12. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce qu'**une poupée porte-meule (11) est disposée sur le chariot de poupée porte-meule par le biais d'un premier axe de pivotement (12) perpendiculaire à son plan de déplacement, poupée sur laquelle se trouve la broche porte-meule (14) pouvant être pivotée par le biais d'un deuxième axe de pivotement (13) qui est perpendiculaire au premier axe de pivotement (12).

Fig. 1

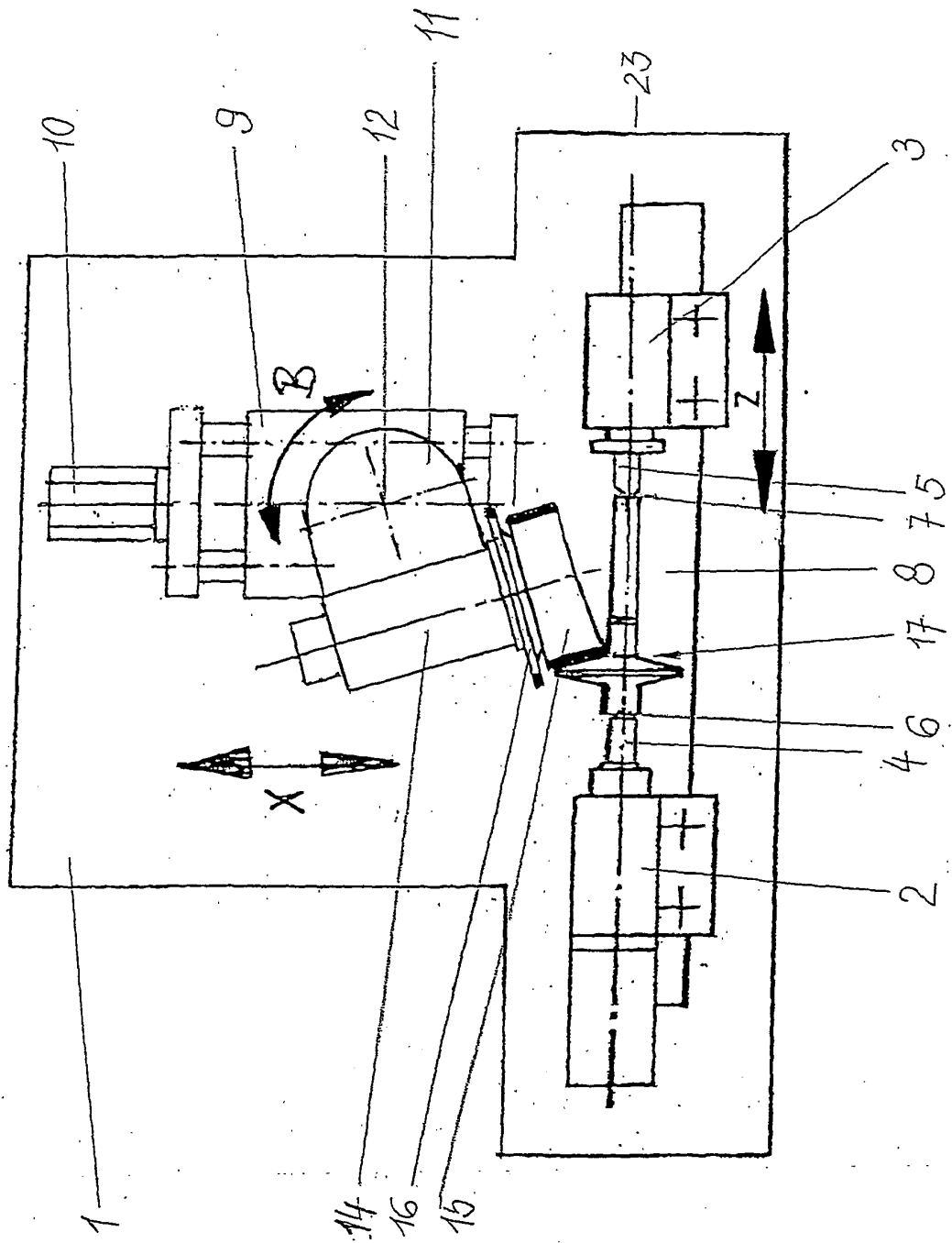
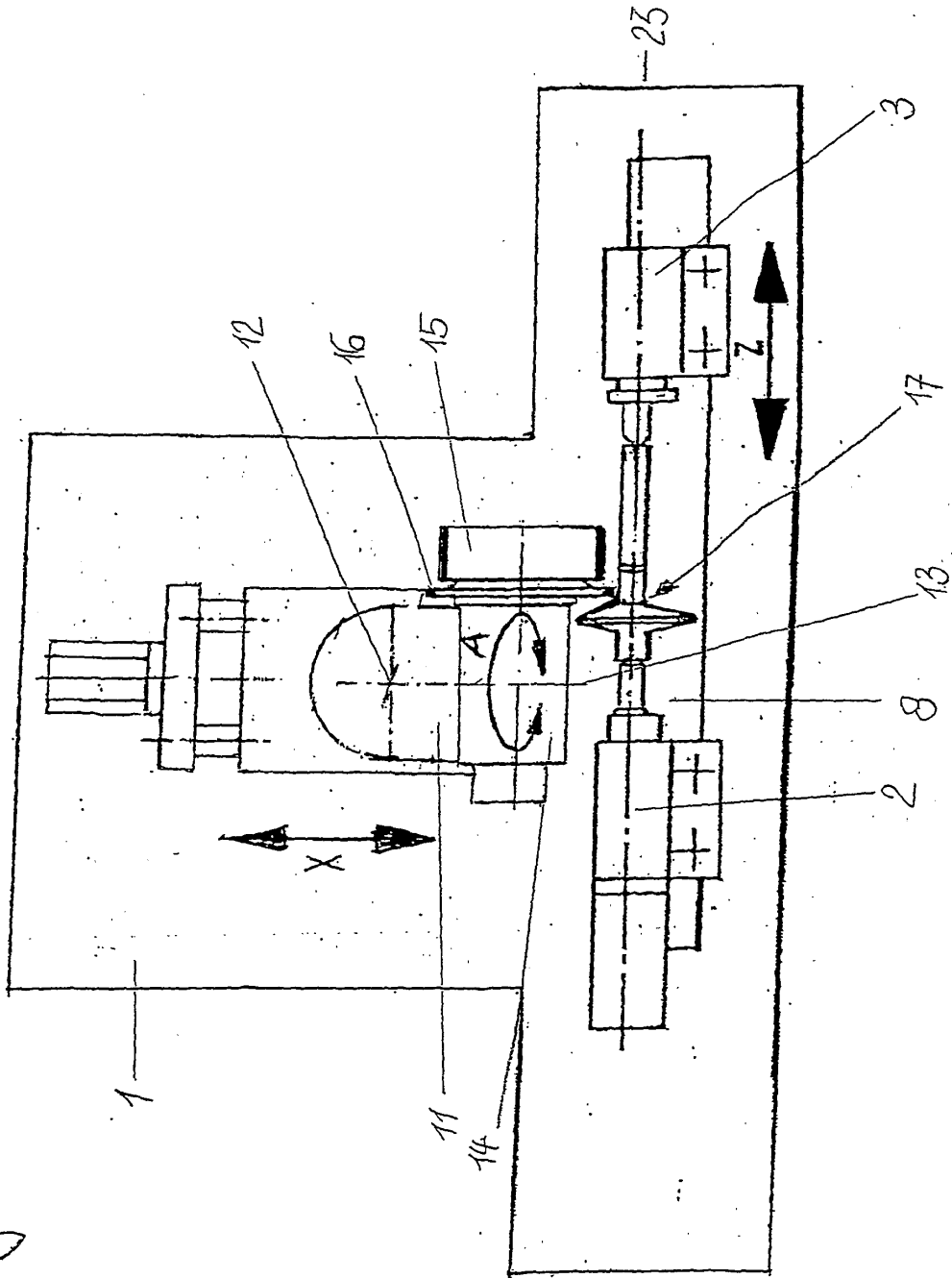


Fig. 2



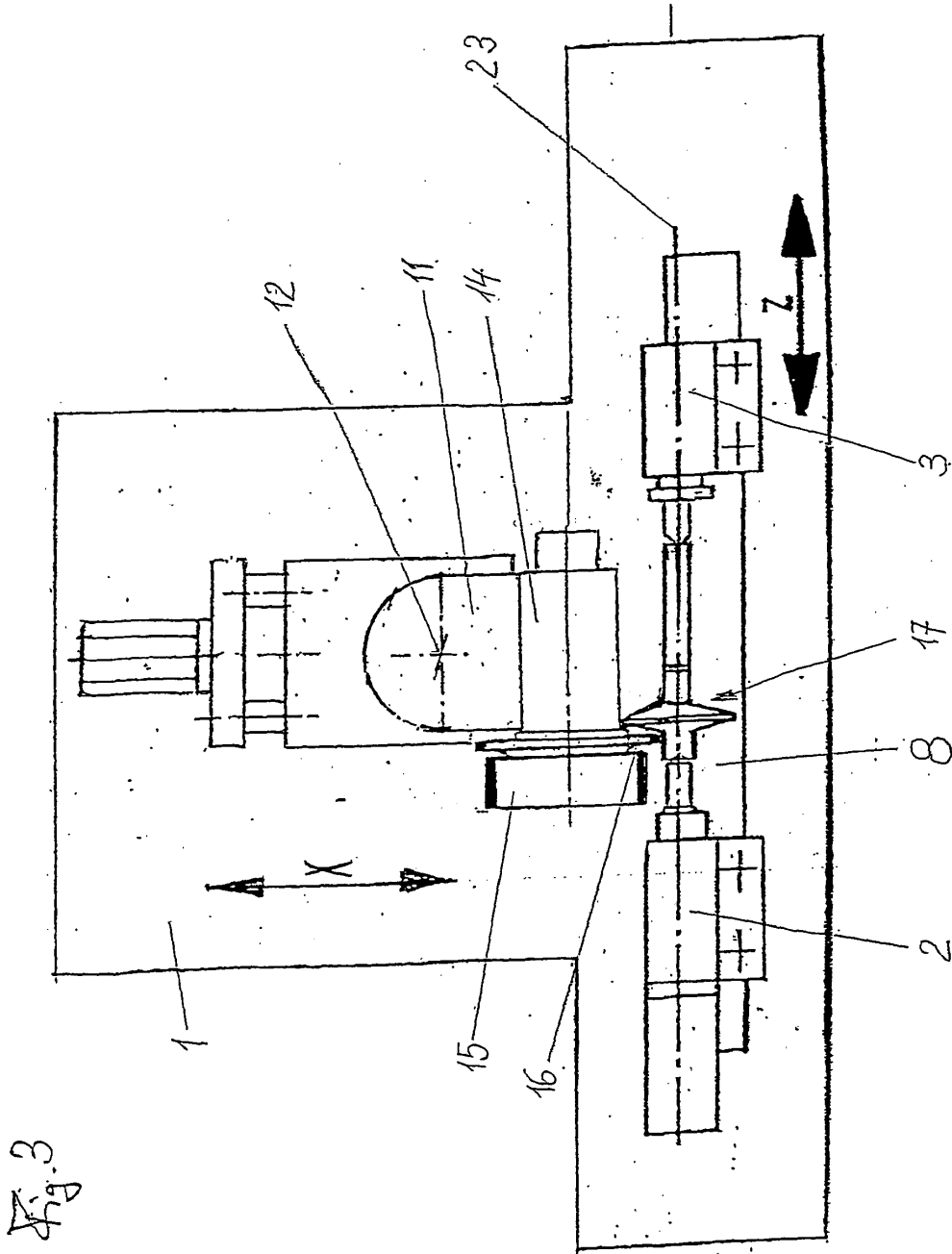


Fig 4

