CH 657 557 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 657 557 A5

(51) Int. Cl.[4]: B 24 B 5/00
B 24 D 5/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 4975/82

(22) Anmeldungsdatum: 20.08.1982

(30) Priorität(en): 14.09.1981 DE 3136441

(24) Patent erteilt: 15.09.1986

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.09.1986

(73) Inhaber:
Fortuna-Werke Maschinenfabrik GmbH, Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
Müller, Josef, Stuttgart 80 (DE)

(74) Vertreter:
A. Rossel, Dipl.-Ing. ETH, Zürich

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Rundschleifen von Werkstücken.

(57) Das Verfahren wird mit einer Schleifscheibe ausgeführt, deren schleifende Mantelfläche über ihre grösste axiale Erstreckung abgeschrägt ist. Das Werstück wird mit einer vom Volumen des Materialabtrags abhängigen Einstechgeschwindigkeit so weit zugestellt, bis die das Ende des abgeschrägten Bereiches bildende Stirnkante der Schleifscheibe die Werkstückoberfläche berührt, so dass mittels des zylindrischen Teiles der Schleifscheibe eine Werkstoffschicht bestimmter Dicke durch Einstechen abgetragen wird. Anschliessend wird das Werkstück in Richtung seiner Längsachse vorgeschoben, wobei die abgeschrägte Mantelfläche der Schleifscheibe über ihre ganze Breite Material abträgt und die abgeschliffene Werkstückoberfläche von der zylindrischen Mantelfläche nachbearbeitet wird. Mit diesem Verfahren kann in einem Hub eine Materialmenge abgetragen werden, die der Werkstoffzugabe oder doch einem verhältnismässig grossen Bruchteil dieses Masses entspricht. Dadurch wird im Vergleich zu dem bekannten Längsschleifverfahren, das zum Erreichen des Fertigmasses eine grosse Anzahl von Hüben erfordert, eine wesentliche Zeitersparnis erzielt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Rundschleifen von Werkstücken, bei dem eine rotierende Schleifscheibe mit ihrer Mantelfläche von dem gleichfalls rotierenden Werkstück Material abträgt, wobei zwischen der Schleifscheibe und dem im Verhältnis zur Schleifscheibenbreite längeren Werkstück in Richtung von dessen Längsachse eine Vorschubbewegung und zu Beginn dieses Hubes eine Zustellbewegung erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustellbewegung (R) mit einer vorgegebenen Einstechgeschwindigkeit (v_f) bis zum Erreichen eines Werkstückmasses ausgeführt wird, das im Bereich eines zylindrischen Mantelabschnittes der Schleifscheibe dem das Fertigmass des Werkstückes bestimmenden Materialabtrag oder einem Bruchteil hiervon entspricht, und dass anschliessend mit dem übrigen, von dem zylindrischen Abschnitt aus abgeschrägten Mantelabschnitt der Schleifscheibe durch Vorschubbewegung (V) Material von dem Werkstück über dessen ganze Länge auf dasselbe Endmass wie im zylindrischen Bereich abgetragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorschubgeschwindigkeit (v_t) um den Faktor

$$\frac{1}{\mathrm{tg}\alpha}$$

grösser gewählt wird als die Einstechgeschwindigkeit (v_f), wobei α der Winkel zwischen einer Mantellinie des zylindrischen Mantelabschnittes und der diese Mantellinie schneidenden Mantellinie des abgeschrägten Mantelabschnittes der Schleifscheibe ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Erstreckung (b) des zylindrischen Mantelabschnittes so dimensioniert wird, dass die Vorschubbewegung (V) pro Werkstückumdrehung kleiner oder mindestens gleich dieser axialen Erstreckung (b) ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der grösste radiale Abstand des abgeschrägten Mantelabschnittes der Schleifscheibe zum zylindrischen Mantelabschnitt der Schleifscheibe höchstens dem halben Betrag der für das Abtragen auf Fertigmass vorgegebenen Materialzugabe (z) entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Einstechvorschub in Radialrichtung der Schleifscheibe ausgeführt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einer Schleifscheibe, deren als Schleiffläche ausgebildete Mantelfläche nur über eine Teilbreite ihrer Gesamtbreite zylindrisch und über die restliche Breite abgeschrägt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der abgeschrägte Bereich der Schleifscheibe eine grössere Breite hat als der zylindrische Bereich, und dass der zwischen der zylindrischen und der abgeschrägten Mantelfläche vorhandene Winkel α so dimensioniert ist, dass $\mathrm{tg}\alpha \leqq 0{,}01$ ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifscheibe (12) von ihrem zylindrischen Mantelabschnitt aus bis zu ihrer einen Stirnfläche konisch verjüngt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der Gesamtbreite (B) der Schleifscheibe (12) und der Teilbreite (b), welche der axialen Erstreckung der zylindrischen Mantelfläche entspricht, zwischen 5:1 und 30:1, vorzugsweise etwa 7:1 beträgt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Rundschleifen von Werkstücken und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 6.

Ein bekanntes Verfahren dieser Art ist das Längsschleifen. Hierbei wird eine zylindrische Schleifscheibe verwendet, deren Mantelfläche die Schleiffläche bildet und deren Breite wesentlich geringer ist als die Länge des zu schleifenden Werkstückes. Das in einem Maschinentisch gelagerte und um seine Längsachse rotierende Werkstück wird mit dem Maschinentisch an der Schleifscheibe entlang geführt, wobei von seiner Oberfläche Werkstoff in einer Dicke abgetragen wird, die dem Mass der Zustellung entspricht. Da das Werkstück rotiert und gleichzeitig in Richtung seiner Längsachse bewegt wird, verläuft die Schleiffläche auf der Werkstückoberfläche wendelförmig. Dabei müssen der Längsvorschub und die Umfangsgeschwindigkeit bzw. die Drehzahl des Werkstückes derart aufeinander abgestimmt sein, dass die Windungen der wendelförmigen Schleifbahn mindestens aneinander anschliessen; zweckmässig sollen sie einander überdecken. Der Längsvorschub je Werkstückumdrehung, der sogenannte Seitenvorschub, muss also gleich oder kleiner sein als die Scheibenbreite. Das Verhältnis von Schleifscheibenbreite zu Seitenvorschub wird als Überschliffzahl bezeichnet. Je grösser die Überschliffzahl ist, umso besser ist das Schleifergebnis hinsichtlich der verbleibenden Rauhtiefe am Werkstück, weil die Scheibe dann auf einem grossen Teil ihrer Breite die Werkstückoberfläche nachbearbeitet und glättet. Die eigentliche Zerspanungsarbeit wird dann aber hauptsächlich von der in Vorschubrichtung liegenden Schleifscheibenkante geleistet, die daher hoch beansprucht ist. Aus diesem Grund kann das Mass der Zustellung nur sehr klein sein, so dass das Werkstück mehrfach an der Schleifscheibe entlang geführt werden muss. Sobald das Werkstück über seine ganze Länge an der Schleifscheibe entlang geführt worden ist, also einen Hub ausgeführt hat, wird die nächste Zustellbewegung ausgelöst. Es ist auch möglich, jeweils nur nach Beendigung eines Vorlaufes und eines Rücklaufes, also nach einem Doppelhub, erneut zuzustellen. Bis zum Erreichen des vorgegebenen Endmasses sind oft 30 Hübe und mehr erforderlich, woraus sich eine erhebliche Bearbeitungsdauer ergibt.

Ein anderes bekanntes Rundschleifverfahren ist das Einstechschleifen. Hierbei ist die Scheibenbreite grösser als die axiale Erstreckung der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche; die Schleifscheibe und das Werkstück werden in Längsrichtung nicht gegeneinander bewegt, sondern die Schleifscheibe dringt stetig radial in das rotierende Werkstück ein, bis das Fertigmass erreicht ist. Mit diesem Einstech-Schleifverfahren können nur kurze Werkstücke über ihre ganze Länge gleichzeitig fertig bearbeitet werden, da die mögliche Schleifscheibenbreite begrenzt ist. Bei längeren Werkstücken kann mit diesem Verfahren auch stufenweise gearbeitet werden. Es werden dabei nacheinander axial hintereinander liegende Bereiche des Werkstückes geschliffen. Die Zeitdauer der gesamten Bearbeitung des Werkstückes kann im Vergleich zum Längsschleifen zwar verkürzt werden, jedoch sind zusätzliche Positionierarbeiten erforderlich. Ausserdem muss als letzter Arbeitsvorgang in mindestens einem Hub längsgeschliffen werden, um eine ausreichende Oberflächengüte zu erreichen.

Ist die Schleifstelle nur etwas breiter als die verwendete Schleifscheibe, so kann das Einstech-Schleifverfahren ebenfalls angewendet werden. Hierbei wird ein Ende des Werkstückes durch Einstechschleifen auf das Fertigmass bearbeitet, und der Rest der Werkstücklänge wird mit der einseitig etwas angeschrägten Schleifscheibe durch langsames Vorschieben in Längsrichtung abgespant. Die im Verhältnis zur Scheibenbreite nur kurze Schrägfläche liegt dabei überwiegend frei, so dass die Schnittkräfte ausschliesslich am Übergangsbereich von der Schrägfläche zur zylindrischen Scheibenfläche auftreten und der Längsvorschub daher nur mit

ausserordentlich geringer Geschwindigkeit möglich ist. Im Vergleich zu dem Mehrfach-Einstechen wird daher bei diesem Verfahren kein Zeitgewinn erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Rundschleifen von Werkstücken mit erheblich geringerem Zeitaufwand zu ermöglichen, als es die bekannten Verfahren zulassen.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung nach den kennzeichnenden Merkmalen der Patentansprüche 1 und 6 gelöst.

Das erfindungsgemässe Rundschleif-Verfahren erlaubt das Abtragen des Werkstoffes um ein im Vergleich zum Längsschleifverfahren wesentlich grösseres Mass, sogar um das Mass der vollständigen Schleifzugabe, in einem Arbeitsgang, der über die gesamte Länge des Werkstückes dem Einstechschleifen entspricht, wobei das Werkstück trotzdem wesentlich länger sein kann als die Schleifscheibe breit ist. Die Zustellung geschieht zunächst mit einer vorgesehenen Einstechgeschwindigkeit V_f, wie es beim Einstechschleifen üblich ist; dabei wird vom zylindrischen Teil der Schleifscheibe, der parallel zu der dem Endmass entsprechenden Werkstückoberfläche verläuft, die Oberfläche des Werkstückes in diesem Bereich auf das vorgegebene Mass fertig bearbeitet. Die winklig zu diesem Endbereich verlaufende abgeschrägte Mantelfläche der Schleifscheibe ergibt eine entsprechend geformte, normalerweise also konische Oberfläche des Werkstückes. Bei der anschliessenden Vorschubbewegung in Achsrichtung des Werkstückes wird dann der Werkstoff vom abgeschrägten Teil der Schleifscheibe abgetragen und vom zylindrischen Teil bis auf das vorgegebene Mass ausgeschliffen. Da der abgeschrägte Bereich der Schleifscheibe, mit dem der grösste Teil des Materials abgetragen wird, verhältnismässig flach ($tg\alpha \leqq 0{,}01$) abgeschrägt ist und der Abtrag über die gesamte Breite dieses Bereichs erfolgt, kann die Vorschubbewegung um ein Vielfaches höher sein als bei bekannten Verfahren, wie Längsschleifen oder Einstechschleifen mit Längsvorschub.

Entscheidend ist dabei, dass nicht nur die in Vorschubrichtung vorne liegende Kante der Schleifscheibe beansprucht wird, sondern der gesamte abgeschrägte Bereich des Schleifscheibenmantels beim Abspanen wirksam ist. Es kann darum mit nur einem Hub oder jedenfalls nur wenigen Hüben das Fertigmass des Werkstückes erreicht werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Im folgenden werden zwei bekannte Verfahren und im Vergleich hierzu das erfindungsgemässe Verfahren anhand der Zeichnungen näher erläutert. In jeweils schematischer Darstellung zeigt:

Fig. 1 ein zylindrisches Werkstück mit der zugehörigen zylindrischen Schleifscheibe zur Erläuterung des Längsschleifverfahrens,

Fig. 2 ein zylindrisches Werkstück mit verdicktem, ebenfalls zylindrischem Bund und eine in Vorschubrichtung abgeschrägte Schleifscheibe zur Erläuterung eines der bekannten Einstech-Schleifverfahren,

Fig. 3 ein zylindrisches Werkstück mit Bund und die zugehörige Schleifscheibe zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens,

Fig. 4 eine Darstellung entsprechend Fig. 3 mit vorgeschobener Lage des Werkstückes,

Fig. 5 eine Darstellung entsprechend Fig. 3 in der Endstellung des Werkstückes nach Beendigung der Vorschubbewegung.

In Fig. 1 ist schematisch eine zylindrische Welle 1 gezeigt, die das zu bearbeitende Werkstück darstellt und in bekannter Weise zwischen feststehenden Spitzen 2 und 3 um ihre Längsachse 4 rotierend gelagert ist. Eine Schleifscheibe 5 ist um ihre Achse 6 ebenfalls rotierend gelagert. Sie ist an ihrer Mantelfläche mit einer Vielzahl von Schleifkörnern versehen, die mit ihren Kanten gleichzeigtig und in rascher Folge Werkstoff von dem Werkstück 1 abheben. Die Welle 1 wird mittels eines – nicht dargestellten – Maschinentisches in Richtung des Doppelpfeiles V abwechselnd vor- und zurückverfahren, so dass sie jeweils mit ihrer ganzen Länge an der Schleifscheibe 5 vorbeigeführt wird. Zur Erläuterung der beiden Endlagen ist die Schleifscheibe 5 in der einen Endstellung und als gestrichelt angedeutete Scheibe 5′ in der anderen Endstellung des Werkstückes schematisch angedeutet. Daraus ist ersichtlich, dass das Werkstück in seiner Endstellung die Scheibe um ein bestimmtes Überlaufmass passiert hat, so dass die Wellenenden mit derselben Häufigkeit von der Scheibe erfasst werden wie der mittlere Bereich der Welle. Bei diesem Längsschleifen entsteht eine wendelförmige Schleifbahn, deren Breite der Scheibenbreite b entspricht.

Für die erzielte Oberflächengüte des Werkstückes ist die Überschliffzahl u von wesentlicher Bedeutung. Sie gibt an, wie oft ein Punkt der Werkstückoberfläche bei einem Hub von der Schleifscheibe überschliffen wird und errechnet sich aus dem Längsvorschub je Werkstückumdrehung, der auch als Seitenvorschub bezeichnet wird, der Werkstückdrehzahl und der Scheibenbreite. Für den Seitenvorschub s gilt die Beziehung

$$s = \frac{v_t}{n_w} \quad \cdot \quad [m/u] \qquad (1)$$

wobei v_t die Vorschubgeschwindigkeit des Maschinentisches, also des Werkstückes ist und n_w die Werkstückdrehzahl bedeutet. Bei gegebener Breite b der Schleifscheibe errechnet sich die Überschliffzahl

$$u = \frac{b}{s} \qquad (2)$$

Die Überschliffzahl muss mindestens $u = 1$ betragen, d.h. der Seitenvorschub s darf nicht grösser sein als die Scheibenbreite b, da anderenfalls nicht jeder Punkt der Werkstückoberfläche von der Schleifscheibe überschliffen würde.

Die Schleifscheibe 5 wird bei jeder Hubumkehr um ein bestimmtes Mass zugestellt, welches die Dicke der abzutragenden Oberflächenschicht des Werkstückes bestimmt. Dieses Zustellmass kann bei dem beschriebenen Längsschleifverfahren nur sehr gering sein und liegt beispielsweise in der Grössenordnung von 0,01 mm bei üblichen Werkstoffen und Schleifbedingungen. Da die Gesamtdicke des abzutragenden Werkstoffes ein Vielfaches dieses Zustellmasses beträgt, muss die Hubzahl des Werkstückes entsprechend gross sein.

Aus Fig. 2 ist ein bekanntes Einstechverfahren ersichtlich mit der Besonderheit, dass ausser der Einstechbewegung auch eine Längsbewegung des Werkstückes ausgeführt wird. Fig. 2 zeigt eine zylindrische Welle 7, die einen Bund 7a aufweist und um ihre Längsachse 8 rotierend angetrieben ist. Die Welle wird von einer Schleifscheibe 9 rundgeschliffen, die eine Gesamtbreite b hat. Die wirksame Breite b1 der Schleifscheibe ist geringer, weil der Scheibenmantel auf einer Breite b2 konisch abgeschrägt ist.

Die Welle 7 wird in Richtung des Pfeiles R, also radial zur Schleifscheibe 9 zugestellt, wobei sie mit ihrem Bund 7a an der einen Stirnfläche der Schleifscheibe entlang geführt wird. Bei diesem Einstechen der Schleifscheibe in die Welle 7 wird der Werkstoff in einer bestimmten Dicke spiralförmig abgetragen, wobei die Länge der Bearbeitungszone der Breite b1 der Scheibe 9 entspricht. Die Einstechgeschwindigkeit ist proportional dem abzutragenden Werkstoffvolumen und

umgekehrt proportional zum Schleifdurchmesser des Werkstückes. Bei Beendigung des Einstechvorschubes ist das Fertigmass des Wellendurchmessers auf der Breite b1 bzw. der entsprechenden Länge der Welle erreicht. Anschliessend wird die Welle in Richtung des Pfeiles V vorgeschoben, um sie auch auf dem restlichen Teil ihrer Länge fertig zu bearbeiten. Dabei liegt die Unterkante 9a der Schleifscheibe infolge der konischen Abschrägung frei, und der Schleifbelag kommt nur im Übergangsbereich 9b mit dem abzutragenden Werkstoff in Eingriff. Da diese Schleiffläche sehr schmal ist, kann der Vorschub der Welle 7 nur mit sehr geringer Geschwindigkeit ausgeführt werden, so dass sich eine erhebliche Bearbeitungszeit ergibt, die umso grösser ist, je länger die Welle ist. Dieses Verfahren ist darum nur für kurze Werkstücke geeignet, die auf ihrer grössten Länge im Einstechverfahren, also mit der Breite b1 der Schleifscheibe bearbeitet werden können. Das Verfahren ist daher auch nur für solche Einsatzfälle angewendet worden.

In den Fig. 3 bis 5 ist eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt. Es wird eine Welle 10 rundgeschliffen, die einen Bund 10a aufweist und um ihre Achse 11 rotiert. Zur Bearbeitung ist eine Schleifscheibe 12 vorgesehen, die eine Gesamtbreite B hat. Die Schleifscheibe ist auf einer Breite b zylindrisch und im übrigen Bereich ihrer Mantelfläche konisch abgeschrägt. Der Winkel α dieser Konizität ist in der Zeichnung wesentlich vergrössert dargestellt, um das erfindungsgemässe Verfahren zu verdeutlichen. Er ist so gewählt, dass der Abstand $\frac{z}{2}$ zwischen dem vorgegebenen Endmass m und der Stirnkante 12a der Schleifscheibe dem radialen Mass der Materialzugabe Z entspricht, die wie üblich auf den Wellendurchmesser bezogen ist und die abzutragende Werkstoffschicht bezeichnet. Anstelle des Masses $\frac{z}{2}$ kann auch ein Bruchteil dieses Masses gewählt werden, so dass das Endmass nicht in einem Hub, sondern in mehreren Hüben erreicht wird, deren Anzahl dem gewählten Bruchteil entspricht.

Zu Beginn der Bearbeitung wird die Welle 10 mit dem (nicht dargestellten) Maschinentisch in Richtung R auf die Schleifscheibe 12 zugestellt, so dass das Material zunächst im Einstechvorgang abgetragen wird, bis die in Fig. 3 dargestellte Stellung erreicht ist. An der Übergangsstelle der Welle 10 zum Bund 10a ist eine Nut 10b vorhanden, so dass sich an dieser Stelle ein Überstand der Schleifscheibe ergibt, der eine saubere Oberflächenbearbeitung bis zum dem Bund zugekehrten Wellenende erlaubt.

Die Einstechgeschwindigkeit wird nach der Menge des in der Zeiteinheit abzutragenden Materials errechnet. Sie ergibt sich aus der Formel

$$v_f = \frac{z' \cdot 60}{d \cdot \pi} \quad [mm/min] \qquad (3)$$

worin z' das relative Zeitspanungsvolumen in $mm^3/s \cdot mm$ und d der Durchmesser des Werkstückes in mm ist. Beträgt z' beispielswiese 4 (in der angegebenen Dimension), so ergibt sich eine Einstechgeschwindigkeit v_f bei einem Scheibendurchmesser von 50 mm zu 1,52 mm/min.

Wenn die Endlage nach Fig. 3 durch Einstechen erreicht ist, wird das rotierende Werkstück 10 mit dem Maschinentisch in Richtung V vorgeschoben. Dabei trägt die Scheibe auf ihrer gesamten konischen Breite Material ab; eine Mittelstellung ist in Fig. 4 dargestellt. Die Vorschubgeschwindigkeit des Maschinentisches kann erheblich grösser gewählt werden als die Einstechgeschwindigkeit. Diese Vorschubgeschwindigkeit v_t errechnet sich nach der Formel

$$v_t = \frac{v_f}{tg\alpha} = v_f \, 2 \, \frac{B - b}{z} \, [mm/min] \qquad (4)$$

Die Vorschubgeschwindigkeit ist also um den Faktor 2

$$\frac{B - b}{z}$$

grösser als die Einstechgeschwindigkeit. Hat beispielsweise die Schleifscheibe eine Gesamtbreite B von 70 mm und auf ihrem zylindrischen Bereich eine Breite b von 10 mm, so ergibt sich für eine Werkstoffzugabe z = 0,3 mm der Faktor 400 für das Verhältnis zwischen Vorschubgeschwindigkeit v_t zu Einstechgeschwindigkeit v_f.

Bei der Wahl des Verhältnisses zwischen der Gesamtbreite B und der Teilbreite b der Schleifscheibe ist folgendes zu berücksichtigen: Der Faktor, um den die Einstechgeschwindigkeit zur Bemessung der Vorschubgeschwindigkeit erhöht werden kann, ist umso grösser, je kleiner der Winkel α ist, je länger also die Strecke B − b im Verhältnis zur Werkstoffzugabe z ist. Das absolute Mass der Teilbreite b ist ebenfalls bestimmend für die Vorschubgeschwindigkeit v_t. Die maximal zu wählende Vorschubgeschwindigkeit ist proportional zur Schleifscheibenbreite b und zur Drehzahl des Werkstükkes sowie umgekehrt proportional zur Überschliffzahl. Da die Überschliffzahl ≧ 1 sein muss, kann die Teilbreite b der Schleifscheibe nicht beliebig klein gewählt werden, da sonst der Faktor, um den die Einstechgeschwindigkeit erhöht werden kann, niedriger liegen würde als der aus dem Winkel α zu errechnende Betrag. Der zu dem oben angegebenen Beispiel errechnete Faktor 400 wird erreicht, wenn die Überschliffzahl = 1 gewählt wird und die Drehzahl des Werkstückes 60 U/min beträgt.

In Fig. 5 ist die Relativlage zwischen Werkstück und Schleifscheibe am Ende des Vorschubweges dargestellt. Der zylindrische Teil der Schleifscheibe soll das Wellenende um ein Mass ü überlaufen, das ausreicht, um auch dieses Wellenende einwandfrei rundzuschleifen.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren wird eine erheblich geringere Bearbeitungsdauer erreicht, als es bei dem bekannten Längsschleifverfahren möglich ist, wie es anhand der Fig. 1 erläutert wurde. Dort kann zwar die Vorschubgeschwindigkeit v_t grösser gewählt werden als bei dem erfindungsgemässen Verfahren; jedoch beruht dies darauf, dass die abzutragende Materialmenge fürjeden Hub wesentlich geringer gewählt werden muss als das Mass $\frac{z}{2}$. So wären bei dem angegebenen Beispiel 30 Hübe erforderlich, die zwar jeweils mit der 7fachen Geschwindigkeit ausgeführt werden könnten, verglichen mit dem erfindungsgemässen Verfahren, jedoch wegen der grossen Anzahl der Hübe eine wesentlich höhere Gesamtschleifzeit ergeben. Für das angenommene Beispiel wird bei dem erfindungsgemässen Verfahren nur ein Viertel der Gesamtzeit benötigt.

Im Vergleich zu dem anderen bekannten Verfahren, bei dem eine lange Welle durch aufeinanderfolgendes Einstechen fertig bearbeitet wird, ergibt sich ebenfalls eine Zeitersparnis. Bei diesem bekannten Verfahren wird zwar bei jedem Einstechen das Endmass erreicht, jedoch muss das Werkstück für jeden Einstechvorgang neu positioniert werden, und überdies ist als Endbearbeitung noch ein Vorschub im Längsschleifverfahren erforderlich.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist nicht nur zum Aussenrundschleifen von zylindrischen Werkstücken anwendbar. Vielmehr können auch Werkstücke mit kegelförmiger Oberfläche in der erfindungsgemässen Weise bearbeitet wer-

den, wobei die Lagerung des Werkstückes und die Relativbewegung zwischen Schleifscheibe und Werkstück in der beim Längsschleifverfahren üblichen Weise auszuführen sind. Ist die Werkzeugmaschine auch zum Schleifen von unrunden Formen eingerichtet, wobei das Werkstück beispielsweise polygonalen Querschnitt hat, so können auch solche Werkstücke nach dem erfindungsgemässen Verfahren bzw. mit einer erfindungsgemäss ausgebildeten Schleifscheibe bearbeitet werden. Solche Werkzeugmaschinen sind an sich bekannt; sie haben beispielsweise einen schrägstehenden Support oder Maschinentisch, wodurch die notwendige Lagerung und Zustellung ermöglicht wird.

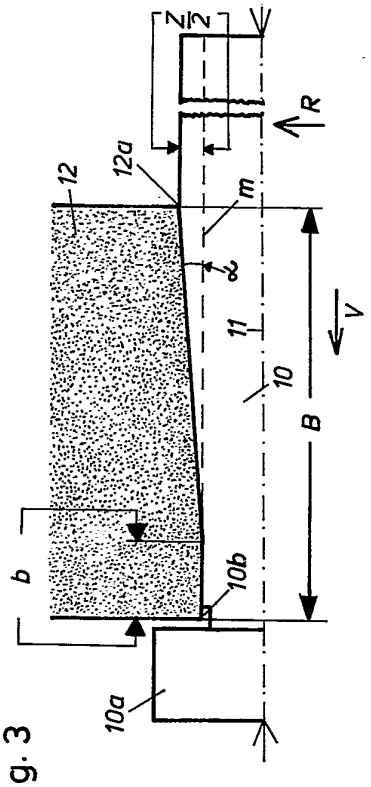


Fig. 3

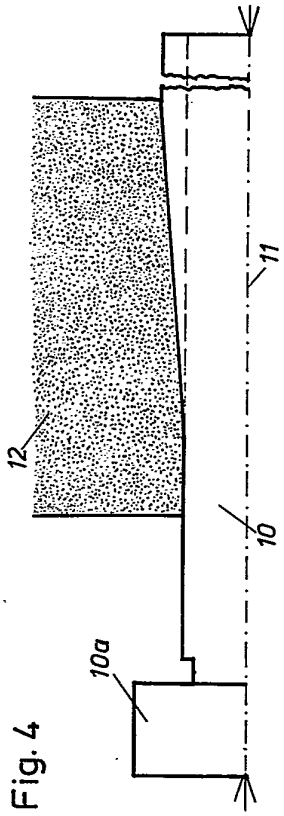


Fig. 4

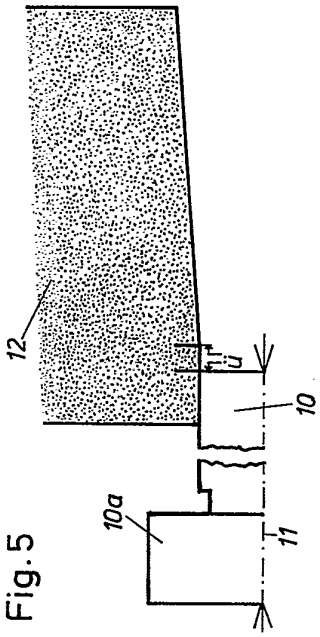


Fig. 5

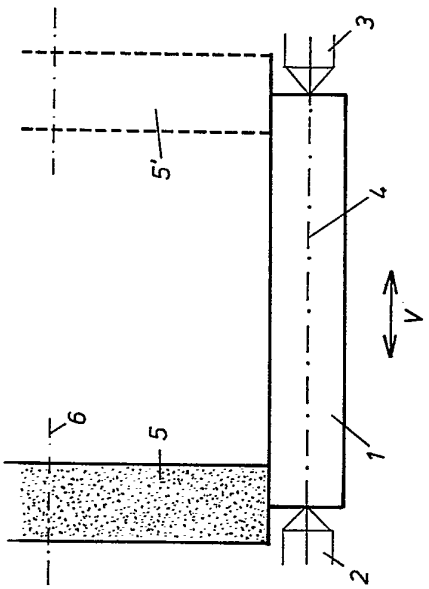


Fig. 1

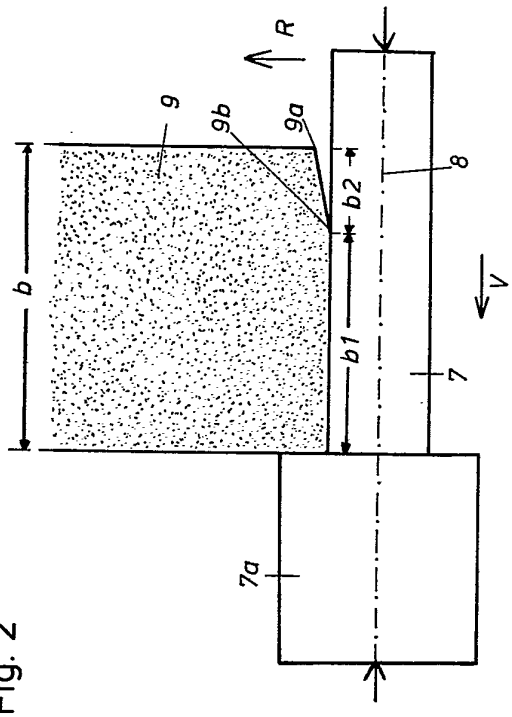


Fig. 2