



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

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 4011/86</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 08.05.1984</p> <p>㉔ Patent erteilt: 14.08.1987</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 14.08.1987</p>	<p>⑦③ Inhaber: Kievskoe Proizvodstvennoe Obiedinenie Polimernogo Mashinostroenia "Bolshevik", Kiev (SU) Fiziko-Tekhnicheskyy Institut Akademii Nauk Belorusskoi SSR, Minsk (SU)</p> <p>⑦② Erfinder: Gorshunov, Vadim Petrovich, Kiev (SU) Bondarenko, Leonid Ivanovich, Kiev (SU) Chachin, Viktor Nikolaevich, Minsk (SU) Izvekov, Vitaly Alexeevich, Kiev (SU) Maximenko, Vasily Afanasievich, Kiev (SU) Bondarenko, Vladimir Nikolaevich, Kiev (SU) Gdalin, Semen Ilich, Moskau (SU) Melnik, Valery Nikolaevich, Kiev (SU) Elensky, Valery Mikhailovich, Kiev (SU) Kulgavy, Eduard Arsentievich, Kiev (SU) Khomich, Nikolai Stepanovich, Minsk (SU) Kudinov, Valery Alexeevich, Kiev (SU) Tisnovsky, Leonid Rakhmilovich, Kiev (SU)</p> <p>⑦④ Vertreter: Patentanwälte Schaad, Balass &amp; Partner, Zürich</p> <p>⑧⑥ Internationale Anmeldung: PCT/SU 84/00024 (Ru)</p> <p>⑧⑦ Internationale Veröffentlichung: WO 85/05 128 (Ru) 21.11.1985</p>
---	--

⑤④ **Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern.**

⑤⑦ Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass ein Hohlrohling durch das Elektroschlacke-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit von 0,3 - 0,6 mm/s erzeugt, dann die Oberfläche des Hohlrohlings mit einem Plasmastrahl, der in einem Plasmatron mit einer Stromstärke von 220 - 320 A geformt wird, bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings relativ zum Plasmatron von 3 - 10 mm/s und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Rohling von 2 - 10 mm verfestigt und danach die Feinbearbeitung durch eine magnetisch-abrasive Bearbeitung durchgeführt wird, bei der die Polschuhe in Schwingungen versetzt werden, wobei das Produkt ihrer Frequenz mit der Länge der durch die Polschuhe umfassten Oberfläche als ein Vielfaches einer Ganzzahl im Bereich der 10fachen linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings gewählt wird.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern, das die Erzeugung eines Hohlrohrlings, dessen Oberflächenverfestigung und eine Feinbearbeitung einschliesst, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlrohrling durch das Elektroschlacke-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit von 0,3–0,6 mm/s erzeugt, die Oberfläche des Hohlrohrlings mit einem Plasmastrahl, der in einem Plasmatron mit einer Stromstärke von 220–320 A geformt wird, bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohrlings relativ zum Plasmatron von 3–10 mm/s und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Rohrling von 2–10 mm verfestigt und die Feinbearbeitung durch eine magnetisch-abrasive Bearbeitung durchgeführt wird, bei der die Polschuhe in Schwingungen versetzt werden, wobei das Produkt ihrer Frequenz mit der Länge der durch die Polschuhe umfassten Rohlingoberfläche als ein Vielfaches einer Ganzzahl im Bereich der 10fachen linearen Drehgeschwindigkeit des Rohrlings gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsfrequenz der Polschuhe in einem Bereich von  $2\text{--}15\text{ s}^{-1}$ , die Länge der durch die Polschuhe umfassten Rohlingoberfläche in einem Bereich von 0,05–0,5 m und die lineare Drehgeschwindigkeit des Rohrlings in einem Bereich von 0,5–4,0 m/s gewählt wird.

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf die Maschinenbautechnologie und betrifft insbesondere Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern.

## Stand der Technik

Die konventionelle Herstellungstechnologie derartiger Werkstücke schliesst üblicherweise eine Reihe verschiedener Arbeitsgänge ein, die wichtigsten (ausschlaggebend für die Produktqualität) von denen Vorfertigung, Verfestigung und Feinbearbeitung sind.

Allgemein bekannt ist ein Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Walzen, das die Erzeugung eines Rohrlings, Oberflächenverfestigung und Feinbearbeitung einschliesst.

Im bekannten Verfahren werden die Metallrohlinge für zylinderförmige Hohlkörper durch Walzung hergestellt, deswegen sind sie anisotrop und besitzen einen hohen Gehalt an schädlichen Verunreinigungen (Schwefel, Phosphor, nichtmetallische Einschlüsse), die im Volumen des Rohlingsmetalls ungleichmässig verteilt sind. Diese Faktoren wirken sich auf die Qualitätseigenschaften des Metalls bei nachfolgender Verfestigung und insbesondere bei der Feinbearbeitung negativ aus, weil an den Anhäufungsstellen der Verunreinigungen Mikrofehler der Oberflächenschicht entstehen.

Zur Oberflächenverfestigung des Werkstücks wird das Nitrieren durchgeführt, bei dem eine Veränderung der geometrischen Form erfolgt, die Härtenverteilung über die Werkstückoberfläche ungleichmässig und die Tiefe der verfestigten Schicht ungenügend sind. Bei der anschliessenden mechanischen Bearbeitung wird die nitrierte Schicht praktisch abgetragen.

Durch die modernen Verfahren zur Feinbearbeitung kann bei grossen Hohlkörpern eine Oberflächenrauigkeit von  $R_a \leq 0,04\text{ }\mu\text{m}$  nicht erzielt werden. Während des Arbeitsvorgangs bröckelt das im Werkzeug fest zusammengehaltene Schleifmittel (Topflappen, Superfinischen, Bandschleifen, Honen) aus und wird verölt. Beim Andrücken des Werkzeuges wird der zylinderförmige Hohlkörper durch Radialkräfte belastet, wodurch die Endabmessungen negativ beeinflusst

werden. Unter diesen Verhältnissen kann bei grossen dünnwandigen Walzen eine stabile Oberflächenrauigkeit von  $R_a \leq 0,04\text{ }\mu\text{m}$  nicht sichergestellt werden.

Die Walzen mit einer derartigen Oberflächengüte sind nicht imstande, die erforderliche Qualität verschiedener Filme zu gewährleisten, die den einsatzspezifischen Anforderungen genügen sollen. Ausserdem zeichnet sich das genannte Verfahren durch einen grossen Arbeitsaufwand bei den einzelnen Operationen aus.

## Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern zu schaffen, bei dem durch die Wahl von bestimmten Verhältnissen für den jeweiligen Arbeitsgang die Produktion von Werkstücken mit geringer Rauigkeit bei hoher Produktionsleistung ermöglicht wird.

Die gestellte Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern gelöst, das die Erzeugung eines Hohlrohrlings, dessen Oberflächenverfestigung und eine Feinbearbeitung einschliesst und in dem der Hohlrohrling erfindungsgemäss durch Elektroschlacke-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit von  $v = 0,3\text{--}0,6\text{ mm/s}$  erzeugt, die Oberfläche des Hohlrohrlings durch einen Plasmastrahl, der in einem Plasmatron mit einer Stromstärke von  $I = 220\text{--}320\text{ A}$  geformt wird, bei einer Drehgeschwindigkeit des Werkstücks relativ zum Plasmatron von  $w = 3\text{--}10\text{ mm/s}$  und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Werkstück von  $\delta = 2\text{--}10\text{ mm}$  verfestigt und die Feinbearbeitung durch eine magnetisch-abrasive Bearbeitung durchgeführt wird, bei der die Polschuhe in Schwingungen versetzt werden, wobei das Produkt ihrer Frequenz mit der Länge der zu bearbeitenden durch die Polschuhe umfassten Rohlingoberfläche als ein Vielfaches einer Ganzzahl im Bereich der 10fachen linearen Drehgeschwindigkeit des Rohrlings gewählt wird.

Durch den Einsatz des Elektroschlacke-Umschmelzens für die Erzeugung des Hohlrohrlings wird ein minimaler Gehalt und eine gleichmässige Verteilung der schädlichen Verunreinigungen und nichtmetallischen Einschlüsse im Volumen des Rohlingsmetalls erzielt, das Metall mit guten mechanischen Eigenschaften, mit Isotropie, ohne Haarrisse, Verwanzungen und andere innere Fehler erzeugt. Dadurch werden günstige Voraussetzungen für eine hochqualitative Metallverfestigung und Feinbearbeitung der Werkstückoberfläche geschaffen.

Durch die erfindungsgemässe Schmelzgeschwindigkeit des Rohrlings von 0,3–0,6 mm/s wird ein ausgerichtetes Metallgefüge mit unterschiedlichen Auftreffwinkeln der Kristalle im Metall des Hohlrohrlings geformt. Ausserdem wird eine unterschiedliche Packungsdichte der Dendriten erzielt, wodurch die erreichbare Härte und die Glühtiefe beim Plasmahärten beeinflusst wird. Die gewählten Schmelzgeschwindigkeiten der Hohlrohlinge von 0,3–0,6 mm/s sind minimal und maximal entsprechend. Bei genannten Schmelzgeschwindigkeiten besitzt der Rohling ein dichtes Mikrogefüge, wodurch stabile mechanische Eigenschaften und ein praktisch fehlerfreier Aufbau des Gussmetalls sichergestellt werden. Eben dadurch ist die Wahl der Schmelzgeschwindigkeiten des Hohlrohrlings zu erklären.

Die Oberflächenverfestigung bei der Zuführung eines Stromes konzentrierter Wärmeenergie ist durch eine Schnellheizung (bis  $1000\text{ }^\circ\text{C/s}$ ) charakterisiert, wodurch ein hochdisperses Gefüge der gehärteten Metallschicht mit einer hohen Härte erzeugt wird. Dieser Umstand hat eine positive Wirkung auf die nachfolgende Feinbearbeitung.

Die Plasmaverfestigung erfordert keine komplizierten Einrichtungen und ist kurzzeitig im Vergleich zu anderen

Arten der thermischen und chemischthermischen Behandlung. Hohe Erhitzungsgeschwindigkeiten gestatten es, das Metall mit einem feindispersen Gefüge zu erhalten, das eine hohe Härte und gute Einhärbarkeit besitzt.

Bei einer Stromstärke unter 220 A wird ein Plasmastrahl mit einer für die qualitätsmässige Verfestigung der Metalloberfläche unzureichenden Wärmeenergie geformt. Bei einer Stromstärke über 320 A kommt eine Überhitzung des Plasmatrons zustande, wodurch seine Betriebsdauer und -stabilität beeinträchtigt werden. Eine Vergrößerung der genannten Drehgeschwindigkeit der zu behandelnden Oberfläche führt zur Erhöhung der Wärmeabfuhr und zur Verringerung der Oberflächenhärte. Bei einer Verringerung der genannten Drehgeschwindigkeit wird ein Metallverbrennen hervorgerufen.

Da für diesen Vorgang ein indirekt wirkendes Plasmatron eingesetzt wird, hängt die an die zu behandelnde Oberfläche übertragene Wärmeenergie von dem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Werkstück ab. Bei einem Spalt über 10 mm ist die Erhitzung ungenügend, und bei einem Spalt unter 2 mm wird das Metall überhitzt.

Während der magnetisch-abrasiven Bearbeitung wird die zu bearbeitende Oberfläche fein dispergiert. Dabei wird die sich auf den Polschuhen bildende «Arbeitsbürste» aus den Körnern des ferromagnetischen Pulvers nicht verölt. Das ferromagnetische Pulver wird mit den Scharfkanten gegen die Werkstückoberfläche ausgerichtet, wodurch eine wirksame Bearbeitung und ein gleichmässiger Metallabtrag erzielt wird. Während des Arbeitsvorgangs werden die Schneidkanten erneuert. Die Leistung der magnetisch-abrasiven Bearbeitung ist im Vergleich zu anderen Verfahren der Feinbearbeitung wesentlich höher, und infolge der Elastizität der «Bürste» wird eine geringe Rauigkeit erreicht.

Unter den gewählten und genannten Verhältnissen der magnetisch-abrasiven Bearbeitung fallen die Bewegungsbahnen der beiden Polschuhe im jeweiligen Paar nicht zusammen, und auf der Werkstückoberfläche wird eine maximal mögliche Kreuzung der Bearbeitungsmarken erzeugt, wodurch die Wirksamkeit der Bearbeitung bedeutend erhöht und deren Qualität verbessert wird.

Zweckmässigerweise wird die lineare Drehgeschwindigkeit des Werkstücks bei der magnetisch-abrasiven Bearbeitung in einem Bereich von 0,5–4,0 m/s, die Schwingungsfrequenz in einem Bereich von 2–15 s<sup>-1</sup> und die Länge der durch das Polschuhpaar umfassten Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks in einem Bereich von 0,06–0,5 m gewählt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die optimalen linearen Drehgeschwindigkeiten des Werkstücks beim magnetisch-abrasiven Läppen in einem Bereich von 0,5–4,0 m/s liegen.

Bei einer geringeren Geschwindigkeit wird die Arbeitsleistung herabgesetzt, weil die Dispergierungsgeschwindigkeit der Metalloberfläche sinkt. Bei einer Vergrößerung der Geschwindigkeit über 4 m/s wird das ferromagnetische Pulver aus dem Arbeitsspalt ausgetragen, die Schnittkraft und die Wirksamkeit des Läppvorgangs verringert.

Durch die gewählte Schwingungsfrequenz der Polschuhe wird eine zusätzliche Schwingbewegung der Körner des ferromagnetischen Pulvers entlang der Werkstückachse zustande gebracht. Bei einer Verringerung der Schwingungsfrequenz nehmen die Metalldispergierungsgeschwindigkeit, die Leistung und die Wirksamkeit des Läppvorganges ab. Eine Vergrößerung der Schwingungsfrequenz über 15 s<sup>-1</sup> ist unwirksam, weil die «Bürste» infolge ihrer Trägheit mit einer derartigen alternierenden Geschwindigkeit nicht schwingen kann.

Beste Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachstehend wird die Erfindung an Hand eines konkreten Ausführungsbeispiels erläutert.

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von zylinderförmigen Hohlkörpern vorgeschlagen. Als Hohlkörper wurden Walzen für die Maschinen für die Produktion von dünnen und ultradünnen Polymerfilmen verschiedener Zweckbestimmung verwendet.

Das Verfahren schliesst folgende wichtige Arbeitsgänge ein: Erzeugung eines Rohlings, Oberflächenverfestigung und Feinbearbeitung. Erfindungsgemäss wird der Rohling in einem Verfahren hergestellt, durch welches eine gleichmässige Verteilung von schädlichen Verunreinigungen und nicht-metallischen Einschlüssen im Volumen des Rohlingsmetalls gewährleistet wird. Als solches Verfahren wird das Elektroschlack-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit des Rohlings von 20–40 mm/min eingesetzt. Das Elektroschlack-Umschmelzen erfordert keine grossen Maschinen und keinen grossen Arbeitsaufwand sowie gestattet es, Rohlinge mit einer praktisch beliebigen Länge und mit minimalen Zugaben für die nachfolgende mechanische Bearbeitung herzustellen. Das Metall wird beim Durchgang durch die Schlacke gereinigt. Dadurch wird der Gehalt an Schwefel von 0,031 auf 0,021% und an Phosphor von 0,029 auf 0,017% reduziert. Das erzeugte Metall ist chemisch homogen. Durch die gewählten Schmelzgeschwindigkeiten wurde eine dichte Dendritenpackung erzielt und die Isotropie im Walzenrohling verbessert.

Die Walzenoberfläche wird durch die Zuführung eines Stroms konzentrierter Wärmeenergie verfestigt. Als konzentrierte Wärmeenergie wird ein Plasmastrahl verwendet. Dabei wird der Plasmastrahl in einem Plasmatron mit einer Stromstärke von I = 220–320 A geformt und die Oberflächenverfestigung bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings relativ zum Plasmatron von w = 3–10 mm/s und bei einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Rohling von δ = 2–10 mm durchgeführt.

Hohe Festigkeitseigenschaften des Metalls sind bei der Wärmeverfestigung nur durch die Bildung einer feinnadeligen Martensitstruktur zu erzielen, was nur bei Vorhandensein von feinkörnigem Austenit realisierbar ist. Bei der Plasmahärtung wird die Metalloberfläche mit einer erhöhten Geschwindigkeit von 600–800 °C/s erhitzt. Dadurch wird die Bildung eines hochdispersen Austenitgefüges gefördert, während bei einer langsamen Erhitzung die Ausgangskorngrösse beim Übergang in den Austenitbereich praktisch nicht geändert wird. Dadurch wird der Vorteil der Plasmaverfestigung im Vergleich zu anderen Verfahren der Oberflächenverfestigung bedingt.

Die Analyse der Einwirkung der gewählten Verhältnisse der Plasmaverfestigung auf die Mikrohärtigkeit, die Einhärbarkeit und das Verformen hat erwiesen, dass diese optimal sind. Die verfestigte Schicht besitzt ein feindisperses Martensitgefüge bis zu einer Tiefe von 2–2,5 mm mit einer Härte von H<sub>μ</sub> = 10–0,7 · 10<sup>-4</sup> MPa, das dann allmählich in Sorbit und Perlit-Ferrit-Mischung übergeht.

Zur Feinbearbeitung der Walzen wird das magnetisch-abrasive Läppen mit einer Schwingungsfrequenz der Polschuhe im Bereich von 2–15 s<sup>-1</sup>, auf einer Länge der durch die Polschuhe umfassten Rohlingoberfläche von 0,05–0,5 m und bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings in einem Bereich von 0,5–4,0 m/s eingesetzt.

Beim magnetisch-abrasiven Läppen werden die Körner des ferromagnetischen Pulvers mit ihren grössten Achsen in Richtung der Magnetfeldlinien, d.h. normal relativ zu der zu bearbeitenden Rohlingoberfläche orientiert. Indem die Schleifmittelkörner an dieselbe angepresst werden, wird das Metall fein dispergiert. Infolge der Reibungskraft an den Kontaktstellen werden die ferromagnetischen Teilchen in Drehrichtung des Rohlings um einiges verschoben und kreuzen die Magnetfeldlinien, wodurch eine elektromotorische

Kraft erzeugt wird. Durch die entstehenden Mikroströme wird der Metallabtrag zusätzlich intensiviert und die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der bearbeiteten Oberfläche verbessert.

Während der Bearbeitung stehen die Körner des ferromagnetischen Pulvers vorwiegend mit den Rauhsitzen, der Oberfläche im Kontakt, die als Magnetfeldkonzentratoren wirken. Dabei werden die grössten Rauhsitzen der Rohlingoberfläche abgetragen. Durch die gewählten Bearbeitungsverhältnisse wird eine für das Anpressen des ferromagnetischen Pulvers an die Rohlingoberfläche ausreichende Kraft sowie eine Schnittgeschwindigkeit sichergestellt, durch die die erforderliche Bearbeitungsleistung und eine Rauigkeit von  $R_a = 0,02-0,04 \mu\text{m}$  erzielt wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird an Hand von Beispielen für die Fertigung einer Walze mit einem Durchmesser von 400 mm, einer Länge von  $I = 2500 \text{ mm}$  und einer Wanddicke von 15 mm aus einem chromhaltigen Baustahl veranschaulicht.

#### Beispiel 1

Ein Rohling wird durch das Elektroschlack-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit von  $v = 0,35 \text{ mm/s}$  hergestellt. Die Oberfläche des Rohlings wird mit einem Plasmastrahl, der mit einer Stromstärke von  $I = 230 \text{ A}$  geformt wurde, bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings relativ zum Plasmatron von  $w = 9 \text{ mm/s}$  und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Rohling von  $\delta = 4 \text{ mm}$  verfestigt. Die magnetisch-abrasive Bearbeitung wird bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings von  $v = 0,5 \text{ m/s}$ , einer Schwingungsfrequenz der Polschuhe von  $3 \text{ s}^{-1}$  und einer Länge des durch das Polschuhpaar umfassten Oberflächenbogens des zu bearbeitenden Rohlings von  $0,1 \text{ m}$  durchgeführt. Unter den genannten Verhältnissen dauert die magnetisch-abrasive Feinbearbeitung  $6-6,5 \text{ h}$ . Die erzielte Rauigkeit beträgt  $R_a = 0,039-0,04 \mu\text{m}$ .

#### Beispiel 2

Ein Rohling wird durch das Elektroschlack-Umschmelzen mit einer Schmelzgeschwindigkeit von  $v = 0,6 \text{ mm/s}$  her-

gestellt. Die Oberfläche des Rohlings wird mit einem Plasmastrahl, der mit einer Stromstärke von  $I = 260 \text{ A}$  geformt wurde, bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings relativ zum Plasmatron von  $w = 6 \text{ mm/s}$  und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und Rohling von  $\delta = 8 \text{ mm}$  verfestigt. Die magnetisch-abrasive Bearbeitung wird bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Werkstücks von  $v = 2 \text{ m/s}$ , einer Schwingungsfrequenz der Polschuhe von  $15 \text{ s}^{-1}$  und einer Länge des durch das Polschuhpaar umfassten Oberflächenbogens des zu bearbeitenden Rohlings von  $0,4 \text{ m}$  durchgeführt. Unter den genannten Verhältnissen dauert die magnetisch-abrasive Feinbearbeitung  $4-5 \text{ h}$ . Die erzielte Rauigkeit beträgt  $R_a = 0,034-0,036 \mu\text{m}$ .

#### 15 Beispiel 3

Ein Rohling wird durch das Elektroschlack-Umschmelzen bei einer Schmelzgeschwindigkeit von  $v = 0,4 \text{ mm/s}$  hergestellt. Die Oberfläche des Rohlings wird mit einem Plasmastrahl, der mit einer Stromstärke von  $I = 300 \text{ A}$  geformt wurde, bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings relativ zum Plasmatron von  $w = 7 \text{ mm/s}$  und einem Spalt zwischen dem Plasmatron und dem Rohling von  $\delta = 6 \text{ mm}$  verfestigt. Die magnetisch-abrasive Bearbeitung wird bei einer linearen Drehgeschwindigkeit des Rohlings von  $v = 3 \text{ m/s}$ , einer Schwingungsfrequenz der Polschuhe von  $12 \text{ s}^{-1}$  und einer Länge des durch das Polschuhpaar umfassten Oberflächenbogens des zu bearbeitenden Rohlings von  $0,3 \text{ m}$  durchgeführt. Unter den genannten Verhältnissen dauert die magnetisch-abrasive Feinbearbeitung  $2,5-3 \text{ h}$ . Die erzielte Rauigkeit beträgt  $R_a = 0,02-0,024 \mu\text{m}$ .

#### Gewerbliche Verwertbarkeit

Besonders vorteilhaft kann die Erfindung für die Herstellung von grossen Hohlkörpern wie Walzen, Rollen, Zylinder, Trommeln Anwendung finden, die eine äusserst geringe Rauigkeit der bearbeiteten Oberflächen besitzen sollen und in Maschinen für die Produktion von dünnen und ultradünnen Filmen verschiedener Zweckbestimmung (Kino- und Photomaterial, Magnetbänder, Papierware usw.), organischem Flachglas eingesetzt werden.