



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 (1968.09) **B24C 3/02 (1968.09)**

(21) Anmeldenummer: 04733217.6

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2004/000185

(22) Anmeldetag: 14.05.2004

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/101224 (25.11.2004 Gazette 2004/48)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(72) Erfinder:
• **Anischenko, Andrey Vasilievich
Moscow, 125171 (RU)**
• **Galchenko, Nicolai Alekseevich
Dnepropetrovskaya obl., 50099 (UA)**

(30) Priorität: 15.05.2003 RU 2003114112

(74) Vertreter: **Jeck, Anton
Jeck Fleck Herrmann
Patentanwälte
Postfach 14 69
71657 Vaihingen/Enz (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR KUGELSTRAHLENVERARBEITUNG UND VORRICHTUNG ZUR
DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS**

(57) Die Erfindung gehört zur gasstrahlschleifenden Behandlung und kann bei der Reinigung von Baukonstruktionen und technologischen Ausrüstungen mittels eines Zweikomponentenstrahls eingesetzt werden. Der Strahl wird durch eine akustische Wirkung, eine Materialstutzenvibration und eine Erhöhung der Druckdifferenz des Gases im Einlauf und Auslauf erzeugt, wobei das Schleifmittel im Beschleuniger auf einer Strecke mit einer Länge von 30-120 Laufkalibern beschleunigt und unter einem Winkel von 15-45° auf die zu bearbeitende Oberfläche im Abstand von 35-95 Laufkalibern gelenkt wird. Das benötigte Verhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase wird durch ein selbstregulierendes, pneumatisches System gewährleistet, wobei die Vibration unter Verminderung des Gasverbrauchs im zum Materialstutzen zugeführten Strahl erhöht wird. Zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Kugelstrahlen ist ein Apparat vorgesehen, der eine Düse und einen Behälter mit einem Dosierer aufweist, die miteinander über eine Förderleitung und mit einer Druckgasquelle, einer Gasleitung, verbunden sind. Die Düse wird in Form eines Laufs mit einer Länge von 30-120 Laufkalibern ausgeführt, und der Dosierer ist mit einem akustischen Breitbandgenerator, einem Mehrkreisvibrationserreger mit einem Ejektor, einem Aktivator und einem Zentrifugalwasserabscheider versehen.

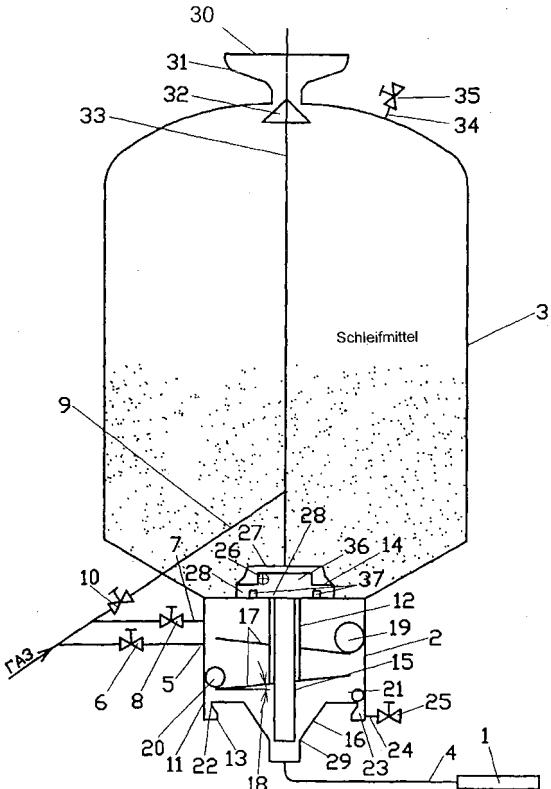


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung gehört zum Bereich gasstrahlschleifender Behandlung und kann bei der Reinigung (Beseitigung von Korrosion und Schmutz) von Brücken, Behältern, Schiffen, Eisenbahnwagen, Kraftfahrzeugen, Baukonstruktionen und technologischen Ausrüstungen sowie zur Rauheitsveränderung, zur Verbesserung von Dekorativeigenschaften unterschiedlicher Oberflächen und zur Pneumatikförderung von Schüttgut eingesetzt werden.

[0002] Es sind Verfahren zur Werkstücksbearbeitung mit einem hochschnellen Zweikomponentenstrahl bekannt, dessen Dispersionsmedium Gas und dessen disperse Phase Schleifmittelteilchen sind. Die Verfahren umfassen das Einführen der dispersen Phase aus dem Druckbehälter in die Schüttgutleitung, das Mischen mit dem Dispersionsmedium, die Zufuhr zur Düse und die Beschleunigung des Schleifmittels durch Umwandlung des Gasdrucks in kinetische Energie sowie die Erzeugung eines hochschnellen Zweikomponentenstrahls, der als Werkzeug für die Behandlung der Werkstückoberfläche dient. Die Menge des Schleifmittels im hochschnellen Zweikomponentenstrahl wird durch den Durchgangsquerschnitt eines Dosierers geregelt, der zwischen dem Druckbehälter und der Schüttgutleitung angebracht ist, wobei der Druck im Druckbehälter und in der Schüttgutleitung gemessen wird (Patent US 5061799). Diese technische Lösung lässt die Zufuhr des Schleifmittels in einem großen Bereich von 0,22 bis 4,5 kg (Patent US 5063402) zu. Der wesentliche Nachteil ist allerdings die Zufuhr des Schleifmittels direkt zur Schüttgutleitung. Eine geringe Geschwindigkeit der dispersen Phase und ein statischer Überdruck führen zu einem instabilen Verhältnis der dispersen Phase und des Dispersionsmediums, zu einer niedrigen, kinetischen Viskosität und als Folge zu einer Verminderung der Wirksamkeit und Leistung der Behandlung.

[0003] Das bekannte Kugelstrahlverfahren wird in einem Apparat zur Strahlreinigung, Modell ASO-150 (Technische Spezifikation TS 5251-020-03082926-2002, Apparat zur Strahlreinigung, Modell ASO-150) verwendet. Dieses Kugelstrahlverfahren umfasst das Einführen von Gas zusammen mit einem Schleifmittel in einen Behälter, das Absperren des mit einer Verschlussklappe versehenen Beschickungshalses, die Erzeugung eines Drucks im Behälter, die Gaszufuhr zu einem Aufnahmestutzen, die Zufuhr der Schleifmittelteilchen im Selbstfluss aus dem Behälter über einen Dosierer zum Aufnahmestutzen und weiter über einen Schlauch zur Düse sowie die Erzeugung eines Zweikomponentenstrahls, der als Werkzeug zur Oberflächenbehandlung verwendet wird. Das Schleifmittel kommt aber infolge der Druckdifferenz am Einlauf und Auslauf des Dosierers pulsierend in den Aufnahmestutzen hinein. Ferner werden Düsen in geringen Längen von 80-115 mm eingesetzt, wodurch nur zu einer geringen Umwandlung (3-5 %) des Gasdrucks in kinetische Energie der Schleifmittelteilchen führt. Infolgedessen sind diese Apparate durch eine niedrige Leistung (5-7 m²/h) und einen großen Schleifmittelverbrauch (60-90 kg/m²) gekennzeichnet.

[0004] Eine ähnliche technische Lösung stellt ein Verfahren dar, das in der Anlage zur Schleifbehandlung im Urheberzeugnis SU 1145575 beschrieben ist. Dieses Verfahren besteht in der Verwendung des Gasdrucks zur Verdrängung des Schleifmittels aus dem Behälter in eine Mischkammer und arbeitet ferner mit einer Zentral- und Radialöffnung der Beschickungsvorrichtung für die Schüttgutleitung. Diese Lösung sichert zwar eine stabilere Zufuhr des Schleifmittels, aber eine Verstopfung des Durchgangsquerschnittes des Dosierers wird nicht ausgeschlossen. Ferner bleibt die Geschwindigkeit der Gasströmung in der Mischkammer gering und sinkt im Bereich der Schleifmittelzufuhr ab, wodurch Pulsationen entstehen können.

[0005] Der wesentliche Nachteil ist der Arbeitsschritt, in dem die Zufuhrstärke des Schleifmittels durch Änderung des Durchgangsquerschnitts des Dosierers geregelt wird. Zudem sind Probleme, wie die Auswahl einer optimalen Beschleunigungsstrecke, die Erzeugung eines hochschnellen Zweikomponentenstrahls, ein Angriffswinkel und Abstand zur bearbeitenden Oberfläche, nicht gelöst.

[0006] Die technische Aufgabe der Erfindung besteht in der Erhöhung der Leistung und Wirksamkeit der Kugelstrahlbehandlung aufgrund des Anstiegs der kinetischen Energie des Schleifmittels durch Umwandlung des statischen Gasdrucks und der Verlustreduzierung bei der Zerstörung der Oberschicht.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Zweikomponentenstrahl mittels einer akustischen Wirkung, einer Materialstutzenvibration und einer Erhöhung der Druckdifferenz des Gases im Einlauf und Auslauf erzeugt wird. Dabei wird das Schleifmittel über die Förderleitung in einem Beschleuniger auf einer Strecke mit einer Länge von 30-120 seines Kalibers beschleunigt und auf die zu bearbeitende Oberfläche unter einem Winkel von 15-45° im Abstand von 35-95 seines Kalibers gelenkt. Der Zweikomponentenstrahl wird mittels des Einführens eines Schleifmittels in den Gasstrom bis zu einem Verhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase von 0,7 bis 0,9 erzeugt. Die Zufuhr einer optimalen Menge des Schleifmittels wird durch eine akustische Wirkung und einer Vibration mit der Schwingungsfrequenz von 500-1000 Hz und einer Schwingungsamplitude von 0,3-0,7 mm gewährleistet. Das benötigte Verhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase wird durch ein selbstregulierendes, pneumatisches System gewährleistet, das die Vibration unter Verminderung des Gasverbrauchs im zum Materialstutzen zugeführten Strahl erhöht. Das System ist selbstregulierend, da sich die Vibration und akustische Wirkung mit der Verminderung der Gasmenge erhöhen, wodurch die Reibungskräfte zwischen den Schleifmittelteilchen geschwächt werden.

[0008] Zur Durchführung des Kugelstrahlverfahrens gemäß der Erfindung ist ein Tari-Apparat (im weiteren Apparat genannt) entwickelt worden, der eine Düse und einen Behälter mit einem Dosierer enthält, die über Förder- und Gas-

leitungen als Druckgasquelle miteinander verbunden sind. Die Düse weist eine Länge von 30-120 Kaliber auf, und der Dosierer ist mit einem akustischen Breitbandgenerator, einem Vibrationserreger mit Mehrkreisejektor, einem Aktivator und einer Zentrifugalwasserabscheider versehen. Der Vibrationserreger weist unter einem spitzen Winkel angeordnete Teller, Läufer unterschiedlichen Gewichts, Tangenzial und Radialstutzen zur Gaszufuhr sowie einen Ejektor auf, der von oben nach unten unter dem Materialstutzen zum Schleifmittelausbringen aus dem Hohlraum des Aktivators angeordnet ist. Der Aktivator hat die Form einer Hülse mit Wandaussparungen zum Durchlassen der Schleifmittelteilchen und mit einem Kanal zum Gasausbringen aus einem durch das Gehäuse laufenden T-Stück. Die Läufer des Vibrationserregers werden in der Form von Kugeln ausgeführt. Die größere Kugel hat einen Durchmesser von 2,3-2,4 des Kalibers, die kleinere Kugel einen Durchmesser von 0,9-1,0. Die Durchmesser der Zwischenkugeln verändern sich in abnehmender Abhängigkeit. Der Tangentialstutzen hat die Form einer Überschalldüse mit einem Querschnitt von 0,95-0,98 des Kalibers. Der Aktivator hat zur Gaszufuhr einen Tangentialkanal und eine Wirbelkammer in seinem Boden, wobei der Querschnitt des Tangentialkanals max. 0,5 Kaliber und der des Schüttgutstutzens 0,8-0,9 Kaliber beträgt.

[0009] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- 15 Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung des Apparats gemäß der Erfindung,
- Fig. 2 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit des spezifischen Schleifmittelverbrauchs vom Verhältnis der Länge zum Kaliber,
- 20 Fig. 3 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung vom Mengenverhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase,
- Fig. 4 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung von der Schwingungsfrequenz,
- 25 Fig. 5 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung von der Schwingungsamplitude,
- Fig. 6 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung vom Angriffswinkel,
- 30 Fig. 7 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung vom Abstand zwischen der Düse und der zu bearbeitenden Oberfläche,
- Fig. 8 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung vom Verhältnis des Tangentialkanal-Querschnitts zum Laufkaliber und
- 35 Fig. 9 ein Schaubild zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistung vom Verhältnis des Materialstutzen-Querschnitts zum Laufkaliber.

[0010] Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Schwingungsfrequenz und die Schallstärke bei einer Änderung der Läuferdurchmesser, ihrer Lage und des Verhältnisses des kritischen Düsenwerts (der engste Querschnitt der Düse) zum Laufkaliber.

[0011] Der Apparat enthält eine Düse 1, die an einen Dosierer 2 eines Behälters 3 mit einer Schüttgutleitung 4 angeschlossen ist. Der Dosierer 2 ist mit einer Druckgasquelle, z.B. Luft, über einen Tangentialstutzen 5 in Form einer Überschalldüse mit einem Ventil 6 und einem Radialstutzen 7 mit einem Ventil 8 verbunden. Der Behälter 3 ist mit einem T-Stück 9 über ein Ventil 10 verbunden. Die Düse 1 weist eine Länge von 30-120 des Laufkalibers auf. Der Dosierer 2 ist mit einem akustischen Breitbandgenerator 11, einem Vibrationserreger 12 mit einem Zentrifugalwasserabscheider 13, einem Aktivator 14, einem Materialstutzen 15 und einem Ejektor 16 versehen. Der Vibrationserreger 12 ist als Mehrkreiserreger mit unter spitzen Winkeln 18 angebrachten Tellern 17, Läufern 19, 20 und 21 in Form von Kugeln unterschiedlichen Gewichts, jeweils groß, mittel und klein, ausgebildet. Der Zentrifugalwasserabscheider 13 weist einen Koaxialspalt 22, der in der Nähe des unteren Teils des Vibrationserregers 12 liegt, eine Ringtasche 23 zum Kondensat sammeln und einen Auslaufstutzen 24 mit hydraulischem Verschluss 25 auf. Der als Hülse mit Wandaussparungen 37 zum Durchlassen des Schleifmittels aus dem Behälter 3 gestaltete Aktivator 14 ist über dem Vibrationserreger 12 angeordnet und weist einen Kanal 26 im Boden zum Gasausbringen aus dem T-Stück 9 durch das Gehäuse 27 in Hohlräume 28 auf. Der Materialstutzen 15 verbindet die Hohlräume 28 des Aktivators 14 und des Ejektors 16 und ist an der Achse des Dosierers 2 angeordnet. Der im Boden des Dosierers 2 mit einem Ringspalt 29 angeordnete Ejektor 16 ist von oben nach unten vom Materialstutzen 15 zur Schüttgutleitung 4 gerichtet. Der Behälter 3 hat ein Rüttelsieb 30 und einen Trichter 31 zum Beschicken, der mit einer Verschlussklappe 32 versehen ist, die an einem Oberstutzen 33 des T-Stückes 9 angeordnet ist. Neben dem Trichter 31 ist ein Auslassstutzen 34 mit einem Ventil 35 angeordnet. Die Läufer haben dabei die Form von Kugeln mit einem größten Durchmesser 19 von 2,3-2,4 des Laufkalibers, einem

kleineren Durchmesser 21 von) 0,9-1,0 und einem mittleren Durchmesser 20 von 1,6-1,7 des Laufkalibers 1; d. h., dass sich die Durchmesser von oben nach unten in absteigender Abhängigkeit verändern. Der Tangentialstutzen 5 hat die Form einer Überschalldüse mit einem kritischen Querschnittswert von 0,95-0,98 des Laufkalibers 1. Der Aktivator 14 ist mit einer Wirbelkammer 36 und einem Tangentialkanal 26 zur Gaszufuhr aus dem T-Stück 9 über das Gehäuse 27 versehen. Der Querschnitt des Tangentialkanals 26 beträgt max. 0,5 des Laufkalibers 1. Der Stutzenquerschnitt 15 liegt zwischen 0,8 und 0,9 des Laufkalibers 1.

[0012] Der Apparat arbeitet in folgender Weise. Der Behälter 3 wird mit dem Schleifmittel über das Rüttelsieb 30 und den Trichter 31 gefüllt, beispielsweise mit grünem Siliziumkarbid mit einer Korngröße von 500 (0,476-0,510 mm) nach der GOST-Norm 26327-83. Dazu wird das Ventil 10 zgedreht, das Ventil 35 aufgedreht, das Druckgas aus dem Behälter 3 über den Auslassstutzen 34 ausgelassen und die Verschlussklappe 32 heruntergedrückt. Der hydraulische Verschluss 25 wird geöffnet, das Ventil 8 zgedreht, das Ventil 6 ein wenig aufgedreht und das Druckgas dem Tangentialstutzen 5 und dem Vibrationserreger 12 zugeführt. Das Druckgas wirbelt unter der Zentrifugalkraft auf und drückt sich an die Wand des Vibrationserregers 12. Indem die Gasströmung die Läufer 19, 20 und 21 unter der aerodynamischen Kraft beschleunigt, wird sie erst expandiert und dann auf dem Wege über den Zentrifugalwasserabscheider 13 und den Ejektor 16 komprimiert. Beim Durchlauf durch den Ejektor 16 steigt die Aufwirbelgeschwindigkeit der Gasströmung von der Peripherie zur Achse des Vibrationserregers 12 mit der Radiusminderung an, d. h., dass der statische Überdruck in einen Staudruck übergeht. Der Druck fällt unter den atmosphärischen Druck. Unter der Druckdifferenz wird das Schleifmittel durch die Aussparungen 37 und die Staubluft aus dem Trichter 31 über den Oberstutzen 33 des T-Stückes 9, über den Kanal 26 im Boden des Aktivators 14 und über den Holraum 28 in den Stutzen 15 und weiter zum Ejektor 16 und zum Ringspalt 29 gefördert, wo der zentrale Zwangswirbel unter Reibungskraft erzeugt wird; dann fließt das Schleifmittel mit der Staubluft über die Schüttgutleitung 4 und den Lauf 1 aus. Die Rotation der Läufer 19, 20 und 21 erzeugt eine Vibration, die das Rüttelsieb 30 über den Behälter 3 und den Trichter 31 betätigt, so dass die Beschickungsqualität und die -geschwindigkeit des Schleifmittels erhöht werden. Die Frequenz von einigen Hz bis 2 kHz und die Schwingungsamplitude von 0,3-0,7 mm werden durch Änderung der Druckgasmenge mittels des Ventils 6 stufenlos eingestellt. Dabei wird der Lauf 1 auf die Oberfläche gelenkt, die gleichzeitig mit der Beschickung vorbehandelt wird.

[0013] Die Beschickung endet nach der Befüllung des Behälters 3 bis zur Verschlussklappe 32. Das Kugelstrahlen wird in folgender Weise fortgesetzt. Der Lauf 1 wird im Abstand von 35-39 Laufkalibern auf die Oberfläche gelenkt, die mit dem Zweikomponentenstrahl unter dem Winkel von 15-45° behandelt wird, wobei das Mengenverhältnis der dispersen Phase zum Dispersionsmedium zwischen 0,7 und 0,9 eingestellt wird. Dazu wird der Ventil 35 zgedreht, so dass das Auslassen des Druckgases über den Auslassstutzen 34 verhindert wird. Das Ventil 10 wird aufgedreht, und das Druckgas wird in den Behälter 3 über das T-Stück 9 eingeführt. Die Verschlussklappe 32 wird hinaufgedrückt und sperrt den Trichter 31 ab. Dann strömt das Druckgas aus dem durch das Gehäuse 27 laufenden T-Stück 9 über den Tangentialstutzen 26 in die Wirbelkammer 36. Das Gas füllt den Behälter 3 durch die Aussparungen 37 und lockert die zusammengeballten Schleifmittelteilchen auf. Nach der Gasbefüllung des Behälters 3 gelangt das Schleifmittel durch die Aussparungen 37 des Aktivators 14, das Schleifmittel wird mit der Gasströmung aus der Wirbelkammer 3 aufgefangen und in den Materialstutzen 15 des Dosierers 2 sowie in den Ejektor 16 mitgezogen, in dem es mit der Gasströmung gemischt und in die Rohrleitung 4 sowie weiter in den Lauf 1 eingeführt wird. Die Gaszufuhr durch den als Überschalldüse gestalteten Tangentialstutzen 5 an die Wand des akustischen Breitbandgenerators 11 erzeugt eine turbulente Grenzschicht, die zusammen mit den um die unter spitzen Winkeln 18 angebrachten Teller 17 rotierenden Läufern 19, 20 und 21 eine Schallquelle bildet, die auf das Schleifmittel im Behälter 3 wirkt.

[0014] Das Schleifmittel wird im Lauf 1 mit der Länge von 30-120 Laufkalibern beschleunigt, und der Zweikomponentenstrahl wird unter dem Winkel von 15-45° und im Abstand zum Lauf von 35-95 Laufkalibern auf die zu bearbeitende Oberfläche gelenkt. Dabei wird der Zweikomponentenstrahl durch das Einführen des Schleifmittels in die Gasströmung in einem Mengenverhältnis, des Dispersionsmediums zur dispersen Phase von 0,7-0,9 erzeugt. Eine optimale Schleifmittelmenge wird durch die akustische Wirkung und Vibration mit einer Schwingungsfrequenz des Dosierers von 500-1000 Hz und einer Schwingungsamplitude von 0,3-0,7 mm gewährleistet. Das benötigte Mengenverhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase wird mit dem selbstregulierenden, pneumatischen System aufrechterhalten, wobei die Vibration unter Verminderung des Gasverbrauchs im zum Materialstutzen 15 zugeführten Strahl erhöht wird.

[0015] Das Kugelstrahlen wird folgenderweise beendet. Der Ventil 10 wird zgedreht, und das Gaseinführen in das T-Stück 9 und das Gehäuse 27 wird gestoppt. Das Ventil 6 wird zgedreht, womit die akustische Wirkung und die Vibration des Materialstutzens 15 gestoppt werden. Das Ventil 8 des Radialstutzens 7 und der hydraulische Verschluss 25 für den Auslauf des Kondensats aus der Ringtasche 23 des Dosierers 2 über den Koaxialspalt 22 und den Auslaufstutzen 24 werden aufgedreht; dabei wird der Druck im Lauf 1 über die Schüttgutleitung 4 vermindert. Das Ventil 35 wird aufgedreht, das Druckgas wird über den Auslassstutzen 4 aus dem Behälter 3 herausgelassen, und die Verschlussklappe 32 wird niedergedrückt.

[0016] Der Apparat gemäß der Erfindung hat dank der Konstruktions- und technischen Lösungen eine hohe Wirkung und erweitert die Einsatzmöglichkeiten. Der entwickelte Dosierer ist langlebig, sicher und kompakt. Der Beschleuniger in Form eines Laufs mit einer Länge von 30-120 Laufkalibern ermöglicht, eine maximale kinetische Energie des Disper-

sionsmediums zu erhalten. Die Wirkung des Zweikomponentenstrahls auf die zu bearbeitende Oberfläche im vorgegebenen Abstand und unter einem vorgegebenen Winkel ermöglicht, die höchste Leistung bei hoher Homogenität und benötigter Rauheit zu erzielen. Die Bewertung des Kugelstrahls nach der GOST-Norm 9.402-80 und der ISO 8501-1/1988 bestätigt die Übereinstimmung der Eigenschaften der bearbeiteten Oberfläche mit der höchsten Qualität, dem Reinigungsgrad 1 und der Klasse Sa3.

[0017] Der Lauf mit der Länge von 30-120 Laufkalibern, die größeren, mittleren und kleineren Läufer, die Überschalldüse, der Tangentialkanal mit dem vorgegebenen Querschnitt, dem Laufkaliber von 2,3-2,4, 1,6-1,7, 0,9-1,0, 0,95-0,96, $\leq 0,5$, 0,8-0,9 entsprechend, sind optimal. Mit der Abweichung von den vorgegebenen Werten sinkt die Leistung des Apparats. Das optimale Mengenverhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase liegt zwischen 0,7 und 0,9.

[0018] Die benötigte Schleifmittelmenge wird unter der akustischen Wirkung und der Vibration mit einer Schwingungsfrequenz von 500-1000 Hz und einer Schwingungsamplitude von 0,2-0,7 mm zugeführt. Der Zweikomponentenstrahl wird auf die zu bearbeitende Oberfläche unter dem Winkel von 15-45° und im Abstand zum Lauf zwischen 35 und 95 Laufkalibern gelenkt.

[0019] Die empirischen Abhängigkeiten werden mit Annäherungsverfahren der Optimalwerte und durch Ermittlung des Abweichungseinflusses einer der Kennziffern auf die Grundkennwerte bestimmt.

[0020] Das Kugelstrahlen wurde mittels Läufen mit Kalibern von 4-16 mm und einem Druck von 0,6 MPa durchgeführt. Die Wirksamkeit wurde durch einen spezifischen Schleifmittelverbrauch pro 1 m² der bearbeiteten Oberfläche ermittelt. Die Leistung wurde bei der Oberflächenbehandlung nach Sa2 gemessen. Erfahrungsgemäß wurde festgestellt, dass die besten technologischen Ergebnisse bei einer Beschleunigung des Schleifmittels im Beschleuniger bei einer Länge von 30-120 Laufkalibern erhalten werden (Fig.2). Auf der Strecke von 10-20 Laufkalibern lang sinkt der spezifische Schleifmittelverbrauch und hat sein Minimum an der Grenze der Strecke von 30-120 Laufkalibern lang, dies kann durch die intensive Umwandlung der Druckgasenergie in kinetische Energie des Zweikomponentenstrahls erklärt werden. Eine weitere Verlängerung der Beschleunigungsstrecke über eine Länge von 120 Laufkalibern hinaus führt zu einer Verminderung der Schleifmittelgeschwindigkeit wegen der Reibung an den Laufwänden. Somit ist die Strecke mit einer Länge von 30-120 Laufkalibern eine optimale Strecke hinsichtlich der kinetischen Gesamtenergie der dispersen Phase, die den spezifischen Schleifmittelverbrauch und die Wirksamkeit der Bearbeitung bestimmt. Die Ausrüstung des Dosierers mit dem Vibrationserreger lässt Vibrationen entstehen, wodurch die Reibungskräfte zwischen den Schleifmittelteilchen geschwächt werden und die Schleifmittelzufuhr zum Ejektor erhöht wird. Die Bewegung der Läufer horizontal und vertikal wird durch die Anordnung der Teller unter spitzen Winkeln gewährleistet, so dass eine dreidimensionale Vibration erzeugt wird. Die Anbringung des Aktivators im oberen Teil des Schüttgutstutzens ermöglicht, Klumpen zu erweichen und die Schleifmittelzufuhr bei abgeschalteter Vibration zu verhindern.

[0021] In der Tabelle 1 und 2 sind Daten gegeben, die bestätigen, dass die Läufer in Form von Kugeln ausgeführt werden sollen; dabei ist der größte Durchmesser 2,3-2,4 Laufkaliber, der kleinste 0,9-1,0 Laufkaliber, und die mittleren Durchmesser ändern sich in absteigender Abhängigkeit. Der Tangentialstutzen soll die Form einer Überschalldüse mit einem Querschnitt von 0,95-0,98 Laufkalibern aufweisen.

[0022] Diese technologischen Abläufe und ihre optimalen Werte werden im Apparat realisiert, in dem die o.g. Bau-einheiten und konstruktive Eigenschaften eingesetzt werden, was den Schleifmittelverbrauch pro Einheit der bearbeiteten Oberfläche wesentlich vermindern und die Leistung wesentlich erhöhen lässt.

[0023] Einfluss der Abmessungen und Lage von Läufern auf die Leistung

Tabelle 1

Lfd. Nr.	d _{Läufer} : Laufkaliber	Lage			Schwingungsfrequenz Hz	Leistung m ² /h		
		1	2	3	oben	mittel	unten	
1	0,5	1,0	1,5	1	2	3	1580	37
2	0,6	1,2	1,8	2	3	1	1200	41
3	0,7	1,4	2,1	3	2	1	1150	49
4	0,7	1,4	2,1	3	1	2	1220	48

Tabelle fortgesetzt

Lfd. Nr.	d _{Läufer} : Laufkaliber	Lage			Schwingungsfrequenz Hz	Leistung m ² /h			
		1	2	3	oben	mittel	unten		
5	5	0,7	1,4	2,1	2	3	1	1330	44
	6	0,8	1,6	2,4	3	2	1	960	60
	7	0,9	1,6	2,3	3	2	1	730	63
10	8	1,0	1,7	2,4	3	2	1	980	64
	9	1,0	1,7	2,4	3	1	2	1200	58
	10	1,0	1,7	2,4	2	3	1	1100	49
15	11	1,2	2,0	2,6	3	2	1	460	59
	12	1,5	2,5	3,0	3	2	1	440	56

[0024] Einfluss des kritischen Wertes der Überschalldüse auf die Leistung

Tabelle 2

Lfd. Nr.	d _{kritischer Wert} : Laufkaliber	Schwingungsfrequenz Hz	Schallsignal	Leistung m ² /h
25	1	0,80	760	30
	2	0,90	800	34
	3	0,95	990	36
30	4	0,98	950	37
	5	1,02	570	28
	6	1,15	420	25
35	7	1,25	400	19

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kugelstrahlen einschließlich der Zerstörung und Beseitigung der Oberschicht mit einem Zweikomponentenstrahl, wobei das Dispersionsmedium ein Gas und die disperse Phase ein Schleifmittel ist, das im Selbstfluss unter der Schwerkraft aus dem Behälter über einen Stutzen und einen Dosierer zu einer Förderleitung und weiter zu einem Beschleuniger strömt,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zweikomponentenstrahl durch eine akustische Wirkung, eine Vibration eines Materialstutzens und eine Erhöhung der Druckdifferenz des Gases im Einlauf und Auslauf erzeugt wird, wobei die Schleifmittelteilchen über die Förderleitung im Beschleuniger auf einer Strecke von 30-120 des Laufkalibers beschleunigt und unter einem Winkel von 15-45° auf die zu bearbeitende Oberfläche im Abstand von 35-95 Laufkalibern gelenkt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zweikomponentenstrahl mittels Einführens des Schleifmittels in die Gasströmung bis zu einem Verhältnis des Dispersionsmediums zur dispersen Phase von 0,7-0,9 erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optimale Menge unter der akustischen Wirkung und Vibration mit einer Schwingungsfrequenz im Dosierer von 500-1000 Hz und einer Amplitude von 0,3-0,7 mm zugeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass ein selbstregulierendes System das benötigte Mengenverhältnis des Dispersi-

onsmediums zur dispersen Phase gewährleistet, wobei die Vibration mit gleichzeitiger Gasverbrauchsverminderung im dem Stutzen zugeführten Strahl erhöht wird.

5. Apparat zum Kugelstrahlen, der eine Düse und einen Behälter mit Dosierer umfasst, die über eine Förderleitung mit einer Druckgasquelle, einer Gasleitung, miteinander verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Düse die Form eines Laufs mit einer Länge von 30-120 Laufkalibern aufweist und dass der Dosierer einen akustischen Breitbandgenerator, einen Vibrationserreger mit einem Mehrkreisejektor, einen Aktivator und einen Zentrifugalwasserabscheider umfasst, wobei der Vibrationserreger mit unter spitzen Winkeln angeordneten Tellern, mit Läufern unterschiedlichen Gewichts, einem Tangentialstutzen und einem Radialstutzen zur Gaszufuhr und mit einem von oben nach unten und einem unter einem Materialstutzen für die Zufuhr des Schleifmittels angeordneten Ejektor versehen ist, der die Form einer Hülse mit Wandaussparungen zum Durchlassen der Schleifmittelteilchen und einen Kanal für die Gaseinführung aus einem durch ein Gehäuse des Apparats geführten T-Stück aufweist.

15. 6. Apparat nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Läufer in Form von Kugeln ausgebildet sind, wobei der größte Durchmesser 2,3-2,4 Laufkaliber und der kleinere 0,9-1,0 Laufkaliber beträgt und die Durchmesser der Zwischenkugeln sich in absteigender Abhängigkeit verändern.

20. 7. Apparat nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Tangentialstutzen die Form einer Überschalldüse mit einem Querschnitt von 0,95-0,98 Laufkalibern aufweist.

25. 8. Apparat nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aktivator einen Tangentialkanal und eine Wirbelkammer im Boden zur Gaszufuhr besitzt.

30. 9. Apparat nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Querschnitt des Tangentialkanals max. 0,5 Laufkaliber und der des Schüttgutstutzens 0,8-0,9 Laufkaliber beträgt.

35

40

45

50

55

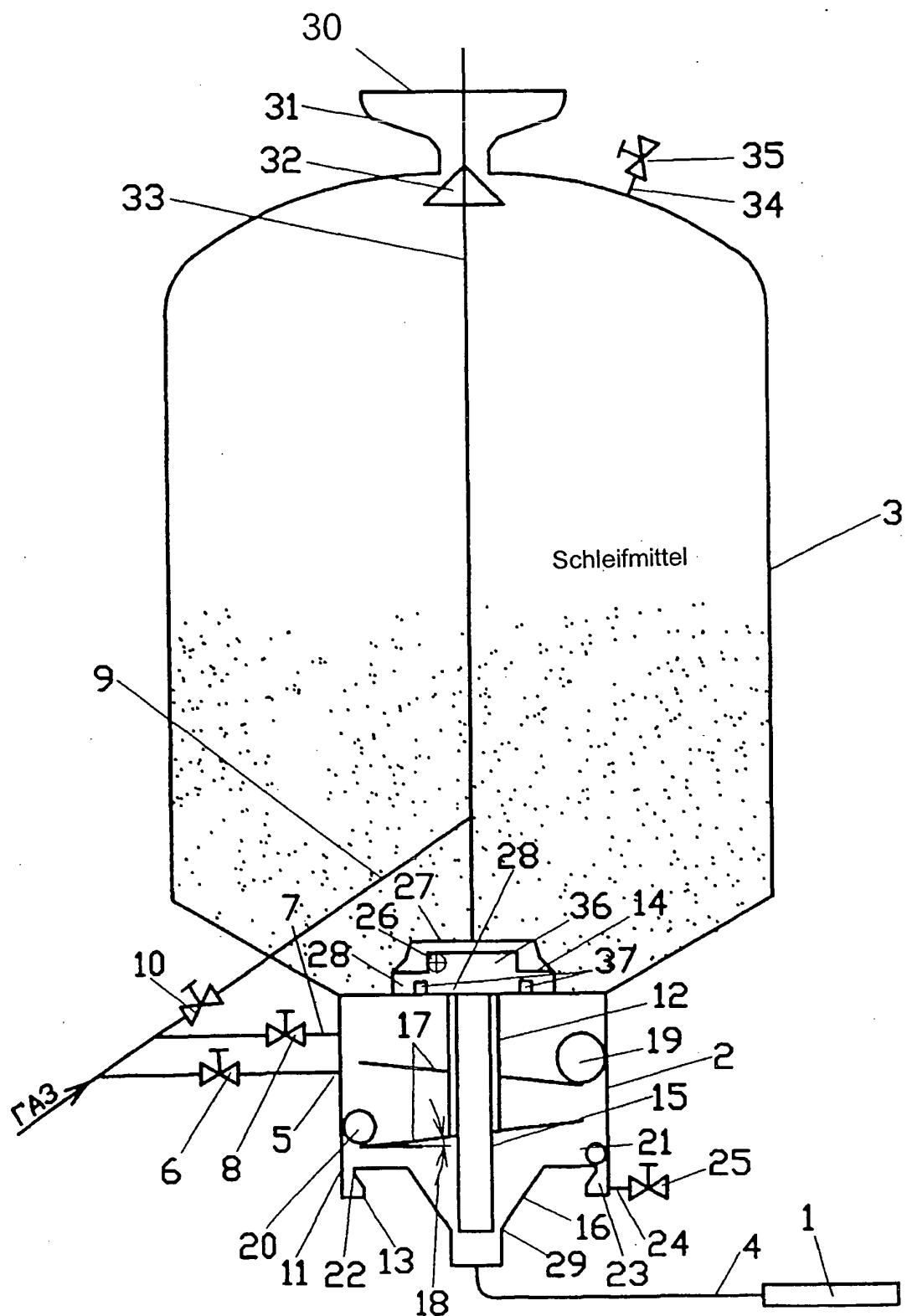


Fig. 1

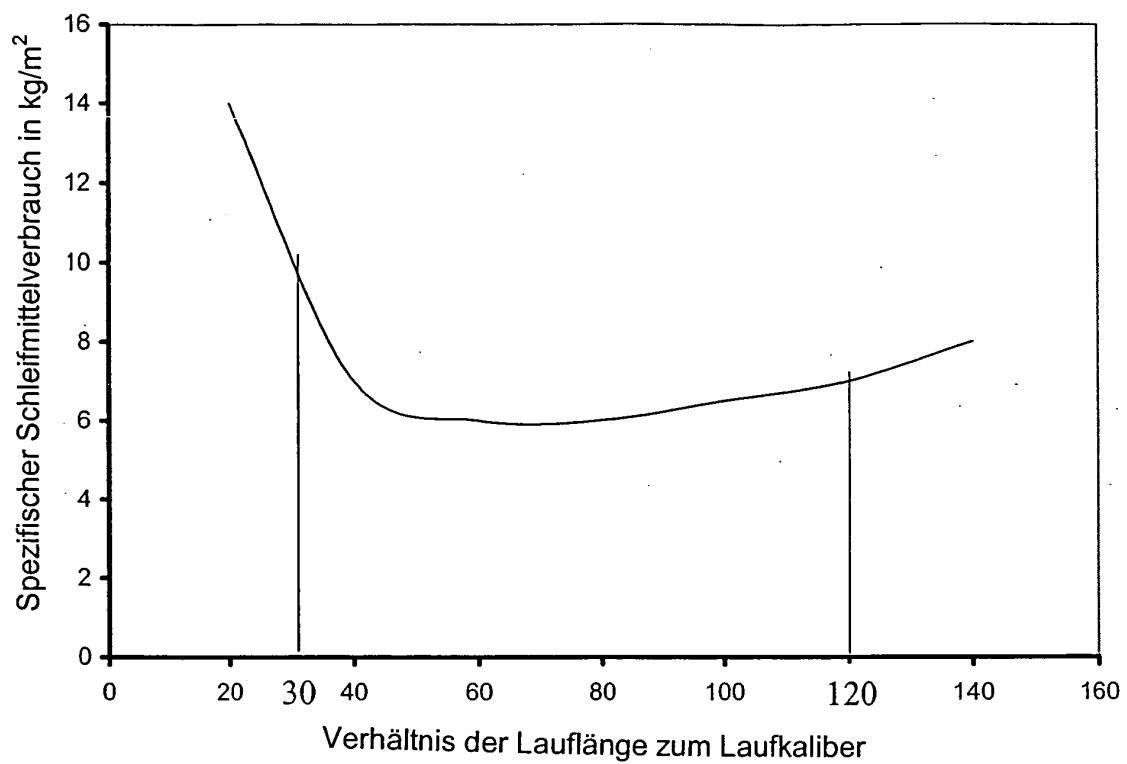


Fig. 2

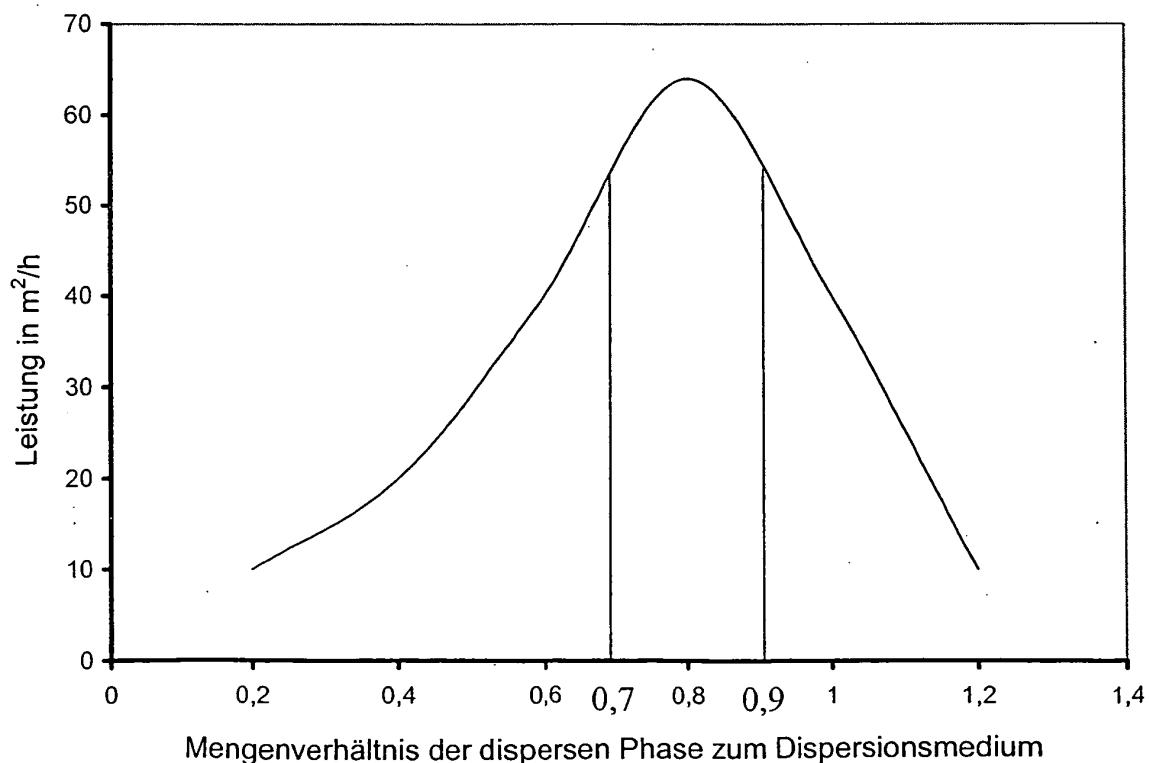


Fig. 3

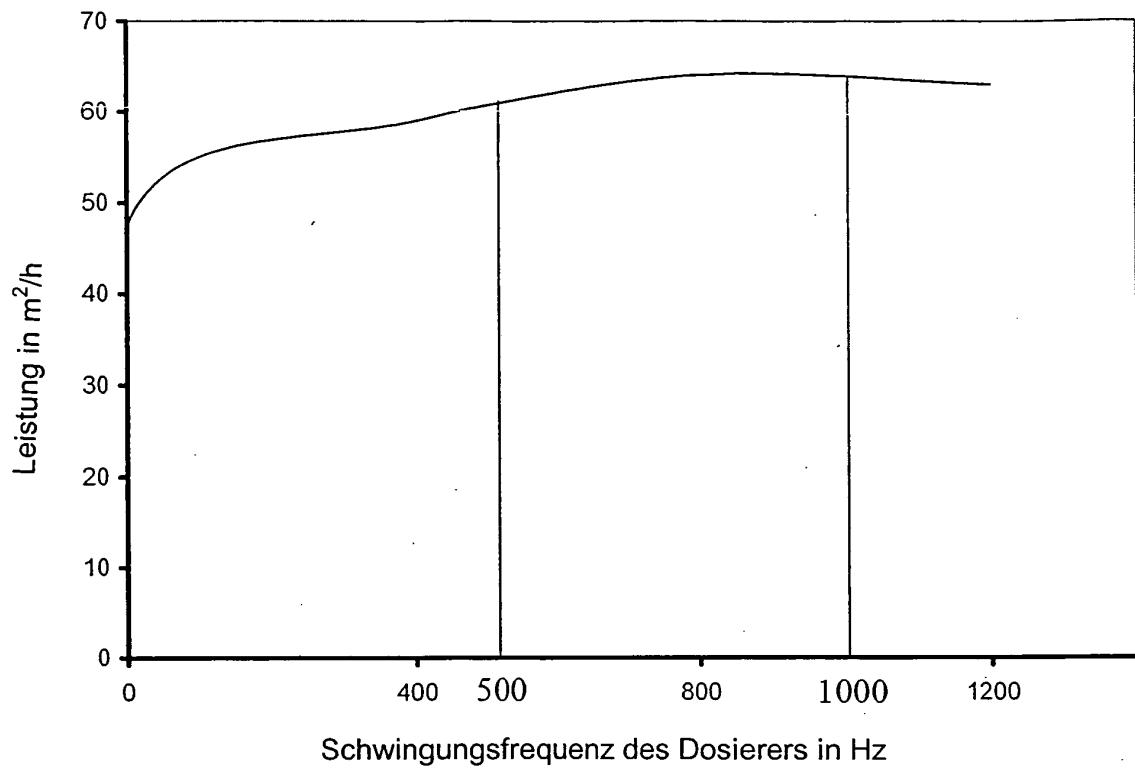


Fig. 4

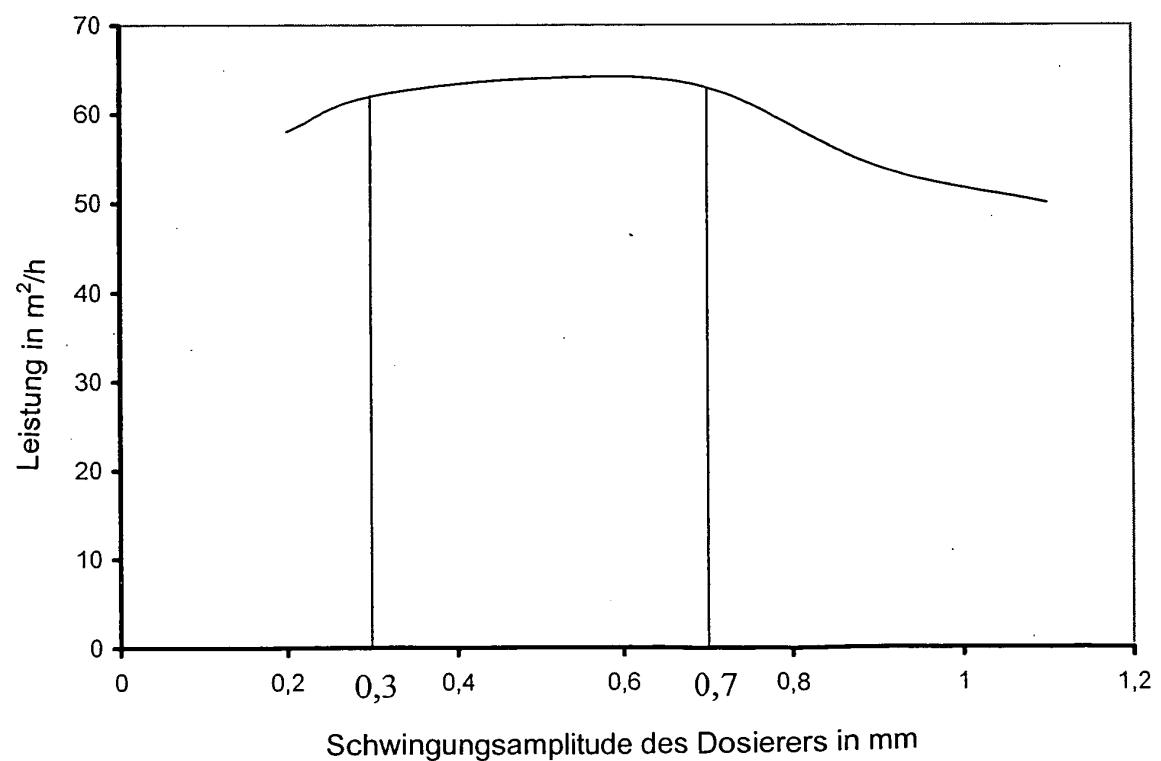


Fig. 5

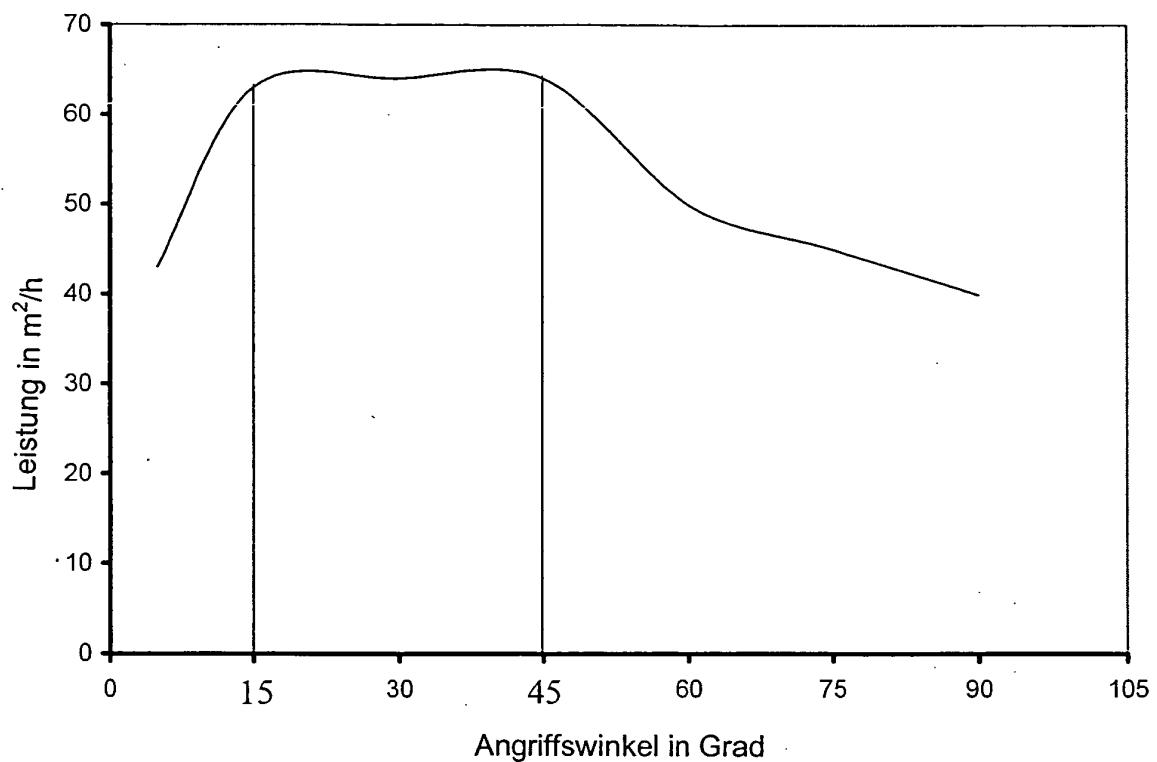


Fig. 6

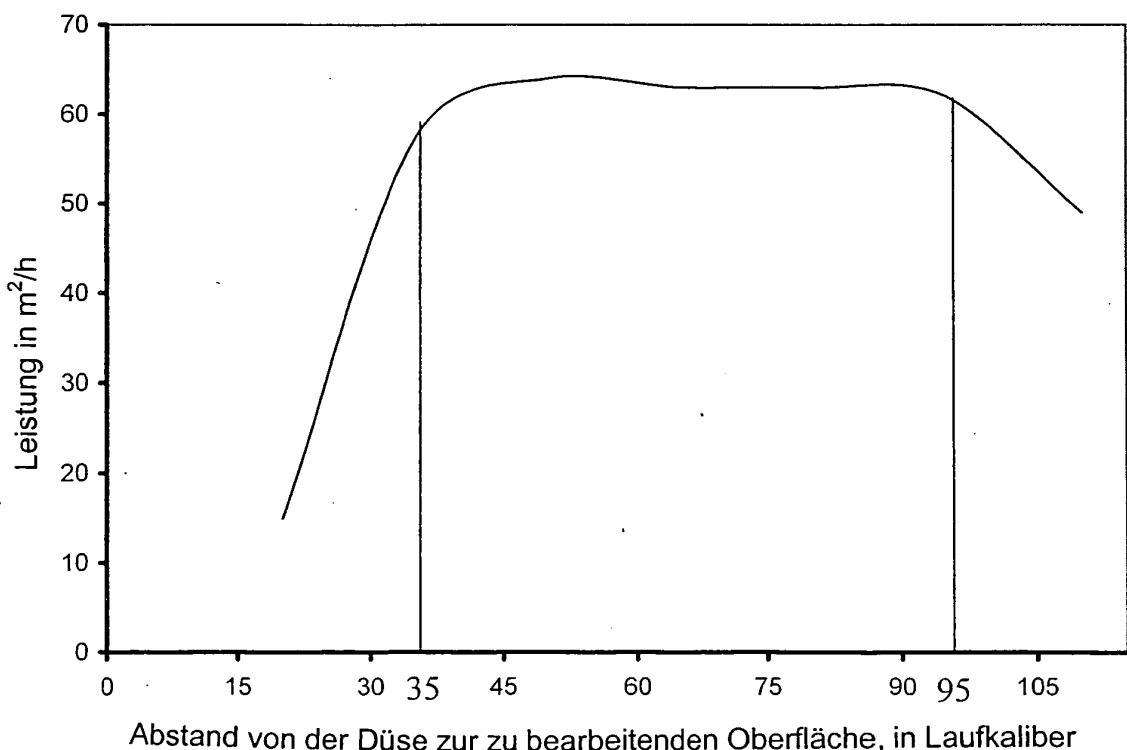


Fig. 7

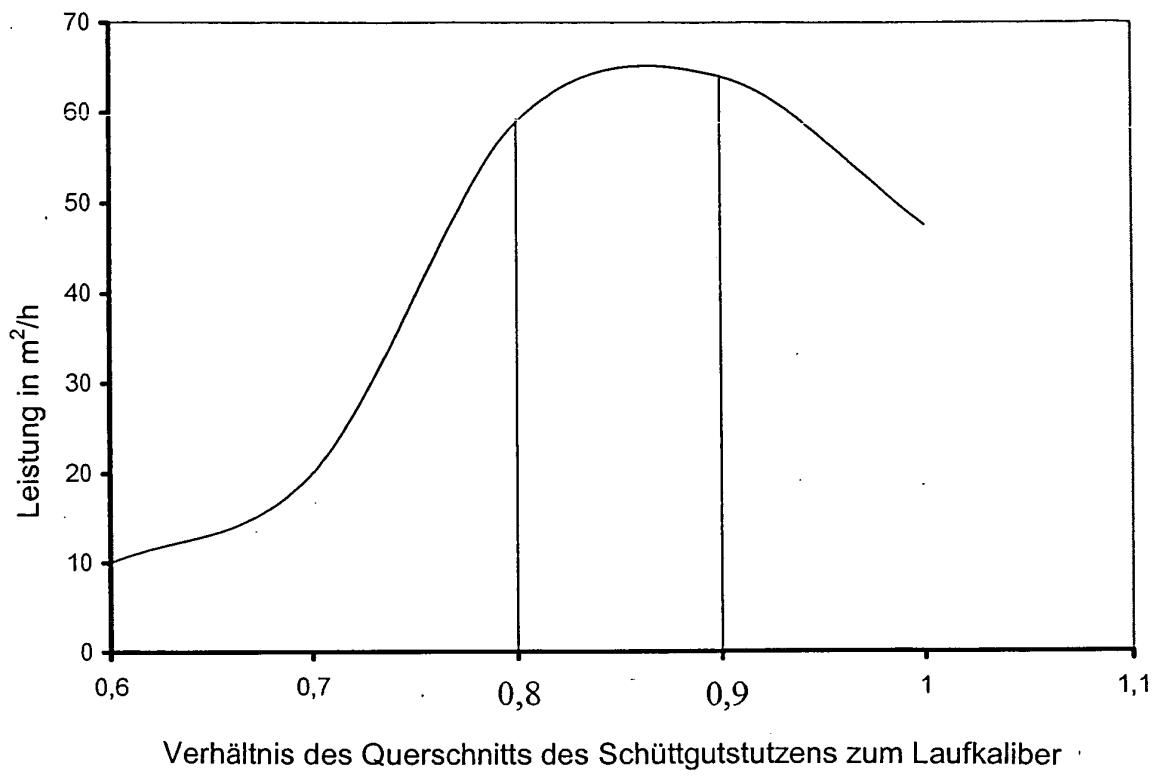


Fig. 8

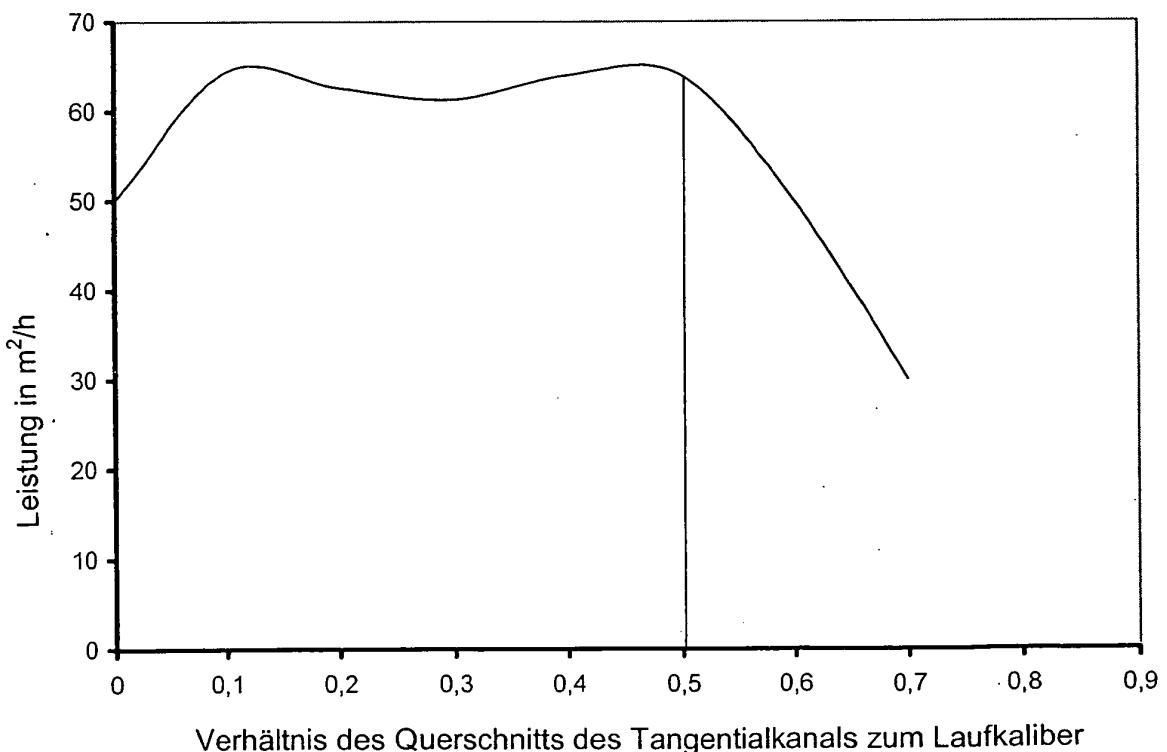


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2004/000185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B24C 1/00, 3/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
B24C 1/00, 1/06, 3/00-3/06, 5/00, 5/08, 7/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5433653 A (FRIESS EQUIPMENT, INC.) 18.07.1995, the abstract, fig. 1	1-9
A	US 5556325 A (CHURCH & DWIGHT CO., INC.) 17.09.1996, the abstract, fig. 1	1-9
A	SU 1650409 A1 (E. C. PERVUCHIN et al.) 23.05.1991, the abstract, fig.	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search (10.09.2004)	Date of mailing of the international search report (16. 09. 2004)	
Name and mailing address of the ISA/ RU Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)