



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: B 01 F 13/02
B 22 D 1/00
C 22 C 1/02



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

633 728

(21) Gesuchsnummer: 7946/78

(22) Anmeldungsdatum: 24.07.1978

(30) Priorität(en): 25.07.1977 SU 2512971
30.08.1977 SU 2521140

(24) Patent erteilt: 31.12.1982

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 31.12.1982

(73) Inhaber:
Boris Sergeevich Dolzhenkov, Kuibyshev (SU)
Igor Alexandrovich Partin, Kuibyshev (SU)
Leonid Anatolievich Loginov, Moskau (SU)
Genrikh Ivanovich Kabakov, Moskovskaya oblast (SU)
Jury Nikolaevich Lanin, Kuibyshev (SU)
Sergei Georgievich Turanin, Kuibyshev (SU)
Viktor Ivanovich Plokhov, Kuibyshev (SU)
Sergei Stepanovich Semin, Kuibyshev (SU)
Gershon Davidovich Dymov, Kuibyshev (SU)
Gennady Vasilievich Cherepok, Kuibyshev (SU)

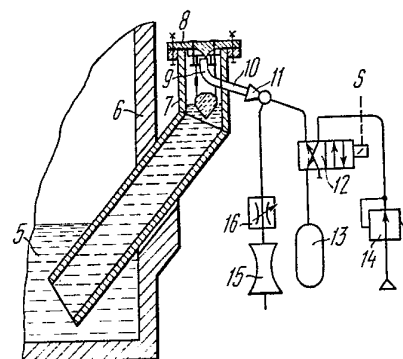
(72) Erfinder:
Boris Sergeevich Dolzhenkov, Kuibyshev (SU)
Igor Alexandrovich Partin, Kuibyshev (SU)
Leonid Anatolievich Loginov, Moskau (SU)
Genrikh Ivanovich Kabakov, Moskovskaya oblast (SU)
Jury Nikolaevich Lanin, Kuibyshev (SU)
Sergei Georgievich Turanin, Kuibyshev (SU)
Viktor Ivanovich Plokhov, Kuibyshev (SU)
Sergei Stepanovich Semin, Kuibyshev (SU)
Gershon Davidovich Dymov, Kuibyshev (SU)
Gennady Vasilievich Cherepok, Kuibyshev (SU)

(74) Vertreter:
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E. Sandmeier, Zürich

(54) Verfahren zur Vermischung flüssiger Metalle beim Schmelzen und Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

(57) In diesem Verfahren wird flüssiges Metall (5) aus einem Ofenbad (6) mittels einer ein Rohr (7) aufweisenden Pumpe durch ein Vakuum angesaugt und anschliessend durch einen Druckimpuls eines Druckgases wieder in das Ofenbad (6) ausgestossen, um eine Durchmischung des flüssigen Metalls (5) zu erzielen. Das Vakuum wird unmittelbar vor der Zuführung des Druckgasimpulses aufgehoben, so dass die angesaugte Metallportion unter der Wirkung der Kräfte Summe ihres Eigengewichts und des Druckgasimpulses in die Schmelze hinausgeschleudert wird. Zur genauen gegenseitigen Anpassung der Zeitpunkte der Aufhebung des Vakuums und der Zuführung des Druckgases sind in einem Deckel (8) der Pumpe Schaftventile angeordnet, die durch eine Ringhülse betätigt werden, welche mit einem durch die Metallschmelze verschiebbaren Schwimmer verbunden sind. Im Deckel (8) ist mindestens ein elektrischer Kontakt in Form eines Taststiftes angeordnet, der in den Steuerstromkreis für die Zuführung der Druckgasimpulse geschaltet ist. Die Aufhebung des Vakuums erfolgt durch die Verschiebung einer in einer äusseren Düse angeordneten inneren Düse, wobei die Düsen an der Kreuzung der Vakuumleitung und der Leitung für die Druckgaszufuhr angeordnet sind. Durch eine infolge Schwerkraft erfolgende Vorbeschleunigung der Metallschmelze im Rohr (7) erfolgt eine bessere Ausnutzung des Druckgasimpulses, eine höhere Ausstossge-

schwindigkeit und damit eine bessere Durchmischung der Metallschmelze (5).



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Vermischung flüssiger Metalle beim Schmelzen, bei dem wechselweise aus einem Schmelzbad unter dem Einfluss eines Vakuums Metallportionen in ein Rohr einer Rührereinrichtung gesogen und anschliessend unter der Wirkung von Druckimpulsen eines Druckgases wieder in das Schmelzbad ausgestossen werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Vakuum im Rohr (7, 30) der Rührereinrichtung (2) unmittelbar vor der Beeinflussung der in ihm vorhandenen Metallportion (3) durch einen Druckimpuls des Druckgases aufgehoben wird, um das Absenken dieser gegenüber dem Schmelzbad erhöhten Metallportion (3) unter der Wirkung der Schwerkraft zu ermöglichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Beeinflussung der im Rohr (7, 30) der Rührereinrichtung (2) vorhandenen Metallportion (3) durch einen Druckimpuls des Druckgases, welche das Ausstossen dieser Metallportion aus dem Rohr (7, 30) bezweckt, der oberhalb der Metallportion (3) im Rohr (7, 30) der Rührereinrichtung (2) bestehende Innenraum mit der Atmosphäre verbunden wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckimpuls des Druckgases, welcher auf die im Rohr (7, 30) der Rührereinrichtung (2) vorhandene Metallportion (3) einwirkt, derart gesteuert wird, dass er zeitlich mit dem Beginn des Absenkens dieser Metallportion (3) unter der Wirkung der Schwerkraft zusammenfällt.

4. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, wobei die Rührereinrichtung das Rohr mit einem abnehmbaren Deckel, eine Einrichtung zur Erzeugung der Druckimpulse durch Zufuhr des Druckgases aus einem Druckgasspeicher über einen Verteiler in eine Austrittsdüse, eine Einrichtung zur Erzeugung eines Vakuums im Rohr zwecks Entnahme der Metallportionen aus dem Schmelzbad, die ein Organ zur Unterbrechung der Verbindung zwischen dieser Einrichtung und dem Innenraum des Rohres besitzt, und einen Fühler zur Ermittlung des Pegelstandes der Metallportionen im Rohr aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsdüse von unten her gegen eine Seitenfläche des Deckels (8, 26) des Rohres (7, 30) gerichtet und von einer beweglichen Ringhülle (19) mit einem Bund umgeben ist, wobei im Deckel (8, 26) Schaftventile (23) angeordnet sind, die mit dem Bund der Ringhülle (19) in Wirkverbindung stehen, derart, dass bei einem Hub der Schaftventile (23) der Innenraum des Rohres (7, 30) mit der Atmosphäre in Verbindung tritt, und dass der Fühler einen Schwimmer (22) aufweist, der mit der Ringhülle (19) verbunden und in die Metallportion (3) im Rohr (7, 30) eintauchbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel (8, 26) auf seiner dem Innenraum des Rohres (7, 30) zugewandten Seitenfläche einen kegelförmigen Gasstromzerteiler (17) aufweist, der mittig in der Austrittsdüse (9) angeordnet ist und in eine ringförmige Ausnehmung (18) in der Form eines Torussegmentes übergeht, in deren Vertiefung die Schaftventile (23) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmer (22) mit der Ringhülle (19) über in ihrer Länge verstellbare Streben (21) verbunden ist, die über lösbare Bauteile gekoppelt sind.

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Deckel (26) des Rohres (30) ein elektrischer Kontakt in der Form eines Taststiftes (27) zum Eintauchen in die im Rohr (30) vorhandene Metallportion angeordnet ist, der in einen Steuerkreis der Einrichtung zur Erzeugung der Druckimpulse geschaltet ist, wobei die Länge dieses Taststiftes (27) im Innenraum des Rohres so gewählt ist, dass die Zeitspanne, während welcher der Taststift (27)

bis zum Hub der Schaftventile (23) mit der im Rohr (30) vorhandenen Metallportion (3) in Berührung steht, grösser ist als die Totzeit der Einrichtung zur Erzeugung des Druckimpulses.

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Taststift (27) mittels eines dessen Verstellung in axialer Richtung ermöglichenden Klemmenelementes (29) am Deckel (26) des Rohres (30) befestigt ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Organ zur Unterbrechung der Verbindung zwischen der Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums und dem Innenraum des Rohres (30) im Bereich des Ausgangs der Austrittsdüse angeordnet ist und ein Ventilgehäuse (36) aufweist, welches sowohl an der Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums als auch an jener zur Erzeugung der Druckimpulse angeschlossen ist, wobei im Ventilgehäuse (36) ein durch die Druckimpulse gegen die Wirkung einer Feder (44) verschiebbares, düsenartig ausgebildetes Drosselelement (37) angeordnet ist, das in verschobener Stellung den Anschluss an die Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums unterbricht (Fig. 8).

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Vermischung flüssiger Metalle beim Schmelzen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 4.

Die Erfindung wird insbesondere auf dem Gebiet des Hüttenwesens angewendet. Die Vermischung der flüssigen Metalle während des Schmelzens erfolgt unmittelbar im Bad von Schmelzöfen, wodurch sich der Schmelzvorgang in den meisten Fällen beschleunigen lässt und eine homogene chemische Zusammensetzung der Schmelze und gleichmässiges Temperaturfeld des Metallbades erzielbar sind.

Gegenwärtig sind verschiedene Verfahren zur Vermischung von flüssigen Metallen unmittelbar im Schmelzofenbad bekannt, welche beispielsweise mechanisch, elektromagnetisch oder gasdynamisch arbeiten. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das aussichtsreichste und in der Realisierung einfachste Verfahren zur gasdynamischen Vermischung von flüssigen Metallen, insbesondere von aggressiven Metallen, wie Aluminium- und ähnlichen Legierungen.

Das vorstehend erwähnte, bekannte Verfahren zur Vermischung, das einen bestimmten Schmelzleistungsgewinn bietet, ist mit wesentlichen Nachteilen behaftet. So ist beispielsweise eine konstante Zeitspanne zwischen den Druckimpulsen der Druckgaseinwirkung auf eine Metallportion im Rohr für eine der Etappen optimal, für zwei andere Etappen jedoch nicht.

Ausserdem wird die Druckgasenergie für die Beschleunigung des Metalls im Rohr auf die geforderte Geschwindigkeit bei weitem nicht voll genutzt. Die Ursache liegt darin, dass ein beträchtlicher Teil der Energie des Druckgasimpulses für die Stillsetzung des Metalls im Rohr in der Periode seiner Entnahme aus dem Bad verbraucht wird. Ein Teil der Energie wird unmittelbar für die Stillsetzung des Metalls, der andere aber für die Abtrennung des Vakuums von dem Arbeitsraum der Pumpe ausgenutzt. Und nur der übriggebliebene Teil der Energie des Impulses wird für die Beschleunigung des Metalls bis auf eine bestimmte Geschwindigkeit genutzt. Hierbei gelingt es naturgemäss bei weitem nicht immer, diese geforderte Ausflussgeschwindigkeit des Metalls aus dem Rohr zu erzielen, von der die Wirksamkeit

der Vermischung des Metalls insgesamt abhängt. Zugleich ist es nicht zweckmässig, den Weg der Vergrösserung der Anfangsenergie des Impulses einzuschlagen, weil die Gegenwirkung des im Rohr aufsteigenden Metalls und des Druckgasstromes, der die Geschwindigkeit des Metalls bis zur vollständigen Stillsetzung dämpft, in der Regel zu einer gewissen Gassättigung des Metalls führt.

Soll aber der Impulswert vergrössert werden, so kann man naturgemäss auch eine Erhöhung der Gassättigung des Metalls erwarten, was äusserst unerwünscht ist.

Die vorliegende Erfindung zielt auf eine Intensivierung des Prozesses der Vermischung von geschmolzenem Metall, beispielsweise Aluminium und seinen Legierungen, in Flammöfen grossen Fassungsvermögens mit vorwiegend rechteckigem Querschnitt ab, bei denen die Tiefe des Schmelzbades die Ofenlänge um ein Mehrfaches unterschreitet.

Bekannt ist ein Verfahren und eine Anlage zur Vermischung von geschmolzenem Metall nach der US-PS 4 008 884, Kl. 266/233, 75/93 bzw. C 22b 9/02, angemeldet am 17. Juni 1976 von den Erfindern Nigel Patrick Fitzpatrick, James Nevill Byrnl et al., welches Patent der Firma Alcan Research and Development Limited Montreal, Canada, gehört.

Dieses bekannte Vermischungsverfahren besteht im abwechselnden Entnehmen des geschmolzenen Metalls aus dem Bad in einen begrenzten Raum, beispielsweise einen rohrförmigen Behälter, bis zu einem bestimmten Niveau über dem geschmolzenen Metall und im Auslassen desselben in das Bad in Gestalt eines eingetauchten Strahls mit einer hohen Geschwindigkeit sowie im Wiederholen solcher abwechselnden Stadien der Entnahme und des Auslasses zwecks Vermischung des Bades, bei welchem Verfahren der eingetauchte Strahl im unteren Bereich des Bades auf eine Entfernung beträchtlich grösser als die Badtiefe horizontal geleitet wird.

Gemäss dem Verfahren werden die abwechselnden Stadien der Entnahme und des Auslasses durch Ansaugung und Zuführung des Drucks des gasförmigen Mediums zum begrenzten Raum über dem geschmolzenen Metall (zum oberen Teil des rohrförmigen Behälters) ausgeführt, wobei die Entnahme des flüssigen Metalls durch eine begrenzte Öffnung des erwähnten Behälters auf einem niedrigeren Niveau des Bades erfolgt, während das Auslassen des eingetauchten Strahls im unteren Bereich des Bades in der horizontalen Richtung geschieht.

Dieses Verfahren sieht auch vor, dass jedes Ansaugstadium die Lieferung eines Ansaugsignals bei der Bestimmung der Grösse des Vakuums im oberen Teil des Behälters und die Kontrolle der Ansaugdauer entsprechend dem Vakuum in der vorgegebenen Höhe, die Vermittlung der Ansaugwirkung zum Heben des geschmolzenen Metalls im Behälter, die Bestimmung der Steighöhe des Metalls und die Unterbrechung der Ansaugung, wenn das Metall das vorbestimmte Niveau erreicht, einschliesst.

Gemäss der US-PS 4 008 884 enthält die Anlage für geschmolzenes Metall eine Einrichtung zur Vermischung des geschmolzenen Metalls, ausgeführt in Gestalt eines rohrförmigen Behälters, der am unteren Ende eine in die Schmelze eingetauchte Düse besitzt, während an dem oberen Ende des rohrförmigen Behälters eine Vorrichtung (Ejektor) zur abwechselnden Entnahme (Ansaugung) des Metalls in den erwähnten Behälter bis zu einem bestimmten Niveau über dem Schmelzbad und zum Auslass des Metalls aus dem Behälter in das Bad durch die Düse unter der Wirkung des gasförmigen Mediums angeordnet ist. Das gasförmige Medium (Luft) gelangt aus einem Speicher über zum Ein- bzw. Ausstragen dienende Solenoidventile in den Ejektor.

Die Aufeinanderfolge der Ein- und Austragoperationen wird von einem Vakuumrelais und einem elektrisch wirkenden chronometrischen Zeitrelais überwacht. Zur Kontrolle der zulässigen Steighöhe des Metalls ist in den Innenraum des rohrförmigen Behälters ein elektrischer Höhenstandsgäber eingeführt, der mit einem Abschaltrelais verbunden ist.

Das obenangeführte bekannte Verfahren und die Einrichtung zur gasdynamischen Vermischung von flüssigen Metallen besitzen folgende Nachteile, die in gewissem Grad deren breite Anwendung einschränken.

Die unbewegliche Lage des Rohrs der Pumpe im Ofenbad gestattet eine intensive Vermischung jedoch nur in einer recht begrenzten Zone, was die Installation einer beträchtlichen Anzahl ähnlicher Pumpen erforderlich macht, insbesondere in grosstonnigen Schmelzöfen. Beim Schmelzen von Metall in runden oder quadratischen Öfen, selbst mit einem relativ geringen Fassungsvermögen, wird es erforderlich sein, mindestens zwei Pumpen zu installieren, um ein schnelles Schmelzen und Lösen von Legierungszusätzen zu erzielen. Die Montage einer erheblichen Anzahl von Pumpen an einem Schmelzofen ist nicht immer möglich, und ausserdem führt das zu einem erhöhten Druckgasverbrauch. Die Entnahme und der Auswurf des Metalls in einer bestimmten ständigen Höhe über der Herdfläche des Ofens erlaubt es nicht, weite Möglichkeiten dieses aussichtsreichen Verfahrens unter dem Gesichtswinkel der Schaffung optimaler Bedingungen für den Wärme- und Stoffaustausch voll zu nutzen. Besonders schwerwiegend zeigt sich dieser Nachteil beim Schmelzen eines festen Einsatzes, wenn die Temperatur der Metallschmelze noch verhältnismässig niedrig ist, und die Umspülung der festen Stücke des Einsatzgutes durch einen Metallstrahl mit solch einer relativ niedrigen Temperatur führt naturgemäss zu keinen optimalen Resultaten hinsichtlich der Schmelzgeschwindigkeit und Wärmenutzung im Ofen.

Bei Schmelzöfen mit einer beträchtlichen Badtiefe von 30 mm und mehr zeigt dieses Verfahren gleichfalls keine guten Ergebnisse. In diesem Falle ist es relativ kompliziert, die optimale Anordnung der Pumpen über der Badhöhe für den Schmelzvorgang zu finden, wenn sich der Metallspiegel in weiten Grenzen verändert.

Des weiteren wird die Energie des Druckgasimpulses nicht genug ausgenutzt, da das Druckgas seine Einwirkung auf die sich nach oben bewegende oder bestenfalls auf die unbewegliche Portion des flüssigen Metalls im Rohr der Pumpe beginnt. Dadurch ist es unmöglich, maximale Ausflussgeschwindigkeiten des Metallstrahls aus dem Rohr der Pumpe bei einem vorgegebenen Gasdruck zu erreichen. Die Steigerung des Gasdruckes führt zu einer Erhöhung des energetischen Aufwandes und schafft die Voraussetzung für den unerwünschten Anstieg der Gassättigung des Metalls.

Das Arbeiten mit einer vorgegebenen Vakuumhöhe, die für eine jede konkrete Pumpe von einem Vakuumrelais überwacht wird, gestattet es nicht, die Geschwindigkeit einigermaßen merklich zu erhöhen und folglich die Zeit für die Entnahme einer Metallportion durch das Rohr der Pumpe zu verkürzen. Ausserdem vergrössert die Erzeugung des Vakuums von einem Ejektor, der an der Pumpe montiert ist und erst nach beendeter Zuführung des Druckgasimpulses über das entsprechende Solenoid eingeschaltet wird, stark die für die Entnahme des Metalls ins Rohr erforderliche Zeit. Auch hier sind keine Reserven zur Erhöhung der Geschwindigkeit der Metallentnahme ins Rohr der Pumpe abzusehen. Diese beiden Umstände setzen in gewissem Grad den Wirkungsgrad der Pumpe insbesondere im Stadium des Herunterschmelzens des festen Einsatzes herab, wenn eine erhöhte Häufigkeit der Zyklen der Entnahme und des Auswurfes der Metallportionen ins Bad erforderlich ist.

Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines solchen Verfahrens und einer solchen Vorrichtung zur Vermischung von flüssigen Metallen beim Schmelzen, die es ermöglichen, die Wirksamkeit der Vermischung der flüssigen Metalle in grosstonnagigen Schmelzöfen zu erhöhen und die Nachteile der bekannten Verfahren und Einrichtungen der genannten Zweckbestimmung zu beseitigen.

Der vorliegende Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, eine solche Koordinierung der Kraftwirkungen auf die entnommene Metallportion im Rohr der Pumpe zu erreichen, dass ein beschleunigter Auswurf des Metalls in die im Bad befindliche Schmelze mit höchster Wirksamkeit erzielt wird.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Durch die erfindungsgemässe Lösung lassen sich flüssige Metalle in grosstonnagigen Öfen wirksamer vermischen, indem die Voraussetzungen dafür geschaffen wurden, die Metallportionen beim Ausstoss in das Schmelzbad auf höhere Geschwindigkeiten zu beschleunigen. Dies ist dadurch möglich, dass der Druckimpuls des Druckgases in einem Zeitpunkt auf die entnommene Metallportion einwirkt, in welchem die Abwärtsbewegung dieser Portion unter der Wirkung der Schwerkraft bereits eingesetzt hat. In diesem Fall wird die volle Energie des Druckimpulses für die Beschleunigung der Metallportion ausgenutzt, da diese zum entsprechenden Zeitpunkt schon eine bestimmte Geschwindigkeit in Ausstossrichtung erreicht hat. In der Folge lässt sich eine höhere Ausstossgeschwindigkeit aus dem Rohr erzielen, mit dem Resultat, dass die ausgestossene Metallportion im Schmelzbad einen grösseren Weg zurücklegt, der insbesondere in grosstonnagigen Aggregaten eine wirksamere Durchmischung gewährleistet. Durch die erfindungsgemässe Lösung wird auch eine gegenläufige Bewegung zwischen der im Rohr befindlichen Metallportion und dem impulsförmig zugeführten Druckgas vermieden, so dass die Möglichkeit zur unerwünschten Sättigung des Metalls mit Gas im Vergleich zur gegenläufigen Bewegung stark herabgesetzt wird.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 2 erlaubt es, die Energie des Druckgases dadurch wirtschaftlicher auszunutzen, indem für die Stillsetzung und die vorläufige Beschleunigung der Metallportion des entnommenen Metalls die Energie des umgebenden Mediums, in diesem Fall der Atmosphäre, ausgenutzt wird, wobei die Beschleunigung der Metallportion bereits in jenem Moment beginnt. Die Energie des Druckgases wird vollständig für die Beschleunigung der sich im Rohr bewegenden Metallportion ausgenutzt, wodurch die Ausstossgeschwindigkeit des Metallstrahls aus dem Rohr erhöht, der Weg im Bad vergrössert und der Vermischungsvorgang intensiviert werden kann.

Eine weitere Ausgestaltung nach Anspruch 3 erlaubt es, die Energie des Druckgases dadurch noch besser auszunutzen, indem der Strom des Druckgases in einen minimal notwendigen Weg bis zum Zusammentreffen mit dem sich im Rohr nach unten bewegenden Metall zurücklegt und die volle Energie unmittelbar für die Beschleunigung des Metalls zur Verfügung steht.

Die Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens gestattet es, ohne irgendwelche Umbauten das Rohr in einem grosstonnagigen Schmelzofen zu installieren und Voraussetzungen zur wirksamen Vermischung dadurch zu erreichen, dass die Vorrichtung zur Verbindung des Innenraumes des Rohrs mit der Atmosphäre innerhalb des erwähnten Innenraumes angeordnet ist und zum Öffnen die Energie der im Rohr aufsteigenden Metallportion ausnutzt. Die Verbindung dieser Einrichtung mit dem Metall über den Schwimmer gewährleistet, dass der Innenraum des Rohrs bei

jedem Zyklus der Entnahme der Metallportion in das Rohr mit der Atmosphäre verbunden wird und schafft somit die Voraussetzungen zur Erreichung einer hohen Ausstossgeschwindigkeit der Metallportion aus dem Rohr bei der nachfolgenden Einwirkung des Druckimpulses des Druckgases.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 5 ermöglicht es, Voraussetzungen zur Verminderung der Sättigung des Metalls mit Gas in der Periode des Ausstosses unter der Einwirkung des Druckimpulses dadurch zu schaffen, dass der Strom des Druckgases über den gesamten Querschnitt des Rohrs gleichmässig verteilt wird.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 6 ermöglicht es, die Entnahme der Metallportionen durch das Rohr bei unterschiedlichen Steiggeschwindigkeiten der Metallportionen zu gewährleisten, indem der Abstand zwischen dem Schwimmer und der Ringhülse zur Anpassung an die jeweilige Steiggeschwindigkeit veränderbar ist. Ausserdem sind der Schwimmer und die Ringhülse bei einer solchen Ausführungsform auswechselbar.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 7 gestattet es, die Steiggeschwindigkeit der Metallportion im Rohr dadurch zu erhöhen, dass bei Vakuumwerten gearbeitet werden kann, wenn das Metall theoretisch über den Deckel hinaus aufsteigt. In einem solchen Fall ist ohne irgendwelche zusätzlichen Überprüfungsmitel die zeitliche Übereinstimmung des Druckgasimpulses mit dem Beginn des freien Falls der Metallportion gewährleistet.

Eine technische Ausführungsform nach Anspruch 8 erlaubt es, die Grösse der Steigzone der Metallportion über den Taststift zu regeln und demzufolge die zeitliche Übereinstimmung der Zuführung des Druckgasimpulses mit dem Beginn des freien Falls der Metallportion zu gewährleisten.

Eine technische Ausführungsform nach Anspruch 9 gestattet es, den Einfluss der Vakuumeinrichtung auf diejenigen Bedingungen einzuschränken, die für den zeitlichen Zusammenfall der Zuführung des Druckimpulses mit dem Beginn des freien Falls der Metallportion geschaffen sind, indem in der Periode der Impulszuführung die Vakuumeinrichtung von dem Innenraum des Rohrs getrennt wird, um den freien Fall der Metallportion im Rohr nicht zu behindern. Bei einer solchen Ausführungsform wird auch die entsprechende Einstellung auf den Zusammenfall der erwähnten Operationen erleichtert.

Ausserdem bietet eine solche technische Ausführungsform die Möglichkeit, die Schnellwirkung und folglich die Leistung des als Pumpe dienenden Rohrs dadurch zu erhöhen, dass keine Ausrüstungen und keine entsprechende Zeit für den Anschluss der Vakuumeinrichtung an den Innenraum des Rohrs nach beendeter Wirkung des Druckimpulses erforderlich sind. Die Häufigkeit der Zyklen lässt sich aber in diesem Fall mittels eines Drosselorgans leicht regeln, welches die momentane Grösse der Vakuumzunahme im Innenraum des Rohrs und dementsprechend auch die Geschwindigkeit der Entnahme der Metallportion aus dem Bad bestimmt.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen ausführlich erläutert. Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschema einer Vorrichtung zur Vermischung flüssiger Metalle beim Schmelzen mit einer dem Schmelzbad in einem Rohr entnommenen Metallportion,

Fig. 2 ein Diagramm der zeitlichen Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit der zurückgeführten Metallportion,

Fig. 3 einen Längsschnitt der Vorrichtung mit einem Prinzipschema zur Steuerung,

Fig. 4 einen Längsschnitt des mit einem Ventil ausgerüsteten Rohres gemäss Fig. 3 im Augenblick der Zuführung des Druckgasimpulses,

Fig. 5 die Anordnung nach der Fig. 4 im Augenblick der Verbindung des Innenraumes des Rohrs mit der umgebenden Atmosphäre,

Fig. 6 ein Schema zur Steuerung für die Zuführung des Druckgasimpulses in der Vorrichtung gemäss Fig. 3,

Fig. 7 die Befestigung eines elektrischen Kontaktes eines Taststiftes am Deckel der Vorrichtung gemäss Fig. 3 und

Fig. 8 eine Anordnung zur Unterbrechung des Vakuums in der Vorrichtung gemäss Fig. 3.

Das prinzipielle Schema der Durchführung einer Vermischung von flüssigen Metallen beim Schmelzen wird anhand der Fig. 2 erläutert, in der ein Diagramm der Pumpenarbeit dargestellt ist, das mit der jeder Etappe entsprechenden Bewegung des Metalls im Rohr der Pumpe in Übereinstimmung gebracht ist, wobei

V die Bewegungsgeschwindigkeit des Metalls im Rohr (ein Zeichen zeigt die Bewegungsrichtung an),

τ die Zeit,

P_1 den Druck eines Hauptimpulses des Druckgases und

P_2 den Druck eines Zusatzimpulses des Druckgases darstellen.

Mit gestrichelter Linie ist im Diagramm vergleichsweise die Beschleunigung des Metalls im Rohr bei einem bekannten Verfahren angedeutet.

In der Fig. 1 ist schematisch ein flüssiges Metall enthaltendes Schmelzbad 1 dargestellt, aus welchem durch eine Rührereinrichtung 2 eine vorbestimmte Menge einer Metallportion 3 mit einer bestimmten Geschwindigkeit V unter dem Einfluss eines Vakuums in einem Arbeitsraum 4 angesaugt wird. Die zur Vermischung des flüssigen Metalls im Schmelzbad dienende Rührereinrichtung 2 ist im wesentlichen rohrförmig.

Nach dem Ansaugen wird auf die Metallportion 3 im Rohr der Rührereinrichtung 2 ein zusätzlicher Druckgasimpuls P_2 von beispielsweise atmosphärischem Druck gegeben, wobei gleichzeitig das Vakuum im Arbeitsraum 4 aufgehoben wird. Infolge dieser Einwirkung nimmt die Steiggeschwindigkeit der Metallportion ab, bis bei einem vorbestimmten Niveau ein Stillstand eintritt und sich die Metallportion 3 anschliessend zu senken beginnt. Bei einer bestimmten Sinkgeschwindigkeit, der sogenannten Anfangsgeschwindigkeit, wird durch ein Steuersignal der Hauptimpuls P_1 des Druckgases ausgelöst, welcher die Metallportion 3 im Rohr auf eine vorgegebene Geschwindigkeit beschleunigt. Die Auslösung des Hauptimpulses P_1 kann beispielsweise mittels eines Höhenstands-Kontaktgebers erfolgen. Durch die Beschleunigung wird die Metallportion 3 als Strahl wieder in das Schmelzbad 1 ausgestossen, reisst dort benachbarte Schichten des flüssigen Metalls mit und bewirkt dadurch eine Vermischung des flüssigen Metalls im ganzen Schmelzbad.

Das Verfahren mit zwei zeitlich aufeinander abgestimmten Impulsen kann von einem Steuerpult aus oder nach einem vorbestimmten Programm mittels eines elektronischen Rechners durch eine Spezialvorrichtung zur gleichzeitigen Aufhebung des Vakuums und Zuführung des Zusatzimpulses gesteuert werden. Durch eine entsprechende Bemessung des Druckes des Zusatzimpulses wird eine Sättigung des Metalls mit dem Gas des Druckgases vermieden. Die zeitliche Abstimmung des Zusatzimpulses P_2 auf den Hauptimpuls P_1 für den Durchlaufwert des Steuersignals erweist sich bei der Realisierung des Verfahrens als besonders zweckmässig.

Nachfolgend wird ein Beispiel der Schmelzenführung beim Schmelzen einer Aluminiumlegierung mit durch

Druckgas erzielter Vermischung in allen Schmelzetappen in einem Schmelzofen von 30 Tonnen erläutert.

Die als Pumpe wirkende Rührereinrichtung arbeitete mit einer Frequenz der Zuführung von Druckgasimpulsen im Bereich von 4 bis 20 Impulse in der Minute. Bei der Beschleunigung des Metalls im Rohr und der Zuführung des selben zum Ofenbad wurde auf die Metallportion aufeinanderfolgend mit zwei Impulsen eingewirkt. Der erste Impuls (Zusatzimpuls) wurde mit einem Druck gleich einer Atmosphäre durch gleichzeitige Abschaltung des Vakuums von dem Arbeitsraum und Verbindung des letzteren mit der Ausenluft zugeführt. Hierbei wurde die Steiggeschwindigkeit des Metalls im Rohr, die 1,2 m/s bei einem Vakuum von 0,4 atm/ betrug, gedämpft und veränderte ihre Richtung in die entgegengesetzte nach 0,6 ... 0,8 s nach der Zuführung des Zusatzimpulses. Nach der Zuführung des zusätzlichen Impulses wurde nach 0,5 s das Steuersignal abgegeben, worauf in etwa 0,1 s das ausführende Glied (Verteiler) ausgelöst wurde, und der Hauptimpuls von 5 atm Druck beschleunigte das Metall von der Anfangsgeschwindigkeit 0,5 ms/s (nach beendeter Wirkung des Zusatzimpulses) auf 3,5 m/s (am Ende der Wirkung des Hauptimpulses des Pressgases).

Auf diese Weise wurde das Metall bei der gasdynamischen Vermischung in allen Schmelzetappen unabhängig von der Häufigkeit der Zuführung von Impulsen beschleunigt, was es erlaubte, die Schmelzzeit um 10% im Vergleich mit der Durchführung der Vermischung nach dem bekannten Verfahren zu verkürzen.

Hierbei wurden die vorstehend beschriebenen Verhältnisse der Vermischung bis zum Augenblick des Abflusses des Metalls in einen Mischer beibehalten.

Das angeführte Beispiel der Durchführung des Verfahrens schöpft nicht alle möglichen Varianten innerhalb der Parameter der in den Patentansprüchen angegebenen Mittel sowie anderer Mittel zur Realisierung des Verfahrens aus.

Das Verfahren bietet die Möglichkeit, die Wirksamkeit der Vermischung zu erhöhen und die Schmelzdauer nahezu um 15% zu reduzieren.

In den Fig. 4 und 5 ist durch Pfeile die Bewegungsrichtung von Metall und Gasströmen angedeutet. Die Pumpe zur gasdynamischen Vermischung von flüssigem Metall 5 im Ofenbad 6 besteht aus einem gefütterten Rohr 7 mit abnehmbarem Deckel 8 und aus einer Düse 9, die mit der Auspufföffnung nach der Seite des Deckels weist. Die Düse 9 ist über eine Leitung 10 mit einer Vorrichtung 11 (Injektor) zur Abtrennung des Vakuumsystems vom Rohr verbunden. Die Vorrichtung 11 steht mit einem Verteiler 12 für die Zuführung von Impulsen eines Druckgases (Stickstoff, Argon) aus einem Speicher 13 in Verbindung. Der Speicher 13 besitzt einen bestimmten Inhalt mit Regelungsmöglichkeit je nach dem Gasdruck, der mit Hilfe eines Druckreglers 14 aufrechterhalten wird. Der Arbeitsraum des Rohrs 7 steht über die Düse 9, die Leitung 10 und den Injektor 11 mit einer Hauptvakuumleitung 15 ständig in Verbindung, in der ein regelbares Drosselement 16 angeordnet ist, das die vorgegebene Steiggeschwindigkeit des Metalls im Rohr gewährleistet. Ein Kontaktgeber für den Metallhöhenstand im Rohr leitet ein Steuersignal dem Elektromagneten des Verteilers 12 zu (der Elektromagnet ist in der Zeichnung nicht abgebildet).

Am Deckel 8 ist ein Gasstromzerteiler 17 ausgebildet, der mittig in die Düse 9 hineinragt und in eine ringförmige Ausnehmung 18 in der Form eines Torussegmentes zur Stabilisierung des Gasstromes im Rohr der Pumpe übergeht. Die Düse 9 ist von einer einen Bund (Flansch) aufweisenden Ringhülse 19 umgeben, die längs der Düse beweglich ist. Die Hülse 19 stützt sich auf einen Ring 20 ab, dessen Lage über die Länge der Düse geregelt und folglich ein optimaler Spalt zwischen der Hülse 19 und dem Deckel 8 eingestellt werden

kann. Die Hülse 19 ist mit Hilfe von in ihrer Länge regelbaren Streben 21 mit einem Schwimmer 22 verbunden. Somit lässt sich der Abstand zwischen der Hülse 19 und dem Schwimmer 22 einstellen und folglich der Augenblick der Überdeckung der Vakuumleitung durch die Hülse und der Verbindung des Arbeitsraumes mit der Atmosphäre verändern. Der Schwimmer 22 kann aus einem leichten feuerbeständigen Material, beispielsweise aus Asbestthermosilikat od. dgl., sowie hohl mit einer Hülle aus einem in der zu vermischenden Schmelze nichtlöslichen Metall ausgeführt werden. Die Form des Schwimmers soll für den Gasstrom windschnittig sein, damit kein zusätzlicher Widerstand erzeugt wird. Der Schwimmer kann in Gestalt einer kugelförmigen Kuppel oder mit abgeschnittener Grundfläche ausgeführt sein. Im Prinzip ist auch eine andere Ausbildung möglich – tropfenähnliche, kegelförmige u. a. Am Deckel 8 sind Schaftventile 23 mit Tellern 24 frei aufgehängt, die Kanäle 25 zur Verbindung des Arbeitsraumes des Rohrs 7 mit der Atmosphäre freigeben. Möglich ist auch die Verbindung mit dem Innenraum, der einen Überdruck hat, welcher geringer ist als in den Speichern 13, um einen «weichen» Impuls zu erzeugen.

Die Pumpe arbeitet folgenderweise.

Bei einem bestimmten zulässigen Niveau des Metalls 5 im Ofenbad 6, wenn die Austrittsöffnung des Rohrs 7 nicht freigelegt ist, wird die Vakuumleitung 15 mit dem Arbeitsraum des Rohrs 7, der Speicher 13 aber über den Verteiler 12 und den Druckregler 14 mit der Druckgasleitung verbunden. Zu gleicher Zeit wird Strom in die Spule des Elektromagneten des Verteilers 12 eingespeist. Ein Stift des Kontaktgebers ist auf ein berechnetes Niveau in Abhängigkeit von der Einstellung des Drosselementes 16 und der gegenseitigen Lage des Schwimmers 22 und der Hülse 19 abgesenkt.

Das flüssige Metall steigt unter Einwirkung des Vakuums im Rohr 7 in eine bestimmte Höhe und beginnt, den Schwimmer 22 mit der Hülse 19 anzuheben. Mit ihrem Bund hebt die Hülse die Ventile 23, und die Teller 24 öffnen die Kanäle 25, die die Rohre mit der Atmosphäre verbinden, wobei die Hülse beginnt, die Verbindung des Arbeitsraumes mit dem Vakuum zu unterbrechen. Das Metall verlangsamt die Steiggeschwindigkeit und bleibt in einem gewissen Augenblick stehen, da die durch die Druckdifferenz bedingte Steigkraft und das Metallgewicht sich ausgleichen. In diesem Zeitpunkt schliesst der Höhenstands-Kontaktgeber und der Elektromagnet des Verteilers 12 spricht an. Der Speicher 13 wird mit dem Arbeitsraum des Rohrs 7 über den Injektor 11, die Leitung 10 und die Düse 9 verbunden; hierbei findet die Abtrennung des Vakuums mittels des Injektors statt, und der Druckgasvorrat gelangt schnell aus dem Speicher in den Arbeitsraum. Der Druckgasimpuls wirkt auf die Metallportion im Rohr ein und stösst das Metall mit hoher Geschwindigkeit in das Ofenbad hinaus. Die Dauer der Impulszuführung kann durch auf diesem Gebiet bekannte technische Mittel verlängert werden. Die aus dem Rohr verdrängte Metallportion bewegt sich im Bad und nimmt benachbarte Schichten der Schmelze mit, indem es dadurch das gesamte Badvolumen durchmischt. Nachdem sich das Metall im Rohr vom Stift des Kontaktgebers entfernt hat, wird der Elektromagnet des Verteilers 12 ausgeschaltet, und das Druckgas beginnt, zum Speicher 13 in der Hauptleitung zu gelangen. Danach wird das flüssige Metall erneut in die Rohre eingesaugt, und der Arbeitszyklus der Vorrichtung wiederholt sich in derselben Reihenfolge.

Die erfindungsgemäss vorgeschlagene Lösung kann mit gleichem Effekt sowohl für eine ortsfeste, als auch für eine bewegliche Variante des Rohrs der Pumpe angewendet werden.

Die Pumpe gestattet es, die Wirksamkeit der Vermischung zu erhöhen und die Schmelzdauer beim Schmelzen von z. B. Aluminiumlegierungen um ca. 15% zu reduzieren.

Gemäss Fig. 6 ist am Deckel 26 der Einrichtung der hauptsächlich Höhenstands-Kontaktgeber angeordnet, dessen Taststift 27 an einen der Kontakte der Spule des Elektromagneten des Verteilers 28 angeschlossen ist, während dem anderen Kontakt eine Spannung von 12V zugeführt ist. Das Metall im Bad ist geerdet, deshalb findet bei der Berührung zwischen Metall und Taststift 27 das Ansprechen des Elektromagneten des Verteilers statt, weil der Stromkreis Spannung 12V – Erde geschlossen wird.

Die Taststifte 27 der Kontaktgeber sind gemäss Fig. 7 in Spannzangen 29 angeordnet, die mittels Muttern eingespannt werden, was es ermöglicht, die Taststifte auf verschiedene Abstände von dem Deckel 26 schnell zu verstellen und folglich das Nutzvolumen des Arbeitsraumes des Rohrs 30 zu verändern. Durch Drosselung lässt sich die Zeit der Erreichung des erforderlichen Restdruckes im Arbeitsraum des Rohrs und demzufolge die Steiggeschwindigkeit des Metalls in die vorgegebene Höhe beeinflussen.

Die Arbeit der Vorrichtung gemäss Fig. 6 geht auf die folgende Weise vonstatten.

Bei einem bestimmten zulässigen Metallniveau im Ofenbad, wenn die Austrittsöffnung des Rohres 30 überdeckt ist, wird die Hauptleitung 31 mit dem Arbeitsraum des Rohres 30, der Speicher 32 aber mit einer Druckgasleitung 35 über den Verteiler 28 und den Druckregler 33 verbunden. Gleichzeitig wird Strom in die Spulen der Elektromagneten des Verteilers 28 eingespeist; die Taststifte 27 der Geber sind auf das berechnete Niveau in Abhängigkeit von der Einstellung des Drosselementes abgesenkt, das die Steiggeschwindigkeit des Metalls im Rohr 30 bei einem vorgegebenen anfänglichen Restdruck im Vakuumsystem bestimmt.

Das flüssige Metall steigt unter Einwirkung des Vakuums im Rohr 30 in eine bestimmte Höhe bis zum Taststift 27 des Kontaktgebers auf. Hierbei wird der Stromkreis (Erde – Spannung 12V) geschlossen und der Elektromagnet des Verteilers 28 spricht an. Der Speicher 32 wird nun mit dem Arbeitsraum des Rohrs 30 über die Hauptleitung 31 und die Düse 34 verbunden, und der Druckgasvorrat gelangt schnell aus dem Speicher in den Arbeitsraum. Der Druckgasimpuls wirkt auf das Metallvolumen im Rohr ein und schleudert das Metall mit hoher Geschwindigkeit in das Ofenbad hinaus. Das aus dem Rohr verdrängte Volumen des flüssigen Metalls bewegt sich im Bad und nimmt benachbarte Metallschichten mit, indem es dadurch das gesamte Badvolumen durchmischt.

Wenn sich das Metall im Rohr von dem Taststift 27 entfernt, wird der bis dahin gegen Erde geschlossene Stromkreis geöffnet, so dass der Elektromagnet des Verteilers 28 spannungslos wird und der Verteiler die in Fig. 6 dargestellte Schaltstellung einnimmt. In dieser Stellung wird der Druckgasspeicher 32 über die Druckgasleitung 35 erneut aufgeladen, und der Innenraum des Rohres 30 wird über die Hauptleitung 31 zum Ansaugen der Schmelze erneut mit dem Vakuum verbunden. Der beschriebene Arbeitszyklus beginnt damit von neuem.

Die beschriebene Konstruktion der Vermischungsvorrichtung ermöglicht eine weitergehende Ausnutzung des Rohrvolumens bei ausreichend hohen Vakuumwerten und ist dadurch wirksamer und leistungsfähiger als herkömmliche Vorrichtungen dieser Art.

An Hand der Fig. 8 wird nachstehend das Organ zur Unterbrechung der Verbindung zwischen der Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums und dem Innenraum des Rohres näher beschrieben.

Das genannte Organ weist ein im Bereich des Ausgangs der Austrittsdüse angeordnetes Ventilgehäuse 36 auf, welches sowohl an die Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums als auch an jene zur Erzeugung der Druckimpulse angeschlossen ist. Im Ventilgehäuse 36 ist ein durch die über den Verteiler 28 und die Hauptleitung 31 (Fig. 6) zugeführten Druckimpulse gegen die Wirkung einer Feder 44 verschiebbares, düsenartig ausgebildetes Drosselement 37 angeordnet, welches in verschobener Stellung den Anschluss an die Einrichtung zur Erzeugung des Vakuums unterbricht. Die Zuführung des Druckgases, beispielsweise Stickstoff oder Argon, erfolgt aus dem Speicher 32, der zuvor über den Druckregler 33 und die Druckgasleitung 35 aufgeladen wurde.

Die als Druckfeder ausgebildete Feder 44 umgibt das verschiebbare Drosselement 37 in einem Absatz 39 und ist einseitig im Ventilgehäuse 36 und andererseits an einem Bund 38 des Drosselementes 37 abgestützt. Dem Absatz 39 ist eine in der Kammer des Ventilkörpers 36 angeordnete kegelförmige Fläche 40 benachbart, die in eine Öffnung übergeht. Zwischen der stirnseitigen Kante des Drosselementes 37 und der kegelförmigen Fläche 40 ist im Ruhezustand des Drosselementes 37 ein Durchlassspalt gebildet, dessen Grösse an einem in den Ventilkörper 36 eingeschraubten und für das Drosselement 37 als Anschlag dienenden Dekkel 41 einstellbar ist. Das Drosselement 37 weist an einem Ende radial-angeordnete Kanäle 42 auf, welche den mit der Hauptleitung 31 verbundenen Innenraum des Drosselementes 37 mit einem Hohlraum 43 verbinden, der sich zwischen der Mantelfläche des Drosselementes 37 und der Innenwandung des Ventilgehäuses 36 befindet.

Das zuletzt beschriebene Organ arbeitet folgendermassen: in der in der Fig. 8 dargestellten Ausgangslage ist die Vakuumleitung mit dem Innenraum des Ventilgehäuses 36 verbunden. Gleichzeitig wird der in der Fig. 6 dargestellte Speicher 32 mit Druckgas über den Verteiler 28 aufgeladen. Nach erfolgter Umschaltung des Verteilers 28 strömt das Druckgas aus dem Speicher 32 über die Hauptleitung 31 durch das in der Fig. 8 dargestellte Drosselement 37. Zwischen der Einlassseite und der Auslassseite des Drosselementes 37 entsteht ein Druckgefälle. Ferner strömt das Druckgas auch durch die im Drosselement 37 angeordneten Kanäle 42 in den Hohlraum 43, wobei das Druckgas eine Kraft auf die Oberfläche des am Drosselement 37 angeordneten Bundes ausübt. Unter der Wirkung dieser Kraft verschiebt sich das Drosselement 37 gegen die Kraft der Feder 44, bis die Kante des Drosselementes an der kegelförmigen Fläche 40 anliegt und damit die Vakuumleitung vom Innenraum des Ventilgehäuses 36 trennt. Bis zur Beendigung des Druckgasimpulses verharrt das Drosselement 37 in der zuletzt erwähnten Stellung. Nach Beendigung des Druckgasimpulses wird das Drosselement 37 unter der Wirkung der Feder 44 in die Ausgangsstellung zurückgeführt.

Im weiteren wiederholt sich der Arbeitszyklus in derselben Reihenfolge.

Die erfindungsgemäss vorgeschlagene Vorrichtung kann mit der gleichen Wirksamkeit sowohl an einer ortsfesten als auch an einer beweglichen Variante des Rohrs der Pumpe angewendet werden und bietet die Möglichkeit, die Leistung der Pumpe beim Einsatz in Vakuumaggregaten im Durchschnitt um 8 bis 10% zu steigern.

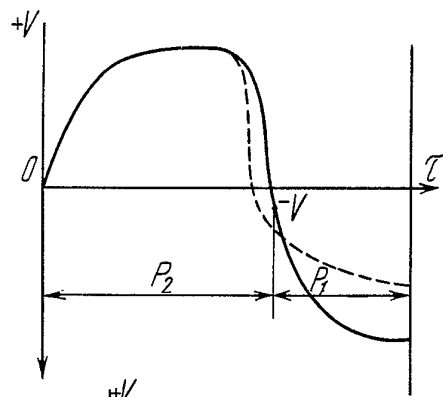


FIG. 1

FIG. 2

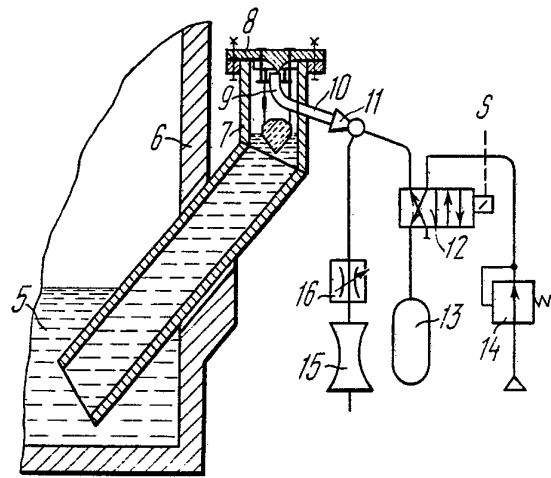


FIG. 3

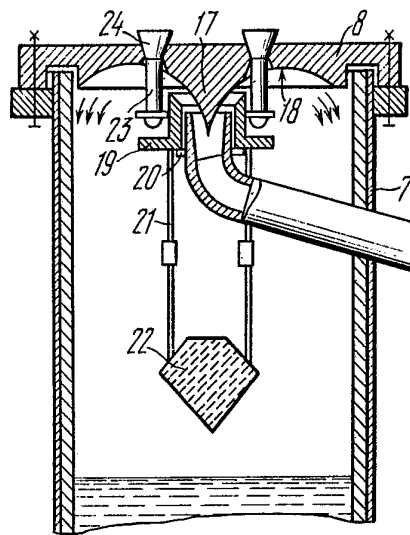


FIG. 4

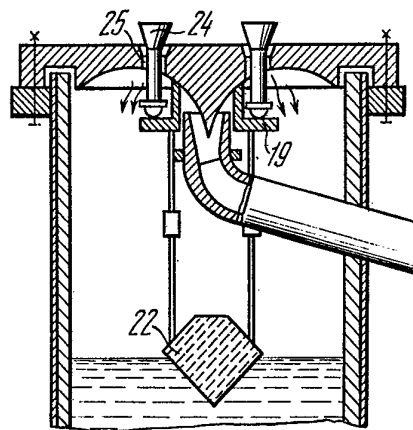


FIG. 5

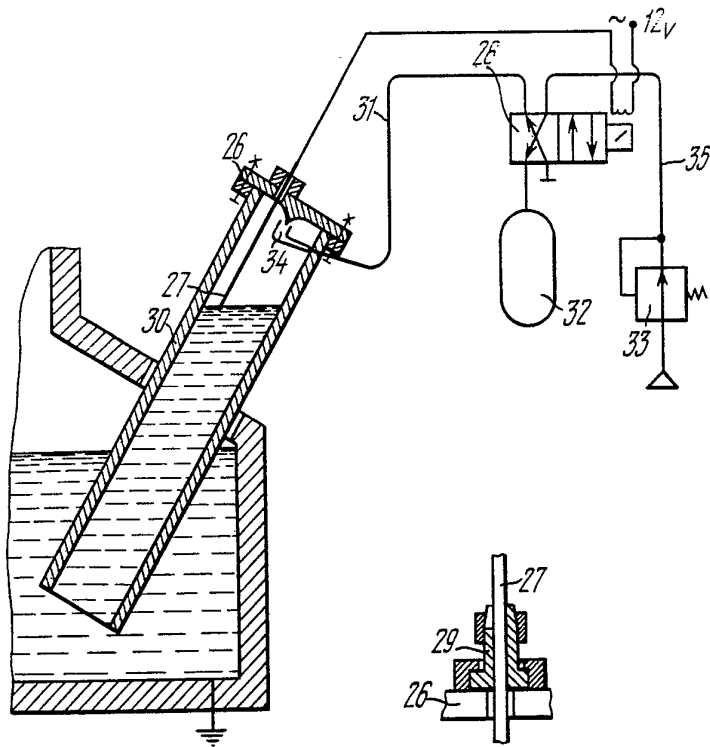


FIG. 6

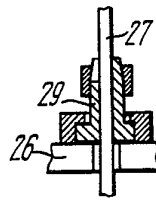


FIG. 7

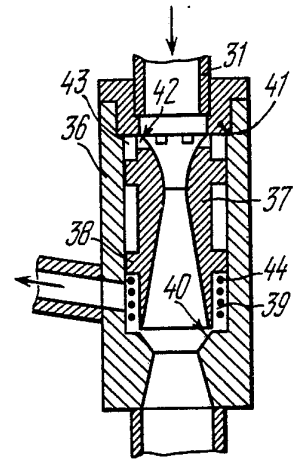


FIG. 8