

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 407 524 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 8021/98
(22) Anmeldetag: 18.02.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2000
(45) Ausgabetag: 25.04.2001

(51) Int. Cl.⁷: C04B 5/02
B01J 2/00, C21B 3/06

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3919155A1 US 4352764A SU 1742243A
SU 1542926A

(73) Patentinhaber:
"HOLDERBANK" FINANCIERE GLARUS AG
CH-8750 GLARUS (CH).

(54) VERFAHREN ZUM GRANULIEREN UND ZERKLEINERN VON FLÜSSIGEN SCHLACKEN SOWIE EINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS

AT 407 524 B

(57) Bei einem Verfahren zum Granulieren und Zerkleinern von flüssigen Schlacken, insbesondere Hochofenschlacken mit Wasser, wird in die Schlacke ein Druckwasserstrahl gerichtet und die Schlacke als Mantel des Druckwasserstrahles ausgestoßen. Die Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist einen Schlackenbehälter (1) für flüssige Schlacke mit einer Austrittsöffnung (2) für die flüssige Schlacke auf, wobei in die Achse der Schlackenaustrittsöffnung (2) eine Lanze (4) mündet, sodaß die flüssige Schlacke mit über die Lanze (4) eingebrachtem Druckwasser oder Dampf ausgestoßen wird.

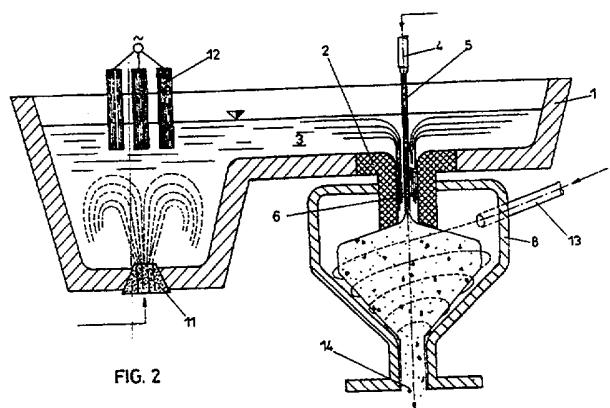


FIG. 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Granulieren und Zerkleinern von flüssigen Schlacken, insbesondere Hochofenschlacken, mit Wasser sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens umfassend einen Schlackenbehälter für flüssige Schlacke, welcher eine Austrittsöffnung für die flüssige Schlacke aufweist.

Ein Verfahren zum Granulieren und Zerkleinern von schmelzflüssigem Material ist beispielsweise in der AT-B 400 140 beschrieben. Bei dieser bekannten Verfahrensweise wurde Schmelze in eine Mischkammer unter Druck eingebracht, wobei in die Mischkammer Druckwasserdampf oder Wasser-Dampf-Gemische eingedüst wurden. Eine Ausbildung für die Durchführung dieser Verfahrensweise umfaßte eine Mehrstoffdüse, wobei bedingt durch die rasche Expansion ein Druck aufgebaut wurde, der über einen Diffusor zum Ausstoß der erstarrten Partikel führte. Die kinetische Energie der Teilchen wurde zur Zerkleinerung genutzt, wofür im Anschluß an den Diffusor beispielsweise Prallplatten angeordnet wurden oder aber der Austrittsstrahl des Diffusors gegen den Austrittsstrahl eines weiteren Diffusors gerichtet wurde.

Neben dem Wasserganulieren sind auch bereits Verfahren vorgeschlagen worden, bei welchen die Schlacken auf eine geringe Schlackenhöhe bzw. -dicke aufgebreitet wurden und mit Luft oder Preßluft erstarrt wurden.

Mit diesen bekannten Verfahren sind Granulate mit Korngrößen von etwa 2 bis 6 mm erzielt worden, sofern der anlagentechnische Aufwand und insbesondere die Größe der Anlage nicht überproportional ansteigen soll. Für die weitere Zerkleinerung des Materials wurden unterschiedliche Mühlentypen und insbesondere bereits Strahlmühlen vorgeschlagen. Voraussetzung für die Verwendbarkeit von Strahlmühlen ist allerdings, daß das Granulat in einer pneumatisch förderbaren Form vorliegt.

In der österreichischen Anmeldung A 1826/97 wurde bereits vorgeschlagen, die flüssige Schlacke durch einen Schlackenzerstäuber zu fördern, in welchem die flüssige Schlacke mit Druckwasser beaufschlagt wurde. Die flüssige Schlacke gelangte hiebei aus einem druckfesten Raum im freien Fall in den Bereich des Schlackenzerstäubers und wurde durch im wesentlichen radial gerichtetes Druckwasser granuliert. Das auf diese Weise erzeugte Granulat wurde gemeinsam mit Dampf sowie gegebenenfalls zusätzlichem Dampf oder zusätzlichen Treibgasen unmittelbar in eine Gegenstrommühle gefördert. Auch nach einer derartiger Ausbildung wurde die eigentliche Zerkleinerungsarbeit in der Mühle geleistet, wobei die flüssige Schlacke in einen druckfest verschließbaren Behälter eingebracht werden mußte bevor sie im freien Strahl in die Granuliereinrichtung verbracht werden kann.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, eine Einrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß die Handhabung der Schlacke wesentlich vereinfacht wird und mit konventionellen Einrichtungen im Bereich der Schlackenaufgabe das Auslangen gefunden werden kann. Gleichzeitig zielt das erfindungsgemäße Verfahren darauf ab, auf geringem Raum eine hohe Zerkleinerungsleistung bereits bei der Granulation sicherzustellen, und ein Granulat zu schaffen, welches mit geringerer weiterer Energie gemahlen bzw. weiter zerkleinert werden kann als dies bei konventionellen Granulaten der Fall wäre.

Zur Lösung dieser Aufgabe besteht das erfindungsgemäße Verfahren im wesentlichen darin, daß in die Schlacke ein Druckwasserstrahl gerichtet wird und die Schlacke als Mantel des Druckwasserstrahles ausgestoßen wird. Dadurch, daß die Schlacke ohne vorheriges Einbringen in ein druckfestes Gefäß in einer Schlackenrinne oder Schlackenpfanne vorliegt, gestaltet sich die Handhabung der Schlacke im Vergleich zu bekannten Vorschlägen im wesentlichen einfacher, wobei dadurch, daß in die Schlacke koaxial mit dem Schlackenaustritt aus dem Schlackenbehälter ein Druckwasserstrahl eingepreßt wird, der Wasserstrahl über eine dem Druck entsprechende Strecke von beispielsweise etwa 0,5 bis 1,5 m tief in den Schlackenstrahl eintaucht. Es wird auf diese Weise über die Wasserstrahl-Eindring-Strecke eine Art "Wasser-Seele" ausgebildet, wobei die Verdampfung dieser "Wasser-Seele" mit einer kurzen Verzögerung eintritt, welche ausreicht, den mit erstarrender oder zumindest teilweise erstarrter Schlacke ummantelten Strahl auszubringen. An einen derartigen Austrag werden relativ geringe mechanische Anforderungen gestellt, wobei der Schlackenaustritt im Vergleich zu komplizierten Mehrstoffdüsen wesentlich einfacher gestaltet werden kann. Unmittelbar im Anschluß an den Austritt des mit einer "Wasser-Seele" ausgetragenen Schlackenstrahles setzt nun das Sieden sowie die schlagartige, explosionsartige Verdampfung des Wassers ein, wobei die Kinetik des eingedrungenen Wasserstrahles relativ hohe

Gegendrücke überwindet. Bei der explosionsartigen Aufweitung des Strahles bei Temperaturen von etwa 800 bis 1200°C wird ein hohes Maß an Zerkleinerung bei gleichzeitig glasiger Erstarrung des Granulates gewährleistet.

Der erfindungsgemäße Effekt kann noch dadurch verbessert werden, daß, wie es einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht, in der Schlacke vor dem Ausbringen mit dem Druckwasserstrahl Gase, insbesondere O₂, Luft und/oder Sauerstoff-Inertgasgemische gelöst werden und daß Eisenanteile der Schlacke quantitativ oxidiert werden. Zu granulierende Hochofenschlacke weist in der Regel einen geringen Restroheisengehalt auf, welcher bei korrekter Verfahrensführung unter 0,5 Gew.-% liegt. Bei unsachgemäßener Führung des Hochofenbetriebes kann aber der Roheisengehalt auf bis zu 5 Gew.-% ansteigen. Die Oxidation von Eisenanteilen durch Sauerstoff bzw. Luft verringert hiebei die Gefahr von Explosionen durch Wasserstoffgasbildung, wobei zusätzlich durch die Löslichkeit von Gasen in der Schlacke und insbesondere durch die Sättigung der Schlacke mit Gasen eine bedeutende Verbesserung des Zerkleinerungseffektes eintritt. Die Löslichkeit von Gasen nimmt mit fallender Schlackentemperatur stark ab, sodaß im Bereich der schlagartigen Abkühlung durch den Druckwasserstrahl zusätzlich eine explosionsartige Entmischung der gelösten Gase durch die sinkende Schlackentemperatur und damit die rasche Abnahme der Sättigungskonzentration von Gasen in der flüssigen Schlacke beobachtet wird. Die auf diese Weise aus der sich verfestigenden Schlacke freigesetzten Gase expandieren aufgrund der relativ hohen Temperaturen heftig, wodurch eine verbesserte Desintegration der Schlackenpartikel beobachtet wird. Beispielsweise entstehen bei Umgebungsdruck und 1000°C durch eine derartige Freisetzung von gelöster Luft etwa 11,2 m³ Luft bzw. Stickstoff/t Schlacke, wobei der innere Schlackengasdruck vermutlich einige 100 bar bis über 1000 bar betragen kann. Insgesamt wird auf diese Weise unmittelbar eine Schlackenpartikelgröße von durchwegs unter 0,1 mm erzielt, wobei eine derartige Schlacke zu allem Überfluß aufgrund ihrer Porosität durch die schlagartig freigesetzten und ursprünglich gelösten Gase in der Folge mit geringerem Aufwand und geringerem Energieverbrauch weiter zerkleinert werden kann.

Mit Vorteil wird das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, daß das Druckwasser unter einem Druck von 35 bis 160 bar eingebracht wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die "Wasser-Seele" über eine Länge ausgebildet wird, welche ausreicht, daß der ummantelte Strahl den Auslaßteil des Schlackenbehälters bzw. eines Schlackentundish sicher verläßt und der Auslaßteil vor übermäßiger mechanischer Beanspruchung geschützt wird.

Eine weitere Verbesserung der Zerkleinerungswirkung und der Granulation läßt sich dadurch erzielen, daß der erstarrte Mantel der den Druckwasserstrahl umgebenden Schlacke mit weiterem Druckwasser zerschnitten bzw. zerteilt wird.

Prinzipiell kann durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise unmittelbar ein pneumatisch förderbares Gemisch erzielt werden, sodaß im Anschluß an die Expansion der Schlackenpartikel durch Sammeln dieser Schlackenpartikel gemeinsam mit den expandierenden Gasen in einem Expansionsgefäß eine Mischung bereitgestellt wird, welche unmittelbar in Gasgegenstrommühlen eingebracht werden kann und einer weiteren Zerkleinerung zugeführt werden könnte. Als Treibgas kommt hiebei der sich bildende Dampf gemeinsam mit den durch Entgasung entstehenden, ursprünglich in der Schlacke gelösten Gasen zum Einsatz. Insbesondere bei Verwendung von zusätzlichen Druckwasserstrahlen zum Zerschneiden bzw. Zerteilen des Strahles gestaltet sich auch das Dichtungsproblem zwischen einem angeschlossenen Expansionsgefäß und einem Schlackentundish besonders einfach, da hier eine Dichtung nach Art einer pneumatischen Dichtung ausgebildet werden kann und verbleibende Undichtheiten als Drosselquerschnitte unter Berücksichtigung der hohen Drücke eine effiziente Abdichtung ermöglichen.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zum Granulieren von flüssigen Schlacken, insbesondere Hochofenschlacken, mit Wasser, mit einem Schlackenbehälter für flüssige Schlacke, welcher eine Austrittsoffnung für die flüssige Schlacke aufweist, ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß in die Achse der Schlackenaustrittsoffnung eine Lanze mündet, sodaß die flüssige Schlacke mit über die Lanze eingebrachtem Druckwasser oder Dampf ausgestoßen wird. Die für das Einbringen von Druckwasser vorgesehene Lanze kann als Düsenlanze ausgebildet sein, wobei es lediglich erforderlich ist, das Druckwasser in einer Weise einzuspeisen, daß die eingangs genannte "Wasser-Seele" im Bereich des Schlackenaustrittes ausgebildet wird. In besonders einfacher Weise kann dies dadurch erzielt werden, daß der Schlackentundish einen rohrförmigen, ggf.

austauschbaren, Auslaßteil mit der Schlackenaustrittsöffnung aufweist.

Zur weitestgehenden Sättigung der flüssigen Schlacke mit Gasen und zur quantitativen Oxidation von Resteisenanteilen ist die Ausbildung mit Vorteil so getroffen, daß der Schlackenbehälter als Schlackentundish ausgebildet ist und daß an der tiefsten Stelle des Schlackentundish Düsen für Luft, Sauerstoff und/oder Sauerstoff/Inertgasgemische vorgesehen sind.

Zur weiteren Zerkleinerung und Erhöhung der Abkühlungsgeschwindigkeit können in besonders vorteilhafter Weise an dem rohrförmigen Auslaßteil Ringdüsen für das Einpressen von Wasser und/oder Dampf in radialer oder zur Achse des rohrförmigen Teiles in Richtung zum Auslassende geneigter Richtung vorgesehen sein.

Eine weitere Verbesserung der Abkühlungsparameter und der Zerkleinerungswirkung läßt sich dadurch erzielen, daß an den Auslaßteil ein Expansionsgefäß angeschlossen ist, wobei vorzugsweise in das Expansionsgefäß weitere Düsen für das Einbringen von Wasser oder Dampf in radialer und/oder tangentialer Richtung münden. Derartige in ein Expansionsgefäß mündende Düsen können im Falle einer Einmündung in radialer Richtung unmittelbar der weiteren Zerkleinerung und dem Zerschneiden des Schlackenstrahles dienen, wobei bei einer Einmündung der zusätzlichen Düsen in tangentialer Richtung eine Art Zyklooneffekt ausgeübt werden kann, wodurch der zur Verfügung stehende Reaktionsraum für die Abkühlung besser genutzt werden kann. Dies hat zur Folge, daß man die Einrichtung insgesamt kleiner bauen kann und dennoch die gewünschte Abkühlung in dem geforderten Ausmaß sichergestellt ist.

In besonders einfacher Weise ist für die weitere Zerkleinerung die Austragsöffnung des Expansionsgefäßes mit einer Mühle verbunden, wobei in einfacher Weise die nachgeschaltete Mühle koaxial zur Austrittsöffnung des Expansionsgefäßes einen als Schleuderrad ausgebildeten Rotor, eine Prallplatte oder eine Gegenstromdüse für Dampf und/oder Mahlgut aufweist.

In Vergleichsversuchen hat es sich gezeigt, daß eine auf die erfindungsgemäße Weise schlagartig entgaste Schlacke eine bedeutend geringere spezifische Mahlarbeit als nicht gasbehandelte Schlacken erfordert. Bei einer Zielfeinheit von etwa 6500 Blaine benötigt beispielsweise eine "gasfreie" Schlacke eine spezifische Mahlarbeit von ca. 120 KWh/t_{Schlacke}. Die auf die erfindungsgemäße Weise zunächst mit Gas gesättigte und im Anschluß entgaste Schlacke erfordert für die gleiche Mahleinheit unter 50 KWh/t_{Schlacke}. Überraschenderweise wurde weiters gefunden, daß im Falle von Mischzement beim Einsatz von etwa 60 Gew.-% Schlacke und 40 Gew.-% Klinker sowie Gips die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens granulierte und zerkleinerte Schlacke zu einer erhöhten Anfangsfestigkeit gegenüber konventionell granulierten Schlacken führt.

Mit Rücksicht auf die hohen, bei der Expansion entstehenden Drücke kann ein Großteil des Druckes in der Folge in Gegenstrommühlen abgebaut werden. Strahlmühlen sind somit eine bevorzugte Variante der Verwendung des erfindungsgemäß hergestellten Granulates, wobei im Rahmen derartiger Strahlmühlen zusätzliche Maßnahmen zur Energierückgewinnung gesetzt werden können. Insbesondere ist es möglich, im Mahlraum unter unteratmosphärischem Druck zu arbeiten, wenn der eingebrachte Wasserdampf extern kondensiert wird, wodurch die rasche Druckabsenkung erzielt werden kann. Neben der Verwendung von Prallplatten ist, wie oben erwähnt, die Ausbildung der Prallfläche als Schleuderrad besonders vorteilhaft, wobei der als Schleuderrad ausgebildete Rotor selbst wiederum zur Energiegewinnung herangezogen werden kann. Die gegebenenfalls noch verbleibende Überkorngröße kann beispielsweise über einen Sichter oder einen Zyklon abgetrennt werden, wobei Grobkorn in das Verfahren und insbesondere in die Mühle rückgeführt werden kann.

Besonders geringe Baumaße ergeben sich bei vertikaler Anordnung von Expansionsgefäß und nachgeschalteter Mühle. Die pneumatisch förderbaren Gemische lassen sich aber naturgemäß über Schlacken-Injektoren auch horizontal in entsprechende konventionelle Gegenstromstrahlmühlen einbringen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen für erfindungsgemäß Einrichtung näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Teil der Granuliereinrichtung, Fig. 2 einen Querschnitt durch einen Schlackentundish mit als Zyklon ausgebildetem Expansionsgefäß, Fig. 3 eine abgewandelte Ausbildung der Einrichtung nach Fig. 2 mit einem modifiziertem Expansionsgefäß, Fig. 4 eine horizontale Anordnung der Schlackengranuliereinrichtung mit an das Expansionsgefäß angeschlossener

Gegenstrahlmühle teilweise im Schnitt, Fig. 5 eine Ausbildung mit koaxial zum Expansionsgefäß in vertikaler Richtung angeschlossener Strahlmühle teilweise im Schnitt, Fig. 6 eine abgewandelte Ausbildung, bei welcher in die Strahlmühlen zusätzlich Mahlströme eingebracht werden, Fig. 7 eine weitere abgewandelte Ausbildung der Einrichtung nach Fig. 5 mit als Schleuderrad ausgebildeten Prallflächen und Fig. 8 eine Draufsicht auf das Schleuderrad nach Fig. 7.

In Fig. 1 ist ein als Schlackentundish ausgebildeter Behälter für die Schlacke teilweise im Schnitt dargestellt und mit 1 bezeichnet. In den Boden des Schlackentundish 1 ist ein Auslaßteil 2 aus entsprechend mechanisch und thermisch beständigem Material eingesetzt. In die Schlackenschmelze 3 wird über eine Hochdruckwasserlanze 4 ein Wasserstrahl 5 mit einem Druck von etwa 60 bis 100 bar in das Schlackenbad eingepreßt, wobei im Bereich des Auslaßteiles 2 eine "Wasser- bzw. Dampf-Seele" 6 ausgebildet wird und die Schlacke als Mantel 7 dieser "Wasser-Seele" ausgetragen wird. Der den Druckwasserstrahl ummantelnde Schlackenstrahl gelangt in ein schematisch mit 8 angedeutetes Expansionsgefäß, wobei der Innendruck der "Wasser-Seele" den Mantel aufweitet und zerreißt.

Im Bereich des Einlaufes in das Expansionsgefäß 8 sind zusätzliche Druckwasserdüsen 9 vorgesehen, wobei die Anspeisung über eine Ringleitung 10 erfolgt. Das Druckwasser bzw. der Wasserkegel wird auf den Mantel 7 des Schlackenstrahles gerichtet und bewirkt dort ein Zerteilen und weiteres Zerkleinern.

Der Hochdruckwasserstrahl bildet gleichzeitig ein Dichtungselement aus, welches die Dichtflächen im Bereich des Anschlusses des Auslasses 2 an das Expansionsgefäß 8 entlastet.

Bei der Darstellung nach Fig. 2 ist der vollständige Schlackentundish 1 ersichtlich, wobei an der tiefsten Stelle des Tundish, an welcher sich unterhalb der Schlackenschmelze ein Metallbad ansammeln kann, ein Düsenstein 11 angeordnet ist, über welchen Druckluft zur Oxidation von Resteisen eingeblasen werden kann. Zusätzlich zu derartiger Druckluft oder Luft-Sauerstoff-Gemischen kann Inertgas eingepreßt werden, um auf diese Weise eine weitestgehende Sättigung der Schlacke mit Gasen zu erzielen. Die Schlacke selbst kann über eine schematisch mit 12 angedeutete elektrische Beheizung schmelzflüssig gehalten werden. Die "Wasser-Seele" 6 führt beim Verdampfen zu einem explosionsartigen Aufweiten des Mantels und damit zu einer raschen Abkühlung und Zerkleinerung. Die Zerkleinerungswirkung wird durch die mit abnehmender Temperatur und damit abnehmender Gaslöslichkeit explosionsartig auftretende Entmischung der gelösten Gase beschleunigt.

In das Expansionsgefäß 8 mündet weiters eine Sekundärdruckwasserlanze bzw. Düse 13, welche die desintegrierenden Partikel in eine rotierende Zyklonbewegung versetzen, sodaß eine intensive Abkühlung über eine kurze Fallhöhe erzielt wird.

Das Dampf-Schlacken-Granulat-Gemisch mit einer Teilchengröße von etwa 0,1 mm wird über die Auslaßöffnung 14 des Expansionsgefäßes 8 abgezogen und kann unmittelbar einer Strahlmühle oder einer anderen weiteren Zerkleinerungsanlage aufgegeben werden.

Bei der Ausbildung nach Fig. 3 ist das Expansionsgefäß 8 nicht als Zyklon ausgebildet. Vielmehr wird Druckwasser über eine Ringleitung 15 eingespeist und nach Art eines Vorhangs 16 an die Wand des Expansionsgefäßes 8 geführt. Im Bereich der Kollision mit den desintegrierenden Partikeln wird hierbei ein Dampfpolster aufgebaut, sodaß die Wände des Expansionsgefäßes 8 wirkungsvoll gekühlt werden und gleichzeitig zusätzlicher Dampf zur Ausbildung einer pneumatisch förderbaren Mischung erzeugt wird. Das Dampf-Granulat-Gemisch wird über die Leitung 17 einer Zerkleinerungsanlage, beispielsweise einer Strahlmühle, aufgegeben.

Die Länge, über welcher der injizierte Hochdruckwasserstrahl 5 als "Wasser-Seele" in durch die Schlacke ummantelter Form vorliegt, ist in Fig. 3 mit a bezeichnet. Im Anschluß an diese Strecke a erfolgt die rasche Verdampfung der "Wasser-Seele", wobei gleichzeitig intensiv, durch das ursprünglich gelöste Gas, welches bei abnehmender Temperatur rasch freigesetzt wird, unterstützte Zerkleinerungswirkung ausgeübt wird.

Bei der Ausbildung nach Fig. 4 ist eine ringförmige Schmelzschlackenrinne 18 vorgesehen, an welche seitlich die Hochdruckwasserlanzen 4 angeschlossen sind. Über die Hochdruckwasserlanzen 4 wird wiederum die Hochdruckwasserseele ausgebildet, wobei die Expansionsgefäß 8 einander diametral gegenüberliegend an eine Fließbett- bzw. Wirbelschichtmühle angeschlossen sind. Die gegeneinander gerichteten Strahlen, enthaltend die Partikel und den gebildeten Dampf, werden nach Art einer Gegenstrahlmühle zu einem im Inneren der Mühle 19 liegenden Mahlpunkt

20 geführt. Das gemahlene Gut wird über einen Sichter, dessen Sichterrad mit 21 bezeichnet ist, über die Achse des Rades 21, welche mit 22 bezeichnet ist, abgezogen, worauf in der Folge Dampf kondensiert wird. Durch die Kondensation von Dampf außerhalb der Mühle 19 kann das Druckniveau rasch abgesenkt werden, sodaß die Zerkleinerungsleistung durch diese Druckminde-
5 rung noch verbessert wird.

Im Bereich des Eintrittes in die Expansionsgefäße sind wiederum Ringleitungen 10 mit quer zum Schlackenstrahl orientierten Wasserdüsen angeordnet, wobei das Hochdruckwasser aus den Ringleitungen 10 den Schlackenmantel zerteilt und zerkleinert.

Bei der Ausbildung nach Fig. 5 ist in vertikaler Richtung koaxial zum Expansionsgefäß 8 eine Gegenstrahlmühle 23 vorgesehen, wobei dem in die Gegenstrahlmühle 23 von oben nach unten einströmenden Dampf-Partikel-Gemisch ein Gegenstrahl über eine Lanze 24 aus extern erzeugtem Dampf zugeführt wird. Die Austrittsöffnung des Expansionsgefäßes 8 ist hiebei als 2-Phasen-Düse ausgebildet, wohingegen die Lanze 24 lediglich als 1-Phasen-Düse ausgebildet ist. Der Mahlpunkt ist wiederum mit 20 bezeichnet. Das Mahlgut wird wiederum über das Sichterrad 21 ausgetragen, wobei durch nachfolgende Dampfkondensation außerhalb der Mühle 23 ein Druck im Inneren der Mühle 23 von weit unter einer Atmosphäre, beispielsweise 0,3 bis 0,75 bar, erzielt werden kann. Die unter hoher Geschwindigkeit aufgrund des weit höheren Druckes einströmenden Gase bewirken hiebei eine intensive Vermahlung.

Bei der Ausbildung nach Fig. 6 mündet das Expansionsgefäß 8 wiederum in eine Gegenstrahlmühle 23, wobei hier durch die außerhalb der Mühle vorgenommene Kondensation des Dampfes wiederum ein Unterdruck von etwa 0,3 bis 0,75 bar eingestellt wird. In die Gegenstrahlmühle 23 münden einander diametral gegenüberliegend Strahldüsen 25 und 26, wobei in die Strahldüse 26 Grobgut aus einer Grobgutabscheidung im Abscheider 27 zugeführt und in die Mühle rückgeführt wird. Im Anschluß an den Grobgutabscheider 27 ist wiederum ein konventioneller Sichter vorgesehen, wobei auch die außerhalb der Mühle 23 vorgenommene Dampfkondensation der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist. Das Gas in der Mühle 23 besteht zu etwa 75 % Wasserdampf und etwa 25 % angesaugter Luft. Der gewünschte Unterdruck in der Mühle 23 kann durch ein nicht dargestelltes Sauggebläse zusätzlich verringert werden.

Bei der Ausbildung nach Fig. 7 gelangt das Gas-Partikel-Gemisch aus dem Expansionsgefäß 8 in eine Prallmühle 28. Die Prallmühle kann eine stationäre Prallplatte oder aber, wie im Fall der Ausbildung nach Fig. 7, ein Schleuderrad mit einer Prallplatte 29 enthalten. Der Partikelstrom versetzt das Schleuderrad 29 in Bewegung, wobei die Partikel gegen eine Ringpanzerung 30 der Mühle 28 geschleudert werden und weiter zerkleinert werden. Das Schleuderrad ist in der Draufsicht in Fig. 8 dargestellt und weist Flügel 31 auf, welche eine Drehrichtung 32 des Schleuderrades bewirken. An den Rotor kann somit beispielsweise ein Generator zur Erzeugung von Energie angeschlossen werden, wobei mit dem Schleuderrad relativ hohe Umdrehungszahlen von 5.000 bis 20.000/min ohne weiteres erzielt werden können. Alternativ zur Verwendung des Schleuderrades als Radialturbine kann für extreme Mahleinheiten das Schleuderrad mit einem Antrieb verbunden werden, wodurch der Aufprall-Impuls auf den ringförmigen Panzer des Mühlenmantels erhöht wird.
40 Das gemahlene Gut wird wiederum aus der Mühle 28 beispielsweise über eine Sichter abgezogen, wobei durch die nachfolgende Dampfkondensation im Inneren der Mühle 28 ein Druck auf etwa 0,3 bar abgesenkt werden kann.

45

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Granulieren und Zerkleinern von flüssigen Schlacken, insbesondere Hochofenschlacken mit Wasser bei welchem in die Schlacke ein Druckwasserstrahl (5) gerichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schlacke vor dem Ausbringen mit dem Druckwasserstrahl (5) Gase, insbesondere O₂, Luft und/oder Sauerstoff-Inertgasgemische gelöst werden, wobei Eisenanteile der Schlacke quantitativ oxidiert werden, die Schlacke mit dem Druck des Druckwassers über eine Schlackenöffnung ausgepreßt wird und als Mantel (7) des Druckwasserstrahles ausgestoßen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckwasser unter einem Druck von 35 - 160 bar eingebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erstarre Mantel (7) der den Druckwasserstrahl (5) umgebenden Schlacke mit weiterem Druckwasser zerschnitten bzw. zerteilt wird.
- 5 4. Einrichtung zum Granulieren von flüssigen Schlacken, insbesondere Hochofenschlacken mit Wasser mit einem Schlackenbehälter für flüssige Schlacke, welcher eine Austrittsöffnung für die flüssige Schlacke aufweist, nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlackenbehälter als Schlackentundish (1) ausgebildet ist, daß an der tiefsten Stelle des Schlackentundish (1) Düsen (11) für Luft, Sauerstoff und/oder Sauerstoff/Inertgasgemische vorgesehen sind und daß in die Achse der Schlackenaustrittsöffnung eine Lanze (4) mündet, sodaß die flüssige Schlacke (3) mit über die Lanze eingearbeitetem Druckwasser oder Dampf ausgestoßen wird.
- 10 5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlackentundish (1) einen rohrförmigen, ggf. austauschbaren, Auslassteil (2) mit der Schlackenaustrittsöffnung aufweist.
- 15 6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß an dem rohrförmigen Auslaßteil (2) Ringdüsen (9) für das Einpressen von Wasser und/oder Dampf in radialer oder zur Achse des rohrförmigen Teiles (2) in Richtung zum Auslassende geneigter Richtung vorgesehen sind.
- 20 7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß an den Auslaßteil (2) ein Expansionsgefäß (8) angeschlossen ist.
- 25 8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in das Expansionsgefäß (8) weitere Düsen (13) für das Einbringen von Wasser oder Dampf in radialer und/oder tangentialer Richtung münden.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausströmöffnung des Expansionsgefäßes (8) mit einer Mühle (19) verbunden ist.
- 25 10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die nachgeschaltete Mühle (19) koaxial zur Austrittsöffnung des Expansionsgefäßes (8) einen als Schleuderrad (29) ausgebildeten Rotor, eine Prallplatte oder eine Gegenstromdüse für Dampf und/oder Mahlgut aufweist.
- 30

HIEZU 7 BLATT ZEICHNUNGEN

35

40

45

50

55

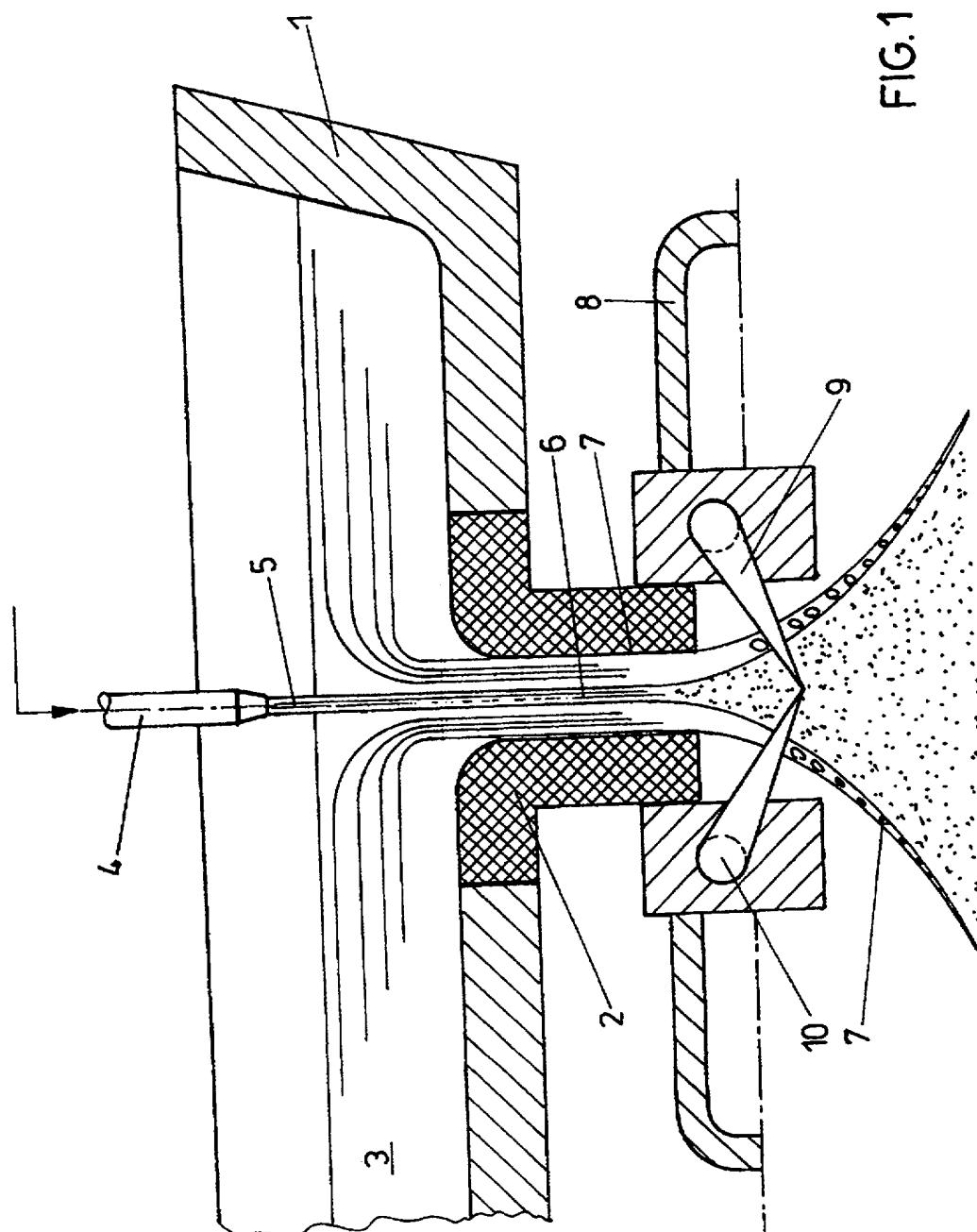
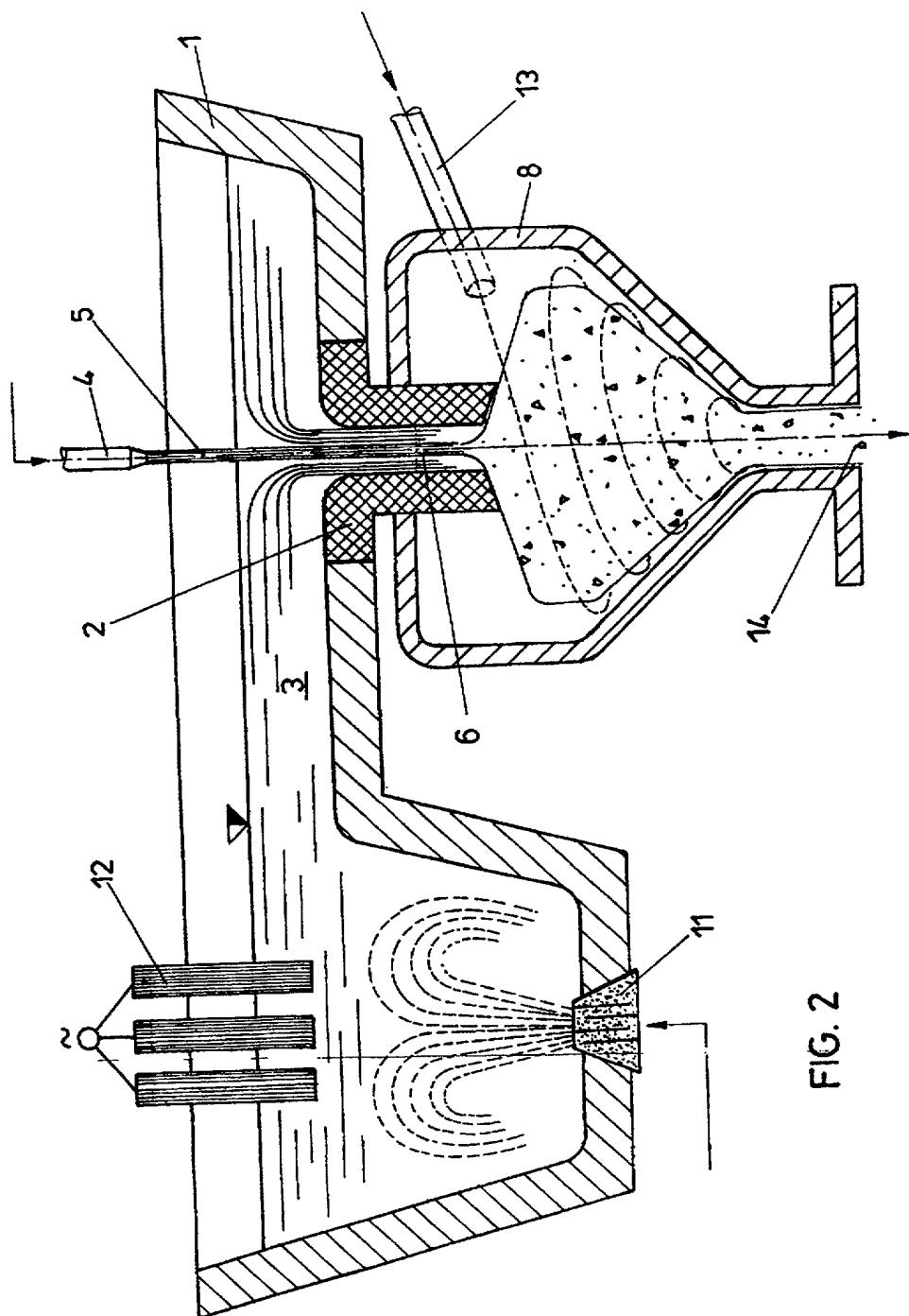


FIG. 1



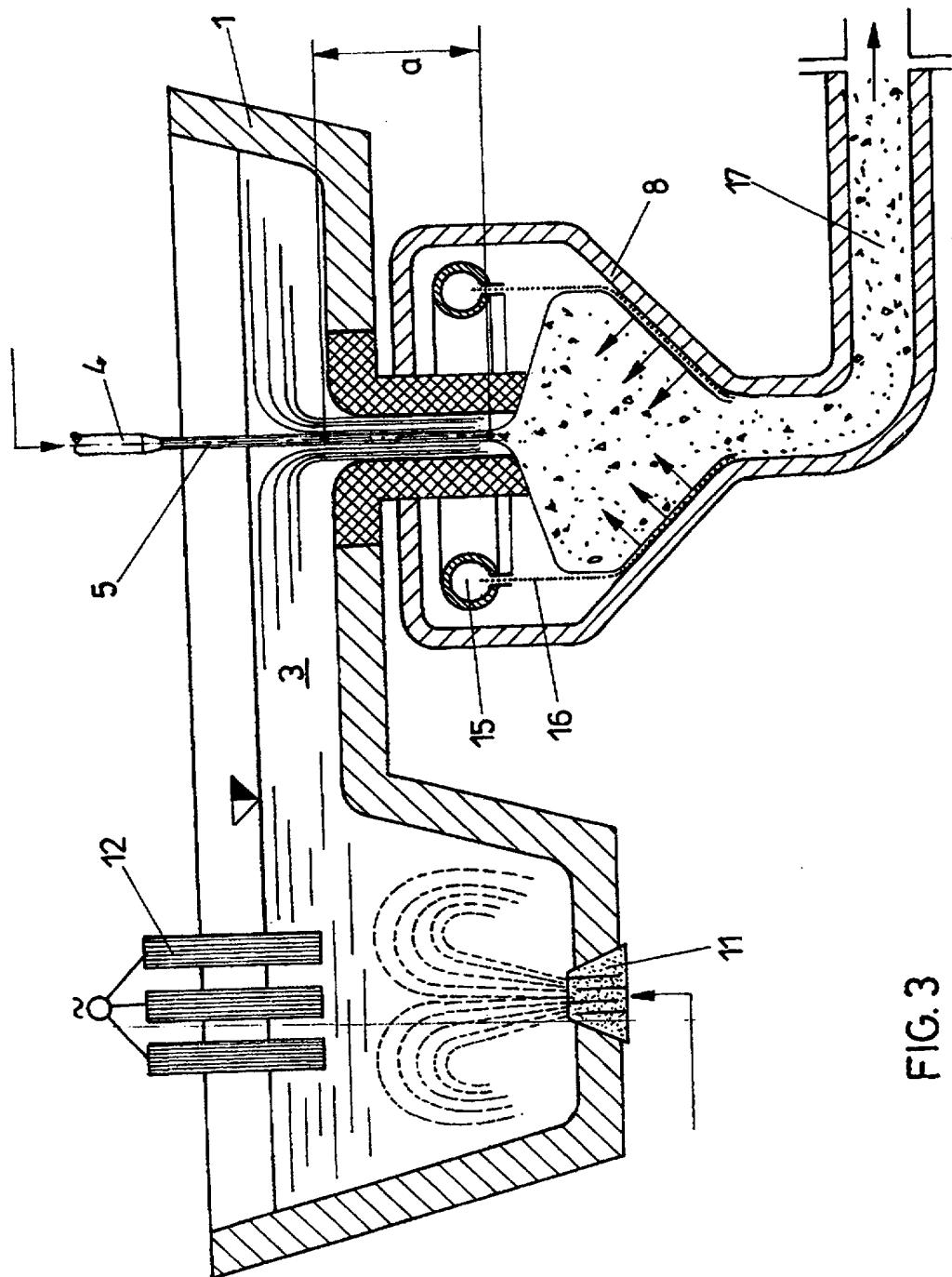


FIG. 3

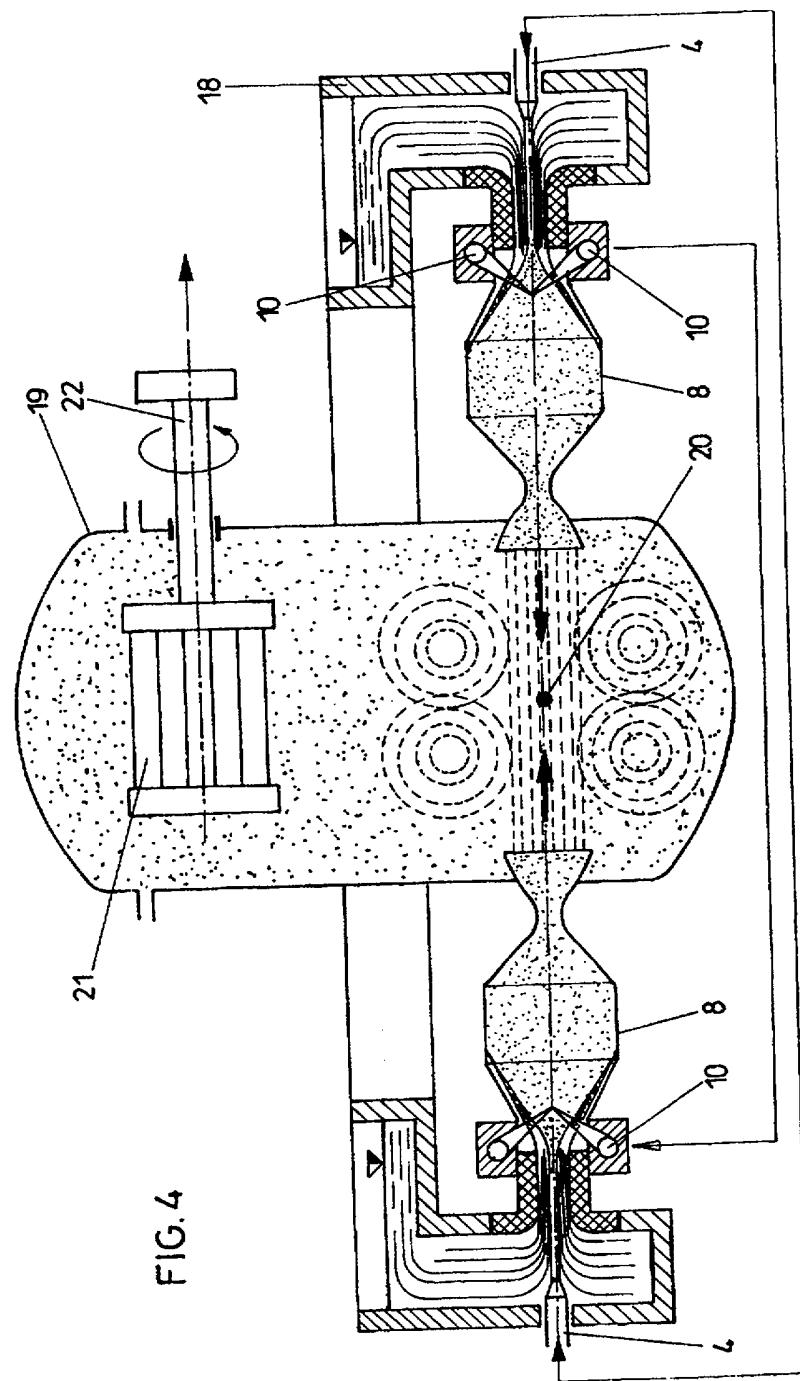


FIG. 4

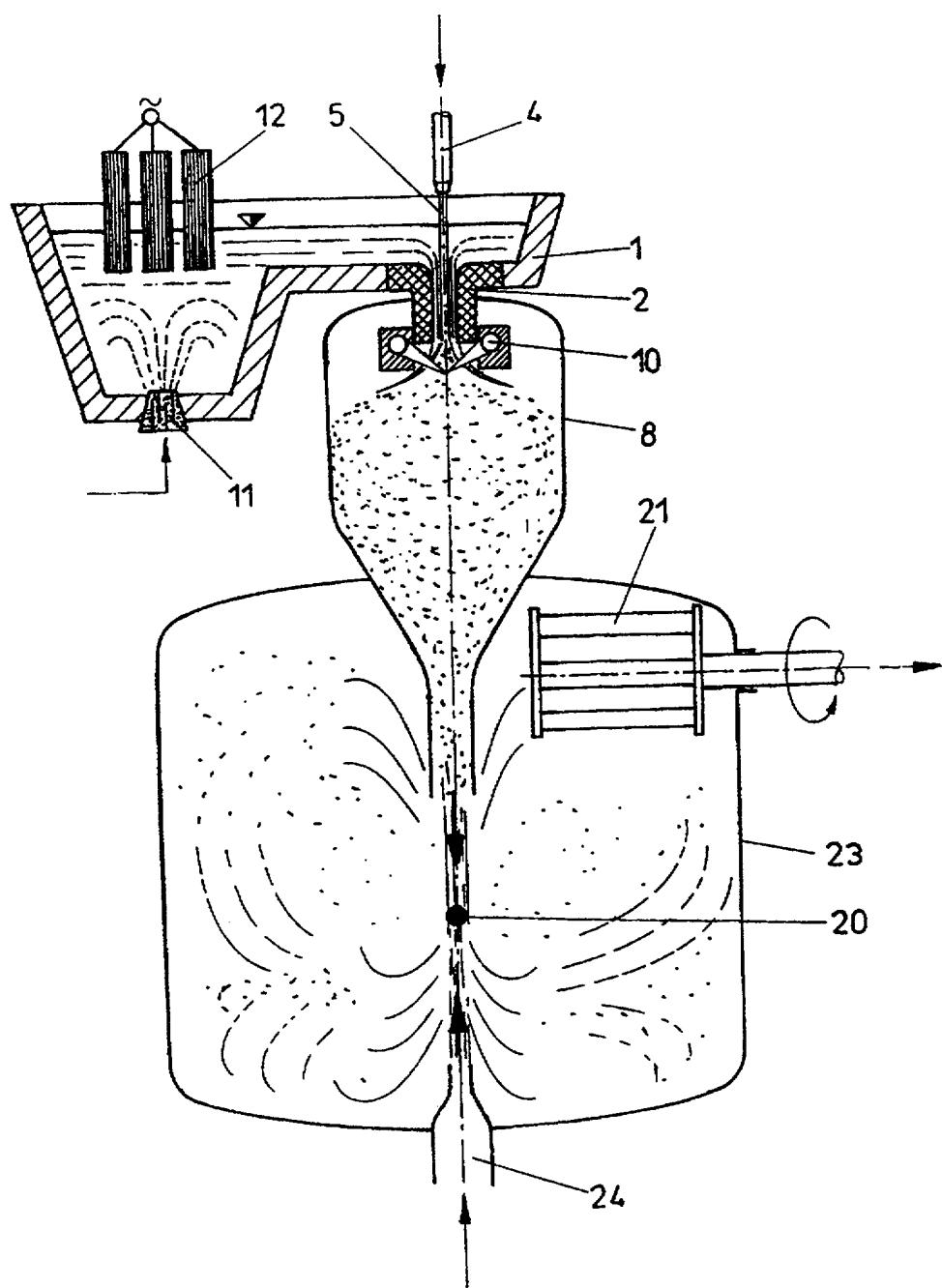


FIG. 5

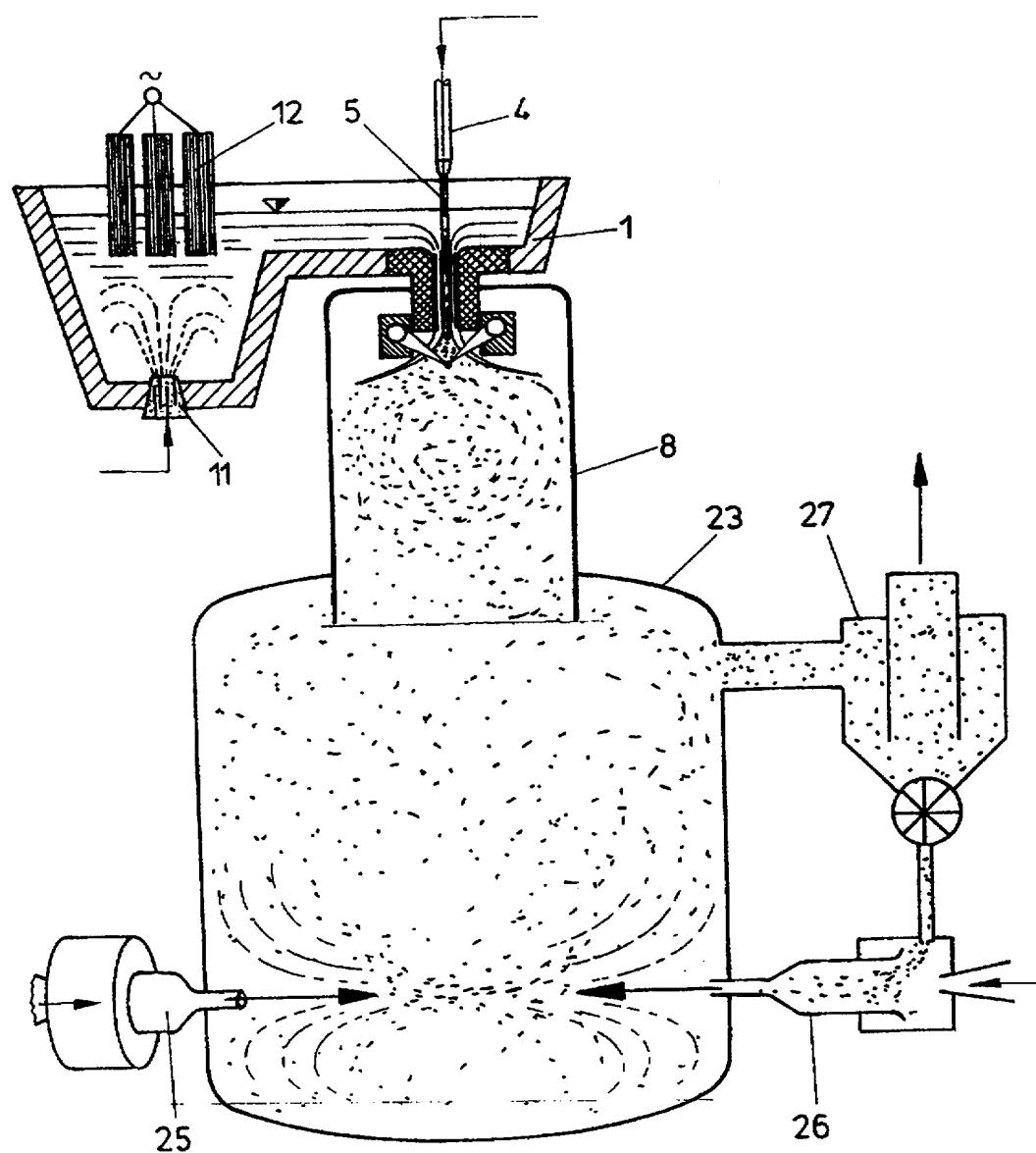


FIG. 6

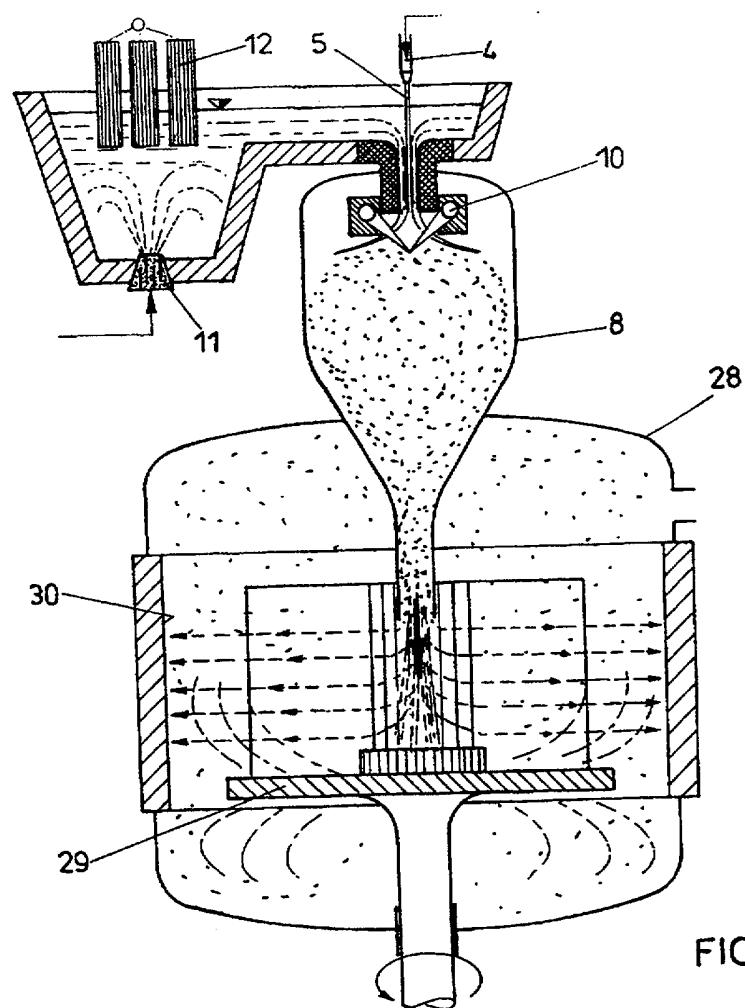


FIG. 7

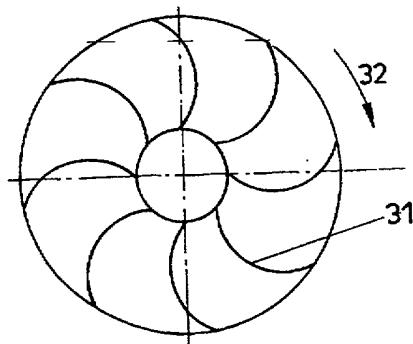


FIG. 8