



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 426 849 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

21 Anmeldenummer: **89909453.6**

51 Int. Cl.⁵: **B03C 1/30**

22 Anmeldetag: **21.02.89**

66 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU89/00047

67 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/09848 (07.09.90 90/21)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.05.91 Patentblatt 91/20

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT SE

71 Anmelder: **GOSUDARSTVENNY**
PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY INSTITUT
'GIPROMASHUGLEOBOGASCHENIE'
ul. Viktora Pyaterkina 30
Voroshilovgrad, 348006(SU)

72 Erfinder: **GUBAREVICH, Vladimir Nikolaevich**
kvartal Druzhba, 13-6
Voroshilovgrad, 348040(SU)
Erfinder: **ALIPOV, Alexandr Ivanovich**

ul. Krapivnitskogo, 4-95
Voroshilovgrad, 348005(SU)
Erfinder: **NERUSH, Mikhail Pavlovich** kvartal
Koroleva, 6-85
pos. Jubileiny
Voroshilovgrad, 348902(SU)
Erfinder: **POZDNYAKOV, Anatoly Fedorovich**
kvartal Druzhba, 12v-29
Voroshilovgrad, 348040(SU)

74 Vertreter: **Füchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
Hoffmann . Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4
W-8000 München 81(DE)

54 **VERFAHREN ZUR FERROMAGNETISCHEN SCHEIDUNG DER TEILCHEN EINES HETEROGENEN GEMENGES UND EINRICHTUNG FÜR DIE FERROMAGNETISCHE SCHEIDUNG DER TEILCHEN EINES HETEROGENEN GEMENGES.**

57 Im Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges wird die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) in der Flüssigkeitssäule (h) so geändert, dass der Temperaturgradient auf der Höhe der genannten Säule (h) konstant und sein Vektor von der oberen Schicht (4) der Flüssigkeitssäule (h) zu ihrer unteren Schicht (3) hin gerichtet ist. In der Einrichtung für die ferro-

magnetisch Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges ist der Behälter (6) mit der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) mit einem Wärmeaustauscher (14) versehen, der entlang der Längsachse des Raums (1) zwischen den Polen angeordnet und in der Flüssigkeitssäule (h) zwischen ihrer oberen (4) und ihrer unteren (3) Schicht untergebracht ist.

EP 0 426 849 A1

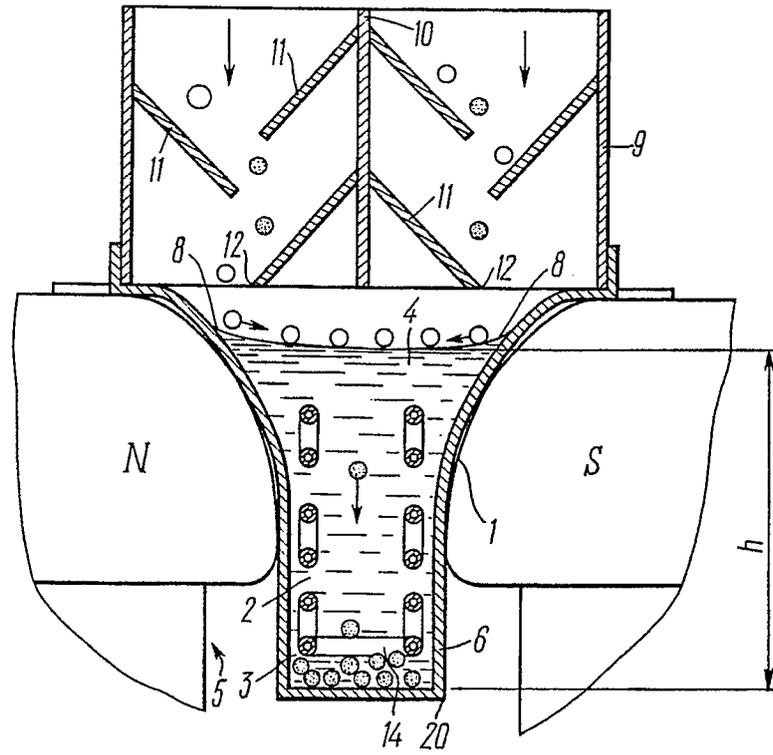


FIG.1

VERFAHREN ZUR FERROMAGNETISCHEN SCHEIDUNG DER TEILCHEN EINES HETEROGENEN GEMENGES UND EINRICHTUNG FÜR DIE FERROMAGNETISCHE SCHEIDUNG DER TEILCHEN EINES HETEROGENEN GEMENGES

Gebiet der Technik

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Aufbereitung von Bodenschätzen und betrifft insbesondere ein Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges und eine Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges.

Zugrundeliegender Stand der Technik

Gegenwärtig zeichnet sich die Tendenz ab, dass der Gehalt an der Wertstoffkomponente in gewonnenen Nichteisenerzen abnimmt und die Nachfrage nach NE-Metallen in der Welt immer steigt. Das führt zur Notwendigkeit, den Verwertungsumfang von aus mehreren Komponenten bestehendem NE-Schrott, elektrotechnischem Schrott und einigen Arten von Kabelschrott auszudehnen. Da es jedoch in der Welt keine industriell gefertigte Ausüstung für die Trennung von Schrott gibt, kann er zur Behebung des Mangels an NE-Metallen in vollen Umfang nicht ausgenutzt werden.

Einige Firmen in Japan und den USA haben gewisse Erfolge bei der Ausarbeitung der Technologie und bei den Untersuchungen auf dem Gebiet der Trennung zerkleinerter NE-Metallabfälle nach Dichte auf experimentellen Einrichtungen für die ferromagnetische Scheidung. Jedoch wurde die erforderliche Trenngüte der Teilchen eines heterogenen Schrottgemenges in diesen Einrichtungen nicht erreicht. Die Gewinnung von Aluminium betrug 80%, während 20% des im Schrott enthaltenen Aluminiums im Gemisch mit Kupfer und Zink gewonnen wurden, wodurch die letzteren verunreinigt wurden.

In der UdSSR ist eine Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges mit einer Durchsatzleistung von 3 t/h entwickelt worden, die unter Industriebedingungen betrieben wird. Beim Dauerbetrieb der genannten Einrichtung verschlechtert sich die Trenngüte der Teilchen eines heterogenen Gemenges. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Trenngüte infolge der direkten Erwärmung der ferromagnetischen Flüssigkeit durch die von Erregerwicklungen abgestrahlten Wärme verschlechtert wird, was zur Änderung der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit führt.

Ein Versuch, die Trenngüte der Teilchen eines heterogenen Gemenges zu verbessern, führte zur

Entwicklung eines Verfahrens zur ferromagnetischen Scheidung (SU, A, 1101304).

Das bekannte Verfahren besteht im folgenden.

Eine ferromagnetische Flüssigkeit wird in einem Temperaturbereich von ca. 50 °C bis ca. 60 °C erwärmt. Dann wird ein inhomogenes Magnetfeld im Raum zwischen den Polen erzeugt. Die erwärmte ferromagnetische Flüssigkeit wird in das genannte Feld eingebracht. Die ferromagnetische Flüssigkeit bildet eine Flüssigkeitssäule und erhält eine scheinbare Dichte. Dann werden auf den Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit Teilchen eines heterogenen Gemenges aufgegeben. Die Teilchen des genannten Gemenges, die eine kleinere Dichte als die scheinbare Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit haben, steigen unter Einwirkung des hydrostatischen Druckes in die obere Schicht der Flüssigkeitssäule auf, und die Teilchen des heterogenen Gemenges, die eine grössere Dichte als die scheinbare Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit haben, sinken unter Einwirkung der Schwerkraft in die untere Schicht der Flüssigkeitssäule ab. Während der Scheidung der Teilchen des heterogenen Gemenges wird die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit konstant gehalten.

Das bekannte Verfahren wurde in einer Einrichtung realisiert, die ein Magnetsystem mit zwei Polen, durch deren Profil ein inhomogenes Magnetfeld im Raum zwischen den Polen erzeugt wird, sowie einen Behälter mit einer ferromagnetischen Flüssigkeit enthält, der mit einem elektrischen Heizkörper und einem Kontaktthermometer versehen, im genannten Raum untergebracht und an den Polen befestigt ist. Für die Zuführung der Teilchen eines heterogenen Gemenges ist eine Vorrichtung vorgesehen, die über dem Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit angeordnet und an den Polen befestigt ist, und zum Abführen der getrennten Teilchen des heterogenen Gemenges ist eine Vorrichtung vorgesehen, die an dem Behälter befestigt ist. Zur Erwärmung der ferromagnetischen Flüssigkeit auf 50 bis 60 °C und zum Konstanthalten der Temperatur in diesem Bereich dient der elektrische Heizkörper, der mit dem Thermometer elektrisch verbunden ist.

Beim Betrieb der genannten Einrichtung wird in den im Raum zwischen den Polen des Magnetsystems angeordneten Behälter, die ferromagnetische Flüssigkeit eingefüllt und auf die obengenannte Temperatur erwärmt. Dann wird die ferromagnetische Flüssigkeit wärmestabilisiert, d.h., die Temperatur wird in jedem Punkt des gesamten Volu-

mens während des Scheidungsvorgangs durch ihre periodische Erwärmung stabil gehalten.

Durch das bekannte Verfahren wurde eine ziemlich hohe Trenngüte der feinen Teilchen (0,4 bis 0,9 mm) eines heterogenen Gemenges mit naheliegenden Dichtewerten erzielt. Das wurde dadurch erreicht, dass bei der Erwärmung der ferromagnetischen Flüssigkeit die effektive Viskosität und folglich der Viskositätswiderstand vermindert wird, d.h., die Bedingungen für die Trennung der Teilchen eines heterogenen Gemenges verbessert werden und die Scheidungsgüte verbessert wird. Dadurch das bekannte Verfahren wird jedoch eine hohe Scheidungsgüte der Teilchen eines heterogenen Gemenges mit einer Grösse von über 10 mm und mit naheliegenden Dichtewerten nicht gewährleistet, weil der Wert der scheinbaren Dichte bei der Erwärmung der ferromagnetischen Flüssigkeit abnimmt, wodurch die Trenngüte des heterogenen Gemenges stark verschlechtert wird.

Ausserdem ist für die Scheidung der grossen Teilchen eines heterogenen Gemenges eine höhere Säule der ferromagnetischen Flüssigkeit im Raum zwischen den Polen erforderlich. Bekanntlich vergrössert sich die Differenz der scheinbaren Dichte in der unteren und der oberen Schicht der ferromagnetischen Flüssigkeit mit der zunehmenden Höhe der Flüssigkeitssäule, während die Dichtedifferenz der Teilchen eines heterogenen Gemenges konstant bleibt. Auf diese Weise wird der Unterschied zwischen den genannten Differenzen noch kleiner, wodurch die Trenngüte noch mehr verschlechtert wird.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges zu entwickeln, bei dem durch die Änderung der Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit die Ungleichmässigkeit in der Verteilung der scheinbaren Dichte auf der Höhe der Flüssigkeitssäule reduziert wird, sowie eine Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges zu schaffen, in der durch die konstruktive Ausführung des Behälters die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit geändert wird, wodurch die Scheidungsgüte der Teilchen des heterogenen Gemenges mit einer Grösse von über 10 mm mit naheliegenden Dichten verbessert wird.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass in einem Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges, welches darin besteht, dass im Raum zwischen den Polen ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt und in das erzeugte inhomogene Magnetfeld

eine ferromagnetische Flüssigkeit eingebracht wird, die darin eine Flüssigkeitssäule bildet und eine scheinbare Dichte erhält, und dann auf den Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit Teilchen des heterogenen Gemenges aufgegeben werden, wobei die Teilchen des genannten Gemenges, die eine kleinere Dichte als die scheinbare Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit haben, unter Einwirkung des hydrostatischen Druckes in die obere Schicht der Flüssigkeitssäule aufsteigen, und die Teilchen des heterogenen Gemenges, die eine grössere Dichte als die scheinbare Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit haben, unter Einwirkung der Schwerkraft in die untere Schicht der Flüssigkeitssäule absinken, erfindungsgemäss bei einer Abweichung des Wertes der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit um 3 bis 5% vom Nennwert die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit in der Flüssigkeitssäule so geändert wird, dass der Temperaturgradient auf der Höhe der genannten Säule konstant und sein Vektor von der oberen Schicht der Flüssigkeitssäule der ferromagnetischen Flüssigkeit zur unteren Schicht hingerichtet ist.

Es ist zweckmässig, dass der Temperaturgradient in einem Bereich von ca. 1 °C bis ca. 3 °C liegt.

Bei solch einer Durchführung des Verfahrens werden günstige Bedingungen für eine wirksame Scheidung der gröberen Teilchen eines heterogenen Gemenges mit naheliegenden Dichtewerten geschaffen.

Das Wesentliche bei der Schaffung günstiger Bedingungen besteht darin, dass die Ungleichmässigkeit in der Verteilung der scheinbaren Dichte auf der Höhe der Flüssigkeitssäule vermindert wird. Das ist dadurch bedingt, dass die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit in der oberen Schicht der Flüssigkeitssäule niedriger als die Temperatur der Flüssigkeit in der unteren Schicht der genannten Säule ist. Gemäss dem Curie-Weisseschen Gesetz ändert sich die räumliche magnetische Suszeptibilität der ferromagnetischen Flüssigkeit umgekehrt proportional zu ihrer Temperatur. Da die scheinbare Dichte die Funktion der räumlichen magnetischen Suszeptibilität ist, nimmt sie in der oberen Schicht der Flüssigkeitssäule etwas zu und in der unteren etwas ab, wodurch die Differenz der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit in der oberen und der unteren Schicht der Flüssigkeitssäule verringert, d.h. die Verteilung der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit in der Flüssigkeitssäule ausgeglichen wird. Im Ergebnis werden die Bedingungen für die Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges mit naheliegenden Dichtewerten verbessert.

Das Verfahren gestattet es, die Höhe der Flüssigkeitssäule zu vermindern, wodurch die Trenngüte des heterogenen Gemenges verbessert wird.

sigkeitssäule der ferromagnetischen Flüssigkeit unter Beibehaltung der ausgeglichen Verteilung der scheinbaren Dichte von der unteren zur oberen Schicht hin zu vergrössern, wodurch eine wirksame Scheidung von über 10 mm grossen Teilchen eines heterogenen Gemenges ermöglicht wird.

Die gestellte Aufgabe wird ebenfalls dadurch gelöst, dass in einer Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges, die ein Magnetsystem mit zwei Polen, durch deren Profil im Raum zwischen den Polen ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt wird, einen Behälter mit einer ferromagnetischen Flüssigkeit, der im Raum zwischen den Polen angeordnet und an den Polen befestigt ist, eine Vorrichtung für die Zuführung der Teilchen des heterogenen Gemenges, die über dem Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit angeordnet und mit mindestens einem der Pole verbunden ist, und eine an dem Behälter befestigte Vorrichtung zum Abfüllen der getrennten Teilchen des heterogenen Gemenges enthält, erfindungsgemäss der Behälter mit einem Wärmeaustauscher versehen ist, der entlang der Längsachse des Raums zwischen den Polen angeordnet und in der Flüssigkeitssäule zwischen der oberen und der unteren Schicht der ferromagnetischen Flüssigkeit untergebracht ist.

Durch eine solche konstruktive Ausführung der Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges wird eine hohe Scheidungsgüte der Grobteilchen mit naheliegenden Dichtewerten erreicht.

Mit Hilfe des Wärmeaustauschers wird die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit geändert und durch seine Anordnung in der Flüssigkeitssäule konnte ein Temperaturgradient geschaffen werden, dessen Vektor von der oberen zur unteren Schicht hingerrichtet ist, d.h., in der oberen Schicht der Flüssigkeitssäule, die beispielsweise eine Dicke von 10 mm vom Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit hat, ist die Temperatur niedriger als in der unteren Schicht, die beispielsweise eine Dicke von 10 mm vom unteren Niveau der Flüssigkeitssäule hat. Durch die Anordnung des Wärmeaustauschers entlang der Längsachse des Raums zwischen den Polen wird eine ausgeglichene Verteilung der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit im gesamten Volumen der Flüssigkeitssäule unterhalten.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Ziele und Vorteile der Erfindung werden aus dem nachstehenden konkreten Ausführungsbeispiel und den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, in denen es zeigt:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfin-

dungsgemässe Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges, senkrechter Schicht;

Fig. 2 die erfindungsgemässe Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges, in Isometrie.

Bevorzugte Durch- und Ausführungsvariante der Erfindung

Das erfindungsgemässe Verfahren zur ferrohydrostatischen Scheidung wurde bei der Scheidung von Funkelektronikschrott mit einer Grösse von 10 bis 30 mm zur Gewinnung von Kupfer und Messing eingesetzt.

Im Raum 1 zwischen den Polen (Fig. 1) wird ein inhomogenes Feld erzeugt und in das erzeugte inhomogene Magnetfeld wird eine ferromagnetische Flüssigkeit 2 eingebracht, die im genannten Feld eine 100 mm hohe Flüssigkeitssäule h bildet, wobei die ferromagnetische Flüssigkeit 2 eine scheinbare Dichte $\rho_a = 8800 \text{ kg/m}^3$ erhält. Die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit wird geändert, dass in der unteren Schicht 3 mit einer Dicke von 10 mm vom unteren Niveau der Flüssigkeitssäule h eine Temperatur von 40°C und in der oberen Schicht 4 der Flüssigkeitssäule h mit einer Dicke von 10 mm vom Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 eine Temperatur von 30°C unterhalten wird, d.h., der Vektor des Temperaturgradienten ist von der oberen Schicht 4 der Flüssigkeitssäule h zur unteren Schicht 3 hin gerichtet. Der Temperaturgradient auf der Höhe der Flüssigkeitssäule h hat einen konstanten Wert von 1°C auf 10 mm.

Dann werden auf den Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 Teilchen von Funkelektronikschrott mit einer Grösse von 10 bis 30 mm aufgegeben.

Die Kupferteilchen, deren Dichte 9100 kg/m^3 beträgt und grosser als die scheinbare Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 ist, sinken unter der Einwirkung der Schwerkraft in die untere Schicht 3 der Flüssigkeitssäule h ab und die Messingteilchen, deren Dichte 8200 kg/m^3 beträgt und kleiner als die scheinbare Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 ist, schwimmen unter der Einwirkung des hydrostatischen Druckes auf den Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 auf.

Im Ergebnis werden bei der Scheidung des Funkelektronikschrotts in Form von Kupfer- und Messingteilchen mit einer Grösse von 10 bis 30 mm das Leichtprodukt in Form von Messing, das eine maximale Verunreinigung mit Schwerprodukt von 1% hat, und das Schwerprodukt in Form von Kupfer, dessen Verunreinigung mit Leichtprodukt maximal 2% beträgt, ausgeschieden, wobei die

Leistung bis 3 t/h beträgt.

Zum besseren Verständnis der Erfindung sind die schweren Teilchen eines heterogenen Gemenges mit dunklen Kreisen und die leichten Teilchen mit hellen Kreisen eingezeichnet.

Das erfindungsgemässe Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges wird am Beispiel der Trennung des Haushaltsradiogeräteschrotts mit einer Teilchengrösse von 10 bis 30 mm zwecks Gewinnung von Kupfer und Messing erläutert. Die Einrichtung enthält ein Magnetsystem 5 (Fig. 1, 2) mit zwei Polen (N und S), durch deren Profil ein inhomogenes Magnetfeld im Raum 1 zwischen den Polen mit einer in Höhenrichtung sich ändernden Feldstärke H vom maximalen Wert im unteren Teil der Pole N und S bis zum minimalen Wert im oberen Teil erzeugt wird sowie einen Behälter 6 mit einer ferromagnetischen Flüssigkeit 2, der im Raum 1 zwischen den Polen angeordnet und mit den Polen N und S verbunden ist. Der Behälter ist mit einer Vibrationseinrichtung (in Fig. nicht gezeigt) zur Beschleunigung des Austrags der getrennten Teilchen des heterogenen Gemenges versehen. In der Einrichtung sind eine Vorrichtung 7 für die Zuführung der Teilchen des heterogenen Gemenges, die über dem Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 enthält des Raums 1 zwischen den Polen angeordnet ist, und eine Vorrichtung zur Bildung von zwei Zonen 8, 8a auf dem Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 für die Aufgabe des Haushaltsradiogeräteschrottes vorgesehen. Jede der Zonen 8, 8a ist entlang der Polen S und N respektiv ausgedehnt und verläuft quer zu den Magnetkraftlinien.

Die Vorrichtung 7 für die Aufgabe des heterogenen Gemenges stellt ein kastenförmiges Gehäuse 9 dar, das an den Polen N und S befestigt ist. Der Innenraum des Gehäuses 9 ist durch eine Trennwand 10 geteilt, an der Scheideelemente befestigt sind. Die Scheideelemente sind an den Seitenwänden des Gehäuses 9 befestigt. Die Scheideelemente sind in Form von geneigten Regalplatten 11 ausgebildet, die übereinander angeordnet sind. Die Abrutschkanten 12 der geneigten Regalplatten 11 liegen in der unmittelbaren Nähe des Spiegels der ferromagnetischen Flüssigkeit 2, die eine der Kanten ist dem S-Pol und die andere dem N-Pol zugewandt.

Das Gehäuse 9 ist mittels zwei Tragarme 13 an den Polen N und S befestigt. Der Behälter 6 ist mit einem Wärmeaustauscher 14 (Fig. 2) versehen, der entlang der Längsachse des Raums 1 zwischen den Polen angeordnet und in der Flüssigkeitssäule h zwischen der oberen 4 und der unteren 3 Schicht der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 untergebracht ist. Der Wärmeaustauscher 14 ist über eine Rohrleitung 15 an eine Wärmequelle

angeschlossen. Der verbrauchte Wärmeträger wird aus dem Wärmeaustauscher 14 über eine Rohrleitung 16 abgeführt. Die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 wird während des Scheidevorgangs mit einem an dem Gehäuse 9 befestigten Thermometer 17 überwacht. In der Einrichtung ist eine Vorrichtung 18 zum Abführen der getrennten Teilchen des heterogenen Gemenges vorgesehen, die mit dem Behälter 6 verbunden ist. Die genannte Vorrichtung stellt ein flaches Element 19 dar, das an den Seitenwänden des Behälters 6 in dem am weitesten von der Aufgabezone des heterogenen Gemenges entfernten Bereich befestigt ist und dessen Stirnseite über die Stirnfläche des Behälters 6 hervortritt, wodurch ein Kanal 20 für den Austrag der Schwerteilchen und ein Kanal 21 für den Austrag der Leichtteilchen gebildet werden. Die Pole N und S des Magnetsystems 5 sind an einem Joch 22 befestigt. Das Magnetsystem 5 hat zwei Erregerwicklungen 23, jede von denen an dem Joch 22 angebracht ist, das mittels Tragarme 24 an einem Rahmen 25 befestigt ist, der auf einem Fundament aufliegt.

Die Einrichtung funktioniert folgenderweise.

Beim Zuführen eines Stroms an die Erregerwicklungen (in Fig. nicht gezeigt) des Magnetsystems 5 (Fig. 1) wird im Raum 1 zwischen den Polen ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt, das auf die ferromagnetische Flüssigkeit 2 einwirkt. Die letztere erhält eine scheinbare Dichte ρ_a' die 8800 kg/m³ beträgt. Der Haushaltsradiogeräteschrott wird über das kastenförmige Gehäuse 9 aufgegeben. Die Schrottteilchen gleiten über die geneigten Regalplatten 11 und fallen von den Kanten 12 der letzten Regalplatten 11 in die Aufgabezonen 8 und 8a auf die Oberfläche der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 herab. Die Aufgabezone 8 liegt näher an den S-Pol und 8a - an den N-Pol. Durch das Vorhandensein der zwei Aufgabezonen 8 und 8a wird die Durchsatzleistung der Einrichtung bis 3 t/h vergrössert.

Unter der Einwirkung der horizontalen Komponenten des hydrostatischen Druckes werden die Schrottteilchen aus den Aufgabezonen 8 und 8a schnell entfernt, wobei der Platz für die neu zugeführten Schrottteilchen freigelegt wird, und werden zur Axialebene des Raums 1 zwischen den Polen bewegt. Die Messingteilchen, deren Dichte kleiner als die scheinbare Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 ist, schwimmen auf ihre Oberfläche auf und die Kupferteilchen, deren Dichte grösser als die scheinbare Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit ist, sinken unter der Einwirkung der Schwerkraft in die Säule h der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 ab.

Im Ergebnis werden in der genannten Einrichtung die Bedingungen für den Transport der Kupfer- und Messingteilchen in der ferromagneti-

schen Flüssigkeit 2 verbessert, weil der Vektor der horizontalen Komponente des hydrostatischen Druckes mit dem Vektor der Bewegungsgeschwindigkeit der Teilchen zusammenfällt, wodurch eine Flockenbildung verhindert wird.

Durch den letzteren Umstand wird die Trenngüte des heterogenen Gemenges verbessert und die Leistung der Einrichtung erhöht. Die aufgeschwommenen Messingteilchen bewegen sich in Richtung des Kanals 21 (Fig. 2) und werden durch die Vorrichtung 18 zum Abführen der getrennten Teilchen in einen entsprechenden Produktbehälter (in Fig. nicht gezeigt) ausgetragen.

Die abgesunkenen Kupferteilchen werden unter der Einwirkung der auf die Vorrichtung 18 zum Abführen der Teilchen ausgeübten Schwingungen in den Kanal 20 transportiert und in einen Produktbehälter (in Fig., nicht gezeigt) ausgetragen.

Während des Betriebs wird die ferromagnetische Flüssigkeit 2 durch die Wärme, die von den Erregerwicklungen 23 des Magnetsystems 5 abgestrahlt wird, erwärmt, und ihre scheinbare Dichte ρ_a ändert sich. Bei einer Abweichung der Werte der scheinbaren Dichte der ferromagnetischen Flüssigkeit vom Nennwert um 3 bis 5% wird die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit in der Flüssigkeitssäule h geändert.

Dazu wird in den Wärmeaustauscher 14 über die Rohrleitung 15 ein Wärmeträger beispielsweise Heisswasser zugeführt. In der unteren Schicht 3 (Fig. 1) mit einer Dicke von 10 mm vom unteren Niveau der Flüssigkeitssäule h wird eine Temperatur von 40°C und in der oberen Schicht 4 der genannten Säule h mit einer Dicke von 10 mm vom Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 eine Temperatur von 30°C erzeugt. Somit ist der Temperaturgradient von der oberen Schicht 4 der Flüssigkeitssäule h zur unteren Schicht 3 hingerrichtet. Der Temperaturgradient der Flüssigkeitssäule h hat einen konstanten Wert von 1°C. Während des Scheidevorgangs wird die Temperatur in der unteren 3 und der oberen 4 Schicht mit dem Thermometer 17 überwacht und konstant gehalten.

Gemäss dem Curie-Weisseschen Gesetz ändert sich die räumliche magnetische Suszeptibilität der ferromagnetischen Flüssigkeit umgekehrt proportional zu ihrer Temperatur.

Das führt zur Verminderung der Differenz der scheinbaren Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 in der unteren 3 und in der oberen 4 Schicht der Flüssigkeitssäule h, u.z.w. zum Ausgleich der Verteilung der scheinbaren Dichte ρ_a der ferromagnetischen Flüssigkeit 2 in der Flüssigkeitssäule h. Im Ergebnis werden die Bedingungen für die Scheidung der Kupfer- und der Messingteilchen mit naheliegenden Dichtewerten verbessert.

Industrielle Anwendbarkeit

Die Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges kann in der Nichteisenmetallurgie zur Trennung von unmagnetischen NE-Altmetallen nach der Dichte sowie in der Bergbauindustrie zur Aufbereitung der Mineralerze wirksam eingesetzt werden.

Bei der Scheidung von zerkleinertem Autoschrott und Abfällen in Bleiummantelung mit einer Grösse von 30 bis 100 mm (Metallgemenge: Kupfer-Blei, Aluminium-Blei) gestattet die erfindungsgemäss ausgeführte Einrichtung es, das Leichtprodukt in Form von Aluminium bzw. Kupfer, das eine maximale Verunreinigung mit Schwerprodukt von 1% hat, und das Schwerprodukt in Form von Blei, dessen Verunreinigung mit Leichtprodukt maximal 2% beträgt, mit einem Durchsatz von 5 t/h und einer Leistungsaufnahme von max. 6,0 kWh auszuscheiden. Die bei der Scheidung der heterogenen NE-Metallgemenge erzielten Ergebnisse gestatten es, Sortenlegierungen aus den gewonnenen Produkten zu erschmelzen.

Ansprüche

1. Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges, welches darin besteht, dass im Raum (1) zwischen den Polen ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt und in das erzeugte inhomogene Magnetfeld eine ferromagnetische Flüssigkeit (2) eingebracht wird, die darin eine Flüssigkeitssäule (h) bildet und eine scheinbare Dichte (ρ_a) erhält, und dann auf den Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) Teilchen des heterogenen Gemenges aufgegeben werden, wobei die Teilchen des genannten Gemenges, die eine kleinere Dichte als die scheinbare Dichte (ρ_a) der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) haben, unter der Einwirkung des hydrostatischen Druckes in die obere Schicht (4) der Flüssigkeitssäule (h) aufsteigen, und die Teilchen des heterogenen Gemenges, die eine grössere Dichte als die scheinbare Dichte (ρ_a) der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) haben, unter der Einwirkung der Schwerkraft in die untere Schicht (3) der Flüssigkeitssäule (h) absinken, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei einer Abweichung des Wertes der scheinbaren Dichte (ρ_a) der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) um 3 bis 5% vom Nennwert die Temperatur der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) in der Flüssigkeitssäule (h) so geändert wird, dass der Temperaturgradient auf der Höhe der genannten Säule (h) konstant und sein Vektor von der oberen Schicht (4) der Flüssigkeits-

säule (h) der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) zur unteren Schicht (3) hingerrichtet ist.

2. Verfahren zur ferromagnetischen Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Temperaturgradient in einem Bereich von ca. 1 °C bis ca. 3 °C liegt. 5
3. Einrichtung für die ferromagnetische Scheidung der Teilchen eines heterogenen Gemenges nach Anspruch 1, die ein Magnetsystem (5) mit zwei Polen (N und S), durch deren Profil im Raum (1) zwischen den Polen ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt wird, einen Behälter (6) mit einer ferromagnetischen Flüssigkeit (2), der im Raum (1) zwischen den Polen angeordnet und an den Polen (N und S) befestigt ist, eine Vorrichtung (7) für die Zuführung der Teilchen des heterogenen Gemenges, die über dem Spiegel der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) angeordnet und mit mindestens einem der Pole (N, S) verbunden ist, und eine an dem Behälter (6) befestigte Vorrichtung (18) zum Abführen der getrennten Teilchen des heterogenen Gemenges enthält, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Behälter (6) mit einem Wärmeaustauscher (14) versehen ist, der entlang der Längsachse des Raums (1) zwischen den Polen angeordnet und in der Flüssigkeitssäule (h) zwischen der oberen (4) und der unteren (3) Schicht der ferromagnetischen Flüssigkeit (2) untergebracht ist. 10
15
20
25
30

35

40

45

50

55

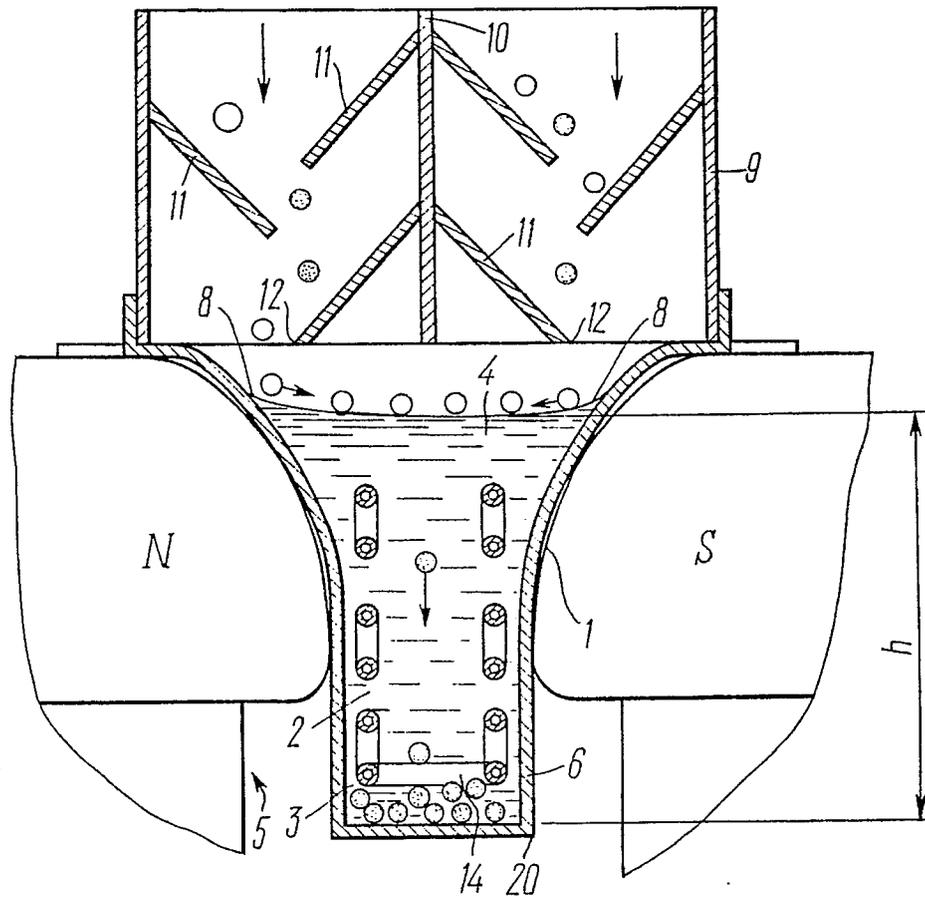


FIG.1

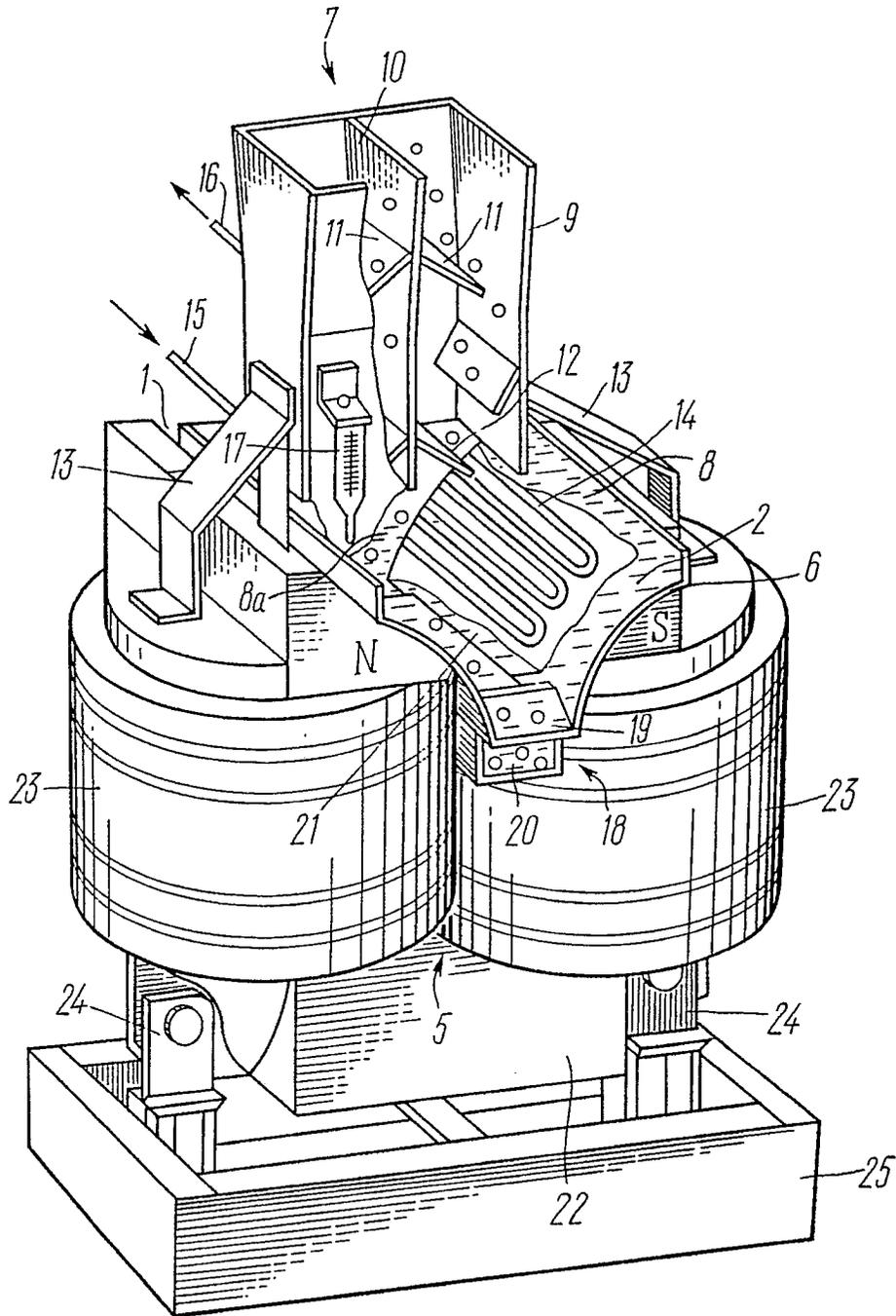


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 89/00047

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁵ B03C 1/30		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁴	B 03 C 1/00, 1/30	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	SU, A1, 1044335 (Gosudarstvenny proektno-konstruktorsky institut "GIPROMASHUGLEO-BOGASCHENIE") 30 September 1983 (30.09.83), see the claims	1
--		
A	SU, A1, 1151309 (Vsesojuzny nauchno-issledovatel'skiy i proektny institut vtorichnykh tsvetnykh metallov) 23 April 1985 (23.04.85), see the claims	1,2
--		
A	SU, A1, 1419729 (Gosudarstvenny proektno-konstruktorsky institut "GIPROMASHUGLEO-BOGASCHENIE") 30 August 1988 (30.08.88), see the claims	3

<p>⁹ Special categories of cited documents: ¹⁰</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</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>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
26 September 1989 (26.09.89)	27 October 1989 (27.10.89)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		