



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

227481

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

B 03 C 1/02 -

(22) Přihlášeno 23 06 82
(21) (PV 4667-82)

(40) Zveřejněno 26 08 83

(45) Vydáno 15 04 86

(75)
Autor vynálezu

FOJTEK JIŘÍ ing. CSc., HRADEC KRÁLOVÉ, CHRZ VLADIMÍR ing. CSc.,
HOŘICE v Podkrkonoší, KAISER ZDENĚK ing. CSc., PRAHA

(54) Vysokogradientní magnetický separátor

1

Vynález se týká vysokogradientního magnetického separátoru pro oddělování paramagnetických částic ze rmutů, sestávajících ze směsi zmagnetovatelných a nemagnetických částic suspendovaných v tekutině, například částic s příměsí železa a titanu z kaolinového rmutu nebo částic rud různých kovů od hlusiny.

Jsou známa řešení vysokogradientních magnetických separátorů s klasickým (resistivním) elektromagnetem se železným obvodem a pólovými nástavci, kde uvnitř elektromagnetu je umístěna nepohyblivá separační komora vyplněná matricí, rmut vstupuje jedním děrovaným pólovým nástavcem do separační komory, na matrici je zbavován zmagnetovatelných částic a vystupuje druhým děrovaným pólovým nástavcem.

Po určité době, kdy se matrice zanese zmagnetovatelnými částicemi, se magnetické pole zruší, proud rmutu se zastaví a matrice se promyje proplachovací vodou, načež se celý postup opakuje. Pro toto uspořádání, vyznačující se vysokou homogenitou základního magnetického pole, je ekonomicky výhodné provést resistivní solenoid s velkým průměrem a malou výškou, takže i separační prostor v dutině solenoidu má velký průměr a malou výšku. Proto je výhodný axiální směr proudění rmutu vzhledem k ose solenoidu, při němž tlaková ztráta a vlečné síly od proudícího rmutu na zachycené částice jsou minimální.

Nevýhodou tohoto řešení je, že průtočné rychlosti rmutu při používaných indukcích magnetického pole do 2 Tesla mohou být jen velmi nízké a následkem toho pro daný výkon magnetického separátoru musí být jeho rozměry značné, a tudíž i investiční a provozní náklady jsou pak vysoké. Přitom u magnetického separátoru s resistivním vinutím lze jen velmi obtížně zvyšovat indukci magnetického pole nad 2 Tesla. Při vyšších polích neúměrně

vzrůstá spotřeba energie nutná pro vytvoření magnetického pole a zvyšuje se množství železa pro magnetický obvod.

Pro vytváření silného magnetického pole bez železného obvodu, s nímž lze docílit magnetickou indukci nad 2 Tesla s minimální spotřebou energie, bylo navrženo řešení magnetického separátoru s použitím supravodivého solenoidového vinutí. Zařízení zpravidla sestává z několika separačních komor, které se střídavě zasunují do prostoru magnetického pole v dutině solenoidu k provádění vlastní separace a vysunují mimo prostor magnetického pole k provádění promývání.

Při axiálním směru proudění rmutu vzhledem k ose vinutí solenoidu však při tomto řešení vzrůstá rychlost proudění rmutu, dále tlaková ztráta a konečně i vlečné síly od proudícího rmutu na zachycené částice, čímž se může ztěžovat jejich zachycení na matici nebo dokonce se při překročení určité rychlosti mohou zachycené zmagnetovatelné částice znovu strhovat do proudu rmutu.

Je známo řešení, u něhož se separační komora dělí alespoň dvěma přepážkami propustnými pro rmut na oddělení procházející po celé délce separační komory, z nichž prostřední oddělení je vyplněno feromagnetickou maticí a rmut proudí radiálně vůči ose solenoidu, takže průtočný průřez separační komory se zvětšuje od vstupního k výstupnímu oddělení.

Nevýhodou tohoto uspořádání je, že je velmi obtížné dosáhnout zcela rovnoměrného rozložení matrice v prostoru po celé délce separační komory. Při nerovnoměrném rozložení matrice proudí rmut přednostně místy s nižší hustotou plnění a účinnost separačního procesu klesá.

Další nevýhodou je, že při střídavém vysunování a zasuňování separační komory do prostoru magnetického pole je matrice vystavena střídavému působení sil reakce od magnetického pole, což vede k narušení její homogenity a nemožnosti zachovat rovnoměrné rozložení po celé délce separační komory.

Dále je známo řešení, které tuto nevýhodu odstraňuje, u něhož se separační prostor, vymezený podélnými rovnoměrně děrovanými přepážkami, je vyplněn maticí a je rozdělen pomocí příčných přepážek na řadu menších oddělení. Dosáhnout rovnoměrné hustoty plnění těchto oddělení je jednodušší a rovněž se snižuje účinek působení sil reakce od magnetického pole vytvořeného solenoidovým vinutím.

Nevýhodou tohoto řešení je, že separační proces neprobíhá ve všech odděleních separační komory stejně. Magnetická indukce v ose dutiny supravodivého solenoidu bez železného obvodu je velmi nerovnoměrná. Největší je v geometrickém středu dutiny solenoidu a v axiálním směru k jeho okrajům klesá na hodnotu závislou na poměru průměru a délky solenoidu a může dosáhnout až 50 % hodnoty magnetické indukce v geometrickém středu dutiny solenoidu.

Účinnost separace v krajních, nejvíce vzdálených oddělení od středu dutiny solenoidu v axiálním směru je tedy nižší než účinnost separace v odděleních uprostřed, což vede ke snížení celkové účinnosti separačního procesu.

Tyto nevýhody odstraňuje vysokogradientní magnetický separátor sestávající nejméně z jedné separační komory opatřené nejméně dvěma podélnými přepážkami s děrováním a prostředky pro přesouvání separační komory z prostoru magnetického pole v dutině solenoidu do prostoru mimo něj. Prostor uvnitř separační komory mezi podélnými přepážkami je rozdělen řadou příčných nepropustných přepážek na větší počet oddělení.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že děrování je provedeno nerovnoměrně tak, že průtočný průřez děrování nejméně v jedné z podélných přepážek v příslušném oddělení je úměrný střední hodnotě magnetické indukce vytvořené supravodivým solenoidovým vinutím

v prostoru tohoto oddělení. V odděleních, kde je magnetické pole silnější, má děrování nejméně v jedné z podélných přepážek větší průtočný průřez pro rmut, takže těmito odděleními protéká rmut větší rychlostí než odděleními, kde je magnetické pole slabší.

Výhoda separátoru podle vynálezu spočívá v tom, že účinnost separačního procesu je ve všech odděleních stejná. V případě zpracování kaolinu má rmut po vyčištění vyšší bělost, v případě zpracování rudy se dosahuje vyšší výtěžnosti magnetického podílu.

Z teorie magnetické separace je známo, že účinnost dvou separačních procesů, lišících se hodnotou indukce magnetického pole v separačním prostoru a rychlostí proudění rmutu, je stejná, je-li stejný poměr magnetické rychlosti w_m a rychlosti proudění rmutu w_o , přičemž pro stejnou surovinu a stejné uspořádání separační komory je magnetická rychlost w_m úměrná magnetické indukci základního pole B_0 .

Při proudění rmutu separační komorou je největší část tlakové ztráty tvořena tlakovou ztrátou v děrování vstupní přepážky propustné pro rmut. Množství rmutu vstupující do jednoho separačního oddělení, tvořeného prostorem mezi vstupní a výstupní podélnou přepážkou a dvěma příčnými přepážkami, je pak úměrné průtočnému průřezu děrování vstupní přepážky do tohoto oddělení F_0 . Je-li celá separační komora dělena pomocí $(n-1)$ příčných přepážek na n oddělení, přičemž střední magnetická indukce v prostoru těchto oddělení je:

$$B_{01} \cdot B_{02} \cdot \dots \cdot B_{01} \cdot \dots \cdot B_{0n}$$

a plocha průtočného průřezu děrování vstupní přepážky do jednotlivých oddělení je:

$$F_{01} \cdot F_{02} \cdot \dots \cdot F_{01} \cdot \dots \cdot F_{0n}$$

je podle vynálezu třeba, aby byla splněna podmínka

$$\frac{F_{01}}{B_{01}} = \frac{F_{02}}{B_{02}} = \dots = \frac{F_{01}}{B_{01}} = \dots = \frac{F_{0n}}{B_{0n}}$$

a účinnost vysokogradientního magnetického separátoru podle vynálezu je pak za daných separačních podmínek nejvyšší.

Na výkrese je znázorněn příklad uspořádání separační komory vysokogradientního magnetického separátoru podle vynálezu.

Rmut určený k čištění od zmagnetovatelných částic vstupuje potrubím 2 do děrované trubky, která tvoří vnitřní přepážku 2 a děrováním 4 v této přepážce vstupuje do jednotlivých oddělení 7 vyplněných matricí 8. Vzhledem k tomu, že magnetické pole vytvořené supravodivým solenoidovým vinutím 11 má nejvyšší indukci v geometrickém středu dutiny solenoidu a tím i uprostřed separační komory 1 je průtočný průřez děrování 4A vedoucího do středního oddělení 7A největší, zatímco průtočný průřez děrování 4B vedoucího do krajního oddělení 7B je nejmenší.

Tak jak klesá indukce magnetického pole B_{01} axiálně směrem ze středu na obě strany separační komory, klesá i plocha průtočného průřezu děrování F_{01} vedoucího do jednotlivých oddělení tak, že F_{01} je v každém oddělení úměrná B_{01} . Následkem toho je účinnost separačního procesu ve všech odděleních stejná a výstupním děrováním 2 ve vnější podélné přepážce 3 vystupuje všude stejně vyčištěný rmut, který opouští separační komoru 1 hrdlem 10.

Množství rmutu vstupující do oddělení 7 může být regulováno rovněž průtočným průřezem výstupního děrování 5 nebo současně průtočným průřezem vstupního děrování 4 i výstupního děrování 5.

Magnetický separátor podle vynálezu je možno použít i pro čištění vod, například odpadních vod ze železáren s obsahem železitých nečistot anebo pro čištění vody obsahující korozní zplodiny z primárního okruhu v jaderných elektrárnách.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Vysokogradientní magnetický separátor, obsahující supravodivé solenoidové vinutí, sestávající nejméně z jedné separační komory opatřené nejméně dvěma podélnými přepážkami s děrováním a prostředky pro přesouvání separační komory z prostoru magnetického pole v dutině solenoidu do prostoru mimo něj, přičemž prostor uvnitř separační komory mezi podélnými přepážkami s děrováním je rozdělen řadou příčných nepropustných přepážek na větší počet menších oddělení vyplněných matricí z pórovitého feromagnetického materiálu, vyznačený tím, že děrování (4,5) je provedeno nerovnoměrně tak, že průtočný průřez děrování (4A, 5A, 4B, 5B) nejméně v jedné z podélných přepážek (2, 3), v příslušném oddělení (7, 7A, 7B), je úměrný střední hodnotě magnetické indukce vytvořené supravodivým solenoidovým vinutím (11) v prostoru tohoto oddělení.

2. Vysokogradientní magnetický separát podle bodu 1, vyznačený tím, že děrování (4A, 5A), v odděleních (7A) má nejméně v jedné z podélných přepážek (2, 3) větší průtočný průřez, zatímco děrování (4B, 5B), v odděleních (7B), má nejméně v jedné z podélných přepážek (2, 3) menší průtočný průřez.

