

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

28 327

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B03C 1/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-30652**
(22) Přihlášeno: **29.01.2015**
(47) Zapsáno: **23.06.2015**

(73) Majitel:
SVÚM a.s., Čelákovice, CZ

(72) Původce:
Ing. Zdeněk Blažek, CSc., Praha 2, CZ
RNDr. Milan Neubert, Praha 2, CZ
Mgr. Ivo Hain, Čelákovice, CZ

(54) Název užitého vzoru:
Magnetický kotouč separátoru

CZ 28327 U1

Magnetický kotouč separátoru

Oblast techniky

Technické řešení se týká magnetického kotouče separátoru, který je určen pro vysoce účinnou separaci nemagnetických kovových částic, zejména z menších objemů sypkých materiálů. Toto zařízení je s výhodou využitelné v průmyslových provozech i v laboratořích, jakož i při recyklaci odpadu.

Dosavadní stav techniky

Separace nemagnetických, tj. neferomagnetických kovových předmětů ze suchých sypkých materiálů menší zrnitosti se v současné době zajišťuje zejména magnetickými bubnovými separátory pracujícími na principu vířivých proudů.

Při obvyklém řešení separátorů nemagnetických kovů se uvnitř hnacího bubnu dopravníku unášejícího separovaný materiál nachází podstatně rychleji rotující válec menšího průměru s magnetickým systémem permanentních magnetů. Tento separační, rychle rotující válec opatřený magnety střídající se polarity vytváří v prostoru nad bubnem dopravníku měnící se magnetické pole vysoké frekvence, které vyvolává vířivé proudy v elektricky vodivých kovových předmětech. Působením vířivých proudů vznikají vlastní magnetická pole s odpudivými silovými účinky k magnetickému poli válce. V důsledku působení těchto odpudivých sil jsou nemagnetické kovové předměty nadnášeny, vytlačovány a oddělovány od proudu separovaného materiálu.

Separací proces probíhá v prostoru nad magnetickými póly otevřeného magnetického obvodu válce. Separací magnetické síly, tj. magnetické síly působící na separované částice, se, jak známo, zvyšují s rostoucími hodnotami magnetické indukce B a gradientu magnetické indukce $\text{grad}B$.

Z toho vyplývá požadavek použít pro efektivní separaci podle možnosti nejvýkonnější permanentní magnety, poskytující co nejvyšší hodnoty magnetické indukce v prostoru separace.

V magnetických válcích separátorů se v naprosté většině známých řešení používají permanentní magnety magnetované kolmo k povrchu válce. Podél kruhového obvodu válce se střídají magnetické póly opačné polarity. Ve směru osy válce se polarita nemění. Při tomto uspořádání se polarita střídá ve směru otáčení válce a toku materiálu.

Jako zdroje magnetického pole se v separačních magnetických válcích separátorů neželezných kovů používají především vysoce výkonné permanentní magnety na bázi magneticky tvrdých slitin vzácných zemin, zejména slitin neodymu, železa a bóru (dále jen NdFeB). Důvodem jsou jejich nejvyšší parametry ve srovnání s jinými druhy permanentních magnetů.

Stávající používané materiály a permanentní magnety jsou však známy již delší dobu a jejich parametry se významně nezlepšují. Cesta zvyšování magnetické indukce použitím pólových nástavců z magneticky měkkého železa, permenduru a podobných materiálů nejsou rovněž pro separaci výhodné, protože magnetická indukce se zvýší pouze těsně u povrchu pólového nástavce, ale s rostoucí vzdáleností od povrchu válce, tj. v prostoru separace materiálu, se naopak velmi rychle snižuje. Pro řadu kovových materiálů, např. s nižší elektrickou vodivostí nebo ve formě menších částic, je účinnost stávajících magnetických bubnových separátorů nedostatečná.

Každé zlepšení za účelem zvýšení magnetické indukce v prostoru separace je proto velmi žádoucí za účelem zvýšení kvality a rychlosti separace.

Pro praxi by byl značným přínosem rovněž vysoce účinný separátor na zpracování menších množství materiálu. Současné bubnové separátory jsou pro takové využití zpravidla příliš nákladné. Nevyplácí se je proto používat pro malé provozy a firmy, jakož i pro rozličná vývojová pracoviště a laboratoře.

Podstata technického řešení

Uvedené nedostatky do značné míry odstraňuje magnetický kotouč separátoru podle předmětného technického řešení, který sestává z masivního nosiče z magneticky měkké oceli ovládaného hnací hřídelí, na níž jsou upevněny hlavní anizotropní magnety NdFeB magnetované kolmo k povrchu kotouče a nemagnetickému plášti, jejichž polarita se střídá ve směru otáčení kotouče, tj. podél kruhového obvodu kotouče, přičemž jsou doplněny dalšími vedlejšími permanentními magnety NdFeB podle dále popisovaného předmětného řešení.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že ke každému hlavnímu anizotropnímu magnetu přiléhají v axiálním směru k jeho bočním stěnám dva vedlejší anizotropní magnety NdFeB, které jsou magneticky orientovány axiálně.

Podle dalšího nároku jsou tyto vedlejší magnety magnetovány tak, že na přední stěně vedlejšího magnetu se nachází pól stejné polaritě, jako je polarita pólu hlavního magnetu na stěně přiléhající k plášti kotouče. Zatímco hlavní magnety jsou usazeny přímo na ocelovém nosiči, vedlejší magnety jsou od nosiče odděleny vzduchovou mezerou, např. vložkami z nemagnetických materiálů, přičemž výška jednotlivých vedlejších magnetů, měřeno v axiálním směru, činí 20 až 150 % výšky hlavních magnetů, měřeno kolmo k nemagnetickému plášti. Hlavní a vedlejší magnety mohou být v přímém dotyku nebo mohou být rovněž odděleny nevelkými mezerami vyplněnými vložkami z nemagnetického materiálu. Tyto vložky mohou usnadnit upevnění vedlejších magnetů mírným snížením odpuzivých magnetických sil a případným lepším mechanickým zajištěním spojení.

Podle předmětného technického řešení je vhodné, aby vedlejší magnety byly na zadních stěnách opatřeny magnetickým stíněním. Toto lze efektivně provést buď pólovými nástavci z magneticky měkké oceli, které jsou odděleně připevněny k zadním stěnám vedlejších magnetů anebo kotoučem ze stejného materiálu, který přiléhá k zadním stěnám všech vedlejších magnetů nacházejících se na stejné boční straně.

Pro dosažení výhod předmětného technického řešení je třeba použít anizotropní magnety z magneticky tvrdých materiálů s vyššími hodnotami koercivity, někdy rovněž nazývané koercitivní síly. Vyšší hodnota koercivity umožňuje magnetovat magnety samostatně před jejich složením do celku, což zjednodušuje výrobu. Protože mezi hlavními a vedlejšími magnety působí odpuzivé síly, kterým jsou vystaveny zejména vedlejší magnety, vyšší koercivita materiálu zabraňuje jejich částečnému odmagnetování a nežádoucímu poklesu magnetické indukce. Z uvedených důvodů je v předmětném řešení stanoveno, aby hodnoty koercivity vedlejších magnetů byly stejné, nebo vyšší než hodnoty koercivity hlavních magnetů.

Homogenně orientované magnety jsou zhotovovány samostatně jako dílčí magnety v potřebných rozměrech a tvarech. Vhodné materiály jsou například známé magneticky tvrdé slinuté materiály na bázi fáze Nd₂Fe₁₄B. Hexagonální osy snadného magnetování slinovaných práškových částic jsou orientovány do přednostního směru. V tomto směru je materiál magnetován a je dosahována nejvyšší měrná energie pro daný materiál.

Nejdůležitějším zdrojem magnetické indukce pro separaci jsou hlavní anizotropní magnety NdFeB. Volba počtu magnetů střídajících se polaritu podél kruhového obvodu kotouče se přizpůsobuje podle požadavků na separaci. Zvyšování počtu pólů navyšuje separační účinnost v úzké vrstvě u povrchu pláště, avšak snižuje tuto účinnost ve větší vzdálenosti. Opačně je tomu při zmenšování počtu a zvětšování plochy pólu. Polarita je na připojeném vyobrazení vyjádřena šipkami, které ukazují magnetickou orientaci i směry magnetování. Šipky na vyobrazení směřují k pólu stejné polaritě, tj. například k severnímu.

Pokud jsou magnety magnetovány způsobem, jak je uvedeno výše a na připojeném vyobrazení, magnetický tok vedlejších magnetů koncentruje a zesiluje magnetický tok, který vychází z vnějšího pólu hlavního magnetu NdFeB do prostoru separace nad pláštěm kotouče. Zvyšuje se tak magnetická indukce, silové magnetické působení a separační účinnost.

Při tomto uspořádání magnetů však vytvářejí relativně silné magnetické pole rovněž opačné póly na zadních stěnách vedlejších magnetů, na odlehle straně od hlavních magnetů. Toto rozptylové pole může působit na další kovové části vysokootáčkového separátoru a případně vyvolávat nežádoucí zmagnetování, vibrace, vířivé proudy a zahřívání. Z tohoto důvodu je součástí předmětného technického řešení i již zmíněné stínění ve formě pólových nástavců nebo kotoučů z magneticky měkké oceli přiléhajících k zadním stěnám vedlejších magnetů.

Podstatnou výhodou předmětného technického řešení je významné zvýšení hodnot magnetické indukce a silových magnetických účinků na povrchu a v blízkém okolí pláště kotouče separátoru.

Například je možno porovnat předmětný kotouč separátoru se stejným kotoučem s homogenně orientovanými magnety a póly střídavé polarity stejné velikosti. Bylo zjištěno, že nad povrchem pláště kotouče činí nárůst magnetické indukce nad středu vnějších pólů zpravidla 20 až 50 %. Velikost zvýšení závisí rovněž na kvalitě použitých magneticky tvrdých materiálů NdFeB.

Hlavním přínosem předmětného technického řešení je zvýšení kvality separace a užité hodnoty separátorů nemagnetických kovů s permanentními magnety, které se používají v mnoha průmyslových oborech.

Přehled obrázků na výkrese

Obr. 1 Příčný řez v části s hlavními permanentními magnety Obr. 2 Schéma sestavy hlavního magnetu s vedlejšími magnety.

Příklady uskutečnění technického řešení

Magnetický kotouč separátoru nemagnetických kovů (obr. 1), vhodný například pro recyklaci elektroodpadu, je zhotoven v rozměrech o průměru 270 mm a výšce 60 mm. Konstrukce kotouče sestává z masivního nosiče 1 zhotoveného z konstrukční magneticky měkké oceli, ovládaného hnací hřídelí 2. Na nosiči jsou lepením připevněny hlavní anizotropní NdFeB magnety 3 střídající se polaritou o rozměrech 20 x 20 x 20 mm. Tyto magnety 3 jsou vyrobeny z magneticky tvrdého materiálu s následujícími magnetickými charakteristikami: Jakostní součin $(BH)_{\max} = 240 \text{ kJ/m}$, remanence $B_r = 1,1 \text{ T}$ a koercivita $H_{CB} = 0,8 \text{ MA/m}$.

Ke každému hlavnímu magnetu 3 přiléhají dva vedlejší magnety 4 ze stejného materiálu o rozměrech 17 x 20 x 10 mm (obr. 2). Vedlejší magnety 4 jsou od nosiče 1 odděleny vzduchovou mezerou 6 vyplněnou nemagnetickou keramickou vložkou tloušťky 3 mm a popřípadě jsou odděleny i technickou 1 mm mezerou 7 od hlavního magnetu 3. Magnetické stínění tvoří v tomto případě kotouč z magneticky měkké oceli tloušťky 5 mm, který přiléhá k zadním stěnám vedlejších magnetů 4.

Průmyslová využitelnost

Magnetický kotouč podle předmětného technického řešení je s výhodou využitelný v separátorech nemagnetických kovů při recyklaci, např. v elektrotechnickém průmyslu a při čištění surovin v některých provozech průmyslu potravinářského, farmaceutického, keramického apod.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

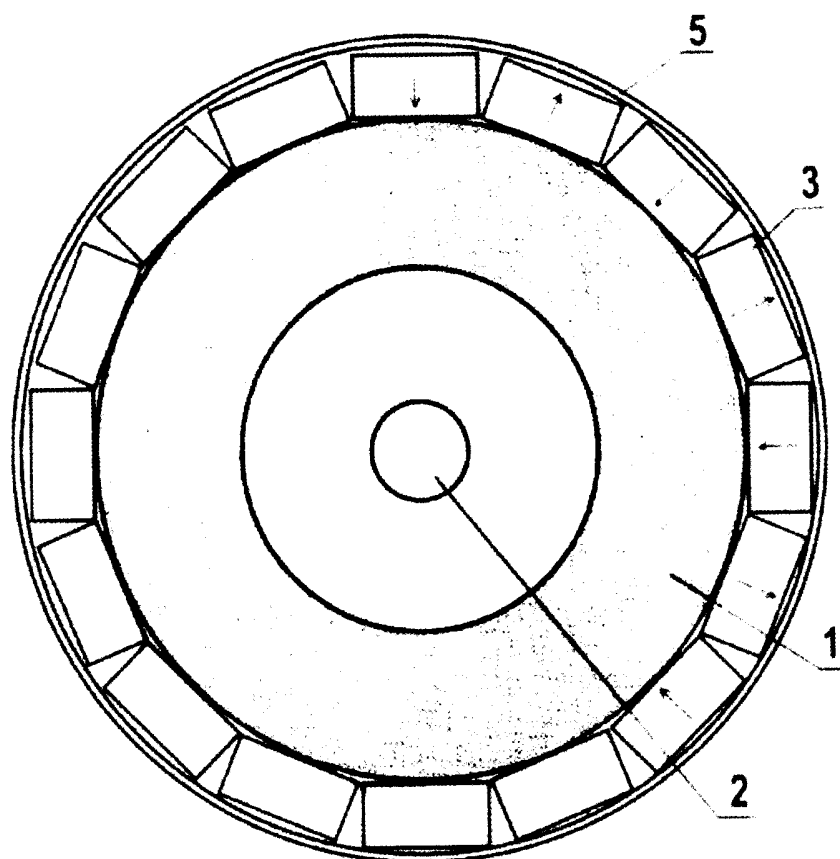
1. Magnetický kotouč separátoru nemagnetických kovů, sestávající z masivního nosiče (1) z magneticky měkké oceli, ovládaného hnací hřídelí (2), na němž jsou upevněny hlavní anizotropní permanentní magnety NdFeB (3), magnetované kolmo k povrchu kotouče a nemagnetickému plášti (5), jejichž polarita se střídá podél kruhového obvodu kotouče, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že ke každému z těchto magnetů (3) jsou v axiálním směru připojeny dva vedlejší anizotropní magnety NdFeB (4), které jsou magneticky orientovány axiálně.

2. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vedlejší magnety (4) jsou magnetovány tak, že na přední straně vedlejšího magnetu (4), která přiléhá k hlavnímu magnetu (3) se nachází pól stejné polarity, jako je polarita hlavního magnetu na stěně přiléhající k plášti (5) kotouče.
- 5 3. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že výška jednotlivých vedlejších magnetů (4), měřeno v axiálním směru, činí 20 až 150 % výšky hlavního magnetu (3), měřeno kolmo k nemagnetickému plášti (5).
- 10 4. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vedlejší magnety (4) jsou od nosiče odděleny vzduchovou mezerou (6), vyplněnou vložkou z nemagnetického materiálu, přičemž šířka této mezery (6) dosahuje maximálně polovinu výšky hlavního magnetu (3).
- 15 5. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vedlejší magnety (4) jsou od hlavního magnetu (3) odděleny vzduchovou technickou mezerou (7) vyplněnou vložkou z nemagnetického materiálu, přičemž šířka této mezery (7) dosahuje maximálně 15 % výšky vedlejšího magnetu.
6. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že k zadním stěnám vedlejších magnetů (4) přiléhají díly (8) magnetického stínění z magneticky měkké oceli, a to buď jako pólové nástavce jednotlivých magnetů anebo ve formě kotouče, který přiléhá k zadním stěnám vedlejších magnetů (4), nacházejících se na stejné straně magnetického kotouče.
- 20 7. Magnetický kotouč separátoru podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vedlejší magnety (4) jsou zhotoveny z materiálu NdFeB, jehož koercivita je stejná nebo vyšší než koercivita materiálu NdFeB hlavních magnetů (3).

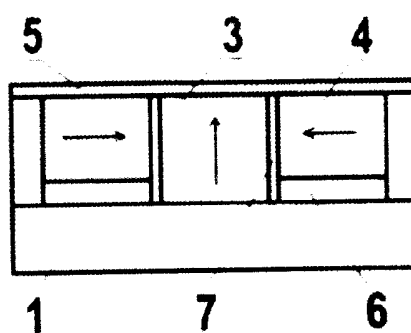
1 výkres

Seznam vztahových značek:

- 25 1 - nosič
2 - hnací hřídel
3 - hlavní anizotropní permanentní magnety NdFeB
4 - vedlejší anizotropní magnety NdFeB
5 - nemagnetický plášť
30 6 - vzduchová mezera
7 - technická vzduchová mezera.



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu