



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

217510

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 09 02 81
(21) (PV 948-81)

(40) Zveřejněno 26 03 82

(45) Vydáno 15 02 85

(51) Int. Cl.³

B 02 C 23/00

(75)
Autor vynálezu

ŠPAČEK FRANTIŠEK ing. CSc., DOČKAL MILAN, VOLŠICKÝ ZDENĚK ing. CSc.,
HENCL VLADIMÍR RNDr. DrSc., PRAHA

(54) Způsob úpravy nerostných a jiných surovin, obsahujících minerály
nebo látky s magnetickými vlastnostmi a zařízení k jeho provedení

1

Vynález se týká způsobu úpravy nerostných surovin, obsahujících minerály nebo látky s magnetickými vlastnostmi a zařízení k jeho provedení.

Nerostné suroviny, obsahující magnetické minerály nebo látky, se za účelem získání užitečné složky mechanicky rozpojují a následně magneticky separují. Rozpojování se provádí v různých typech drtičů a mlýnů a následná separace na magnetických separátorech.

Nevýhody tohoto postupu jsou v tom, že při zdrobňování se vytvářejí nové povrchy bez ohledu na hraniční plochy mezi užitečným a balastním nerostem a je proto nutné více přemílat, aby se užitečná složka dostatečně uvolnila. To má za následek vyšší náklady na zdrobňování a snížení účinnosti následných úpravnických procesů.

Stávající způsoby předmagnetování, používané pro zvýšení účinnosti rozdruzžování, pracují na principu stabilního homogenního magnetického pole, vytvářeného buď mezi pólovými nástavci uloženými paralelně, nebo v dutině solenoidu, což však vyžaduje značnou spotřebu elektrické energie. (US patent č. 3 382 977, 3 595 386, 3 702 133, čs. autorské osvědčení č. 184 532.)

Uvedené nevýhody do značné míry odstraňuje způsob úpravy nerostných surovin podle vynálezu, jehož podstatou je, že nerostná surovina je podrobena působení pulsního magnetického pole v jednom nebo více směrech s počtem pulsů 1 až 3, přičemž potřebná intenzita pulsního magnetického pole se stanoví z hysterezní smyčky dané suroviny. Pro určení intenzity magnetického pole je sice nejvýhodnější použít intenzity, odpovídající stavu magnetického nasycení podle hysterezní smyčky, ale toto není omezujícím faktorem; z ekonomického hlediska lze v opodstatněných případech použít i intenzity nižší než odpovídá stavu nasycení.

217510

Vložením suroviny, obsahující magnetické materiály nebo látky, do pulsního magnetického pole, dochází mezi těmito minerály nebo látkami k vzájemnému silovému působení. Tyto silové interakce jsou závislé na velikosti remanentní magnetické polarizace, objemu magnetických složek a gradientu magnetického pole vytvořeného zmagnetovanými minerály nebo látkami, ale nezávislé na velikosti zrna vstupní suroviny.

Tyto síly vyvolávají pak v nerostné surovině napětí, které ve ferromagnetických zrnech obsažených v nerostné surovině převyšuje i hodnoty pevnosti této suroviny v prostém tlaku.

Přes svoji vysokou hodnotu nestačí toto napětí však samo o sobě k rozpojení suroviny. Důvod je ten, že proti tomuto napětí působí prostorová sevřenost okolní jaloviny a elastická složka její pevnosti, která je mnohdy několikanásobně větší, než pulsním magnetickým polem ovlivněná zrna.

V každém případě však vzájemné přitažlivé nebo odpudivé síly magnetických složek vnitřně namáhají nerostnou surovinu. Tyto síly jsou v nerostné surovině během působení pulsního magnetického pole podstatně větší než v surovině, na kterou již pulsní magnetické pole, odpovídající minimálnímu stavu nasycení magnetické složky, přestalo působit. Zcela postačuje několik pulsů magnetického pole (s výhodou 1 až 3) v jednom nebo více směrech a použitím tohoto postupu lze docílit zvýšení účinnosti následné nebo současné magnetické separace i v případech, že surovina není před touto separací zdrobňována.

Další vliv pulsního magnetického pole se projeví magnetostrikčními efekty. V případech nerostných surovin, kde stupeň magnetické anizotropie je blízký jedné a magnetické minerály nebo látky mají pro různé krystalografické směry kladné i záporné hodnoty magnetostrikčních konstant, dochází ve směru působícího pulsního magnetického pole ke vzniku mikrotrhlin ve směru kolmém na směr pole. Tyto trhliny vznikají především na rozhraní magnetických a nemagnetických složek a jsou aktivními centry rozpojení namáhané nerostné suroviny.

Zvýšení magnetické remanence a selektivita zdrobňovacího procesu daná vznikem mikrotrhlin na rozhraní užitečných a balastních podílů dává jednak možnost zlepšení následné separace odtříděním produktů mletí s výsledkem zvýšení kovatosti podání, jednak přispívá k zvýšení účinnosti magnetické separace nebo i jiných způsobů úpravy jako je např. flotace, flokulace apod. jak po stránce výtěžnosti, tak po stránce kovatosti a dává i možnost snížení intenzity magnetického pole při magnetické separaci.

Jednou z alternativ tohoto způsobu úpravy je, že působení pulsního magnetického pole se děje již při rozpojování nebo mletí nerostné suroviny. V případě, že má po rozpojování suroviny následovat magnetická separace, může být nerostná surovina buď podrobena působení pulsního magnetického pole předem nebo až v průběhu magnetické separace.

K provedení způsobu podle vynálezu slouží zařízení, jehož podstatou je, že sestává z pulsního magnetu, mezi jehož póly je ohraničený prostor ve tvaru pouzdra pro vkládání nebo průchod nerostné suroviny. Pulsní magnetické pole se vytváří buď v solenoidu nebo mezi pólovými nástavci magnetického obvodu. Surovina prochází a ovlivněná tímto polem je přiváděna do zdrobňovacího zařízení, ve kterém dochází k rozpojení na požadovanou velikost zrna, danou velikostí vzrostlé užitečné složky, nebo přímo na separaci.

U vzorků čediče a železné rudy byla např. stanovena změna objemové izotermické remanentní magnetické polarizace vyvolaná homogenním pulsním magnetickým polem o intenzitě $4 \cdot 10^6 \text{ A m}^{-1}$. Remanence byla měřena na krychličkách o hraně 7 mm u železné rudy a 11 mm u čediče. Byl sledován také vliv počtu pulsů na zmagnetování daných surovin. Změna remanence byla dána poměrem hodnot objemové izotermické remanentní magnetické polarizace po a před zmagnetováním.

U čediče bylo zjištěno zvýšení remanence $110,99 \pm 31,5$ krát, z toho v případě dvou pulsů činilo toto zvýšení $117,8 \pm 53,5$ krát a při sedmi pulsech $100,77 \pm 15,9$ krát. U železné rudy se zvýšila remanence $261,61 \pm 72,45$ krát, při použití dvou pulsů $278,38 \pm 97,4$ krát a u sedmi pulsů $223,85 \pm 102,9$ krát. Z uvedených výsledků vyplývá, že ke zmagnetování obou surovin postačují dva pulsy magnetického pole.

Uvedený vzrůst remanence je důkazem výrazného zmagnetování čediče a železné rudy jako představitelů nerostných surovin, obsahujících magnetické složky. Došlo k posunu doménových stěn přes potenciální bariéry, ke stáčení magnetických momentů do směru působícího pole a vlivem silové interakce minerálů a magnetostričních efektů i k mechanickému namáhání. Dále byl sledován vliv pulsního magnetického pole na silové interakce jednotlivých zrn titanomagnetitů v čediči.

Maximální síly vzniklé po zmagnetování čediče dosahují hodnoty cca 2 N v případě dvou zrn, ležících za sebou ve směru pulsního magnetického pole. Tyto síly mohou v zrnech titanomagnetitů vytvořit napětí až $1,3 \cdot 10^9 \text{ Nm}^{-2}$, které je o jeden řád vyšší (5 až 8krát), než pevnost v prostém tlaku čediče. Pokud se bude čedič nalézat přímo uvnitř pole, budou mít síly mezi dvěma zrny hodnotu až 50 N.

Byla rovněž zkoušena pevnost nerostné suroviny v příčném tahu.

Například u čediče bylo dosaženo dvěma pulsy magnetického pole o intenzitě $2 \cdot 10^6 \text{ A m}^{-1}$ snížení pevnosti v příčném tahu v průměru o 14 %.

Zkušební tělíska při těchto zkouškách byla zatěžována tak, že působící síla měla souhlasný směr se směrem pulsního magnetického pole.

Na výkresu je schematicky znázorněn příklad zařízení podle vynálezu. Na obr. 1 je znázorněno zařízení podle vynálezu před mletím nebo separací a na obr. 2 zařízení podle vynálezu při současném zdobňování (mletí) suroviny.

Zařízení (obr. 1) sestává z pulsního magnetu 4 s pólovými nástavci, do jehož pulsního magnetického pole je vloženo pouzdro 3 pro vkládání nebo průchod nerostné suroviny, které má tvar trubice z nemagnetického materiálu, jejíž konec ústí do vynášecího zařízení 7.

Surovina prošlá drtičem je ze zásobníku 1 vedena dopravníkovým pásem 2 do horní rozšířené části pouzdra 3 a její průchod je regulován vynášecím zařízením 7 na dolním konci pouzdra 3.

Surovina prošlá pulsním magnetem 4 je poté dopravována buď do zdobňovacího zařízení 5 nebo do magnetického separátoru 6.

Zařízení podle obr. 2 sestává z tryskového mlýna 8, jehož dolní konusovitá část je zasunuta do solenoidu 2 pulsního magnetu.

Jemně drcená nerostná surovina vstupuje dolní tryskou do tryskového mlýna 8 a prochází pulsním magnetickým polem, které se vytváří v dolní konické části mlýna 8 pomocí solenoidu 2. Po rozemletí odchází surovina horním výstupem z tryskového mlýna 8.

Výhody způsobu úpravy podle vynálezu jsou zřejmé z následujícího příkladu.

P ř í k l a d

Železná ruda o zrnitosti 5 až 7 mm byla ovlivněna třemi pulsy homogenního magnetického pole o intenzitě cca $2 \cdot 10^6 \text{ A m}^{-1}$. Potřebná intenzita pulsů byla stanovena podle stavu nasycení z hysterezní smyčky dané suroviny. Do 48 hodin byla ruda rozemleta ve vibračním mlýnu a odtříděná frakce pod 0,1 mm tvořící podání P, byla magneticky separována na vysokogradientním mokřém magnetickém separátoru. Silně magnetický produkt K byl oddělován při indukci magnetického pole 0,05 T. Další separace byla provedena při indukci 0,68 T a byl získán slabě magnetický produkt K_1 , meziprodukt MP a odpad O. Pro srovnání byl separován i vzorek železné rudy zpracovaný stejným způsobem, ale bez předchozího ovlivnění pulsním magnetickým polem. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

T a b u l k a 1 Výsledky magnetické separace

Produkt	Bez předmagnetování			Po pulsním předmagnetování		
	Váhový výnos %	Kovnatost % Fe	Výtěžnost %	Váhový výnos %	Kovnatost % Fe	Výtěžnost %
K	33,61	52,4	50,12	37,79	53,77	53,23
K_1	25,47	45,37	32,88	25,69	48,17	32,42
MP	5,01	13,16	1,88	5,31	14,28	1,99
O	35,91	14,80	15,12	31,21	15,12	12,36
P	100,00	35,14	100,00	100,00	38,17	100,00

U rudy podrobené působení pulsního magnetického pole se výrazně zvýšil obsah železa v podání P na magnetickou separaci. Tento rozdíl v podání P byl způsoben lepším uvolněním zrn ve zmagnetované rudě v procesu mletí vlivem silových interakcí a magnetostrické magnetických složek v rudě. Také celková výtěžnost železa do silně i slabě magnetického produktu se magnetováním zvýšila a ztráty železa v odpadu se snížily. Zatímco bez předmagnetování činila výtěžnost magnetického podílu 83 % (součet K + K_1), zvýšila se výtěžnost působením pulsního magnetického pole na 85,65 % a snížily se i ztráty železa v odpadu ze 17 % na 14,35 % (součet MP + O).

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob úpravy nerostných a jiných surovin obsahujících minerály nebo látky s magnetickými vlastnostmi, vyznačený tím, že nerostná surovina je podrobena působení pulsního magnetického pole alespoň v jednom směru s počtem pulsů 1 až 3, přičemž potřebná intenzita pulsního magnetického pole se stanoví z hysterezní smyčky dané suroviny.

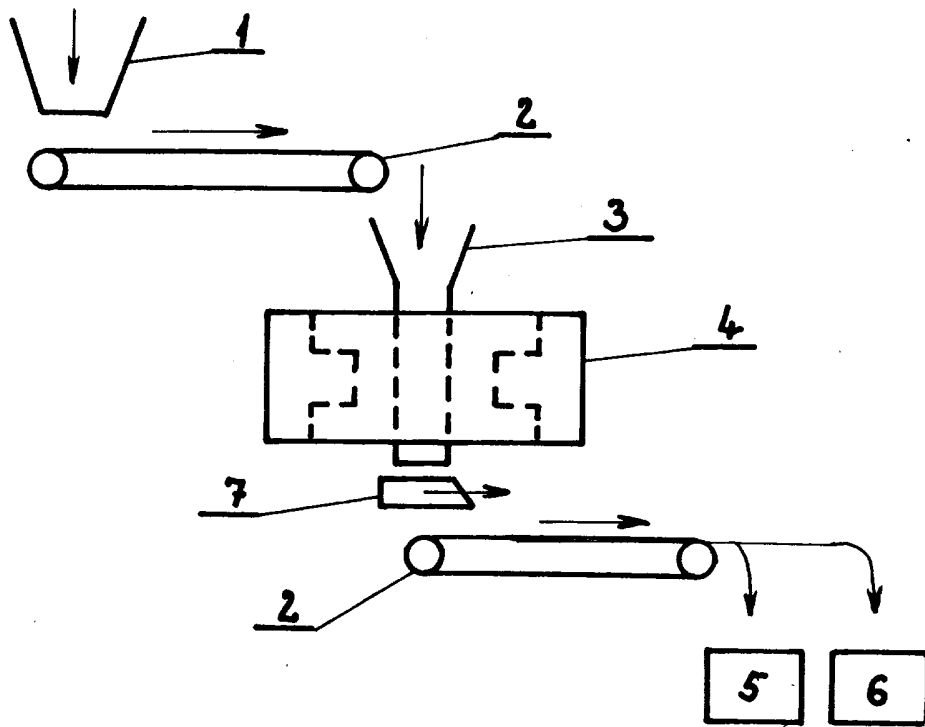
2. Způsob úpravy podle bodu 1, vyznačený tím, že zdobňování nebo mletí suroviny probíhá za současného působení pulsního magnetického pole.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že nerostná surovina je podrobena buď předem nebo v průběhu magnetické separace působení pulsního magnetického pole.

4. Zařízení k provedení způsobu úpravy nerostné suroviny podle bodu 1 až 3, vyznačený tím, že sestává z pulsního magnetu (4), mezi jehož póly je ohraničený prostor ve tvaru pouzdra (3) pro vkládání nebo průchod nerostné suroviny.

1 list výkresů

Obr. 1



Obr. 2

