



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

227 617

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 12 03 82
(21) FV 1730-82

(51) Int. Cl.³
B 03 B 1/04

(40) Zveřejněno 25 02 83
(45) Vydáno 01 09 85

(75)
Autor vynálezu

SVOBODA JAN ing. CSc.,
CIBULKA JAROSLAV ing. CSc., PRAHA

(54)

Způsob úpravy minerální suspenze pro magnetickou
separaci

Vynález se týká způsobu úpravy minerální suspenze pro magnetickou separaci, zejména s obsahem quasikoloidních částic o velikosti pod 100 mikrometrů.

Zvyšující se potřeba využívat dosažitelné zdroje minerálů vede čím dál tím více k nutnosti zpracovávat velmi jemně rozptýlené částice, případně odstraňovat tyto jemné částice z vodních suspenzí. Za těchto podmínek hrají důležitou úlohu povrchové síly mezi částicemi minerálů. Je známo, že celková interakční energie koloidních slabě magnetických částic je dána součtem odpuzivé energie elektrostatické interakce a přitažlivé energie van der Waalsovy. Na velikost odpuzivé energetické bariéry působí i pH rmutu. Elektrický potenciál ψ_0 na povrchu částice je dán výrazem:

$$\psi_0 = \frac{kT}{2,303 e} (\text{pH}_{\text{ieb}} - \text{pH})$$

kde k je Boltzmannova konstanta, T je absolutní teplota, e je elementární náboj a pH_{ieb} je hodnota pH, při které je náboj na částici roven nule, t.zv. izoelektrický bod (ieb). Je-li pH rovno pH_{ieb} , potom je potenciál na povrchu částice roven nule, odpuzivá elektrostatická interakce mizí a na částice působí pouze přitažlivé síly. Avšak při magnetické separaci se až dosud neberou v úvahu tyto povrchové síly mezi částicemi, vloženými do vnějšího magnetického pole, ani nejsou činěny pokusy je nějak ovlivňovat, přesto, že mohou příznivě měnit účinnost procesu magnetické filtrace či separace. Není-li magnetické pole dostatečně vysoké, může být výše uvedená odpuzivá elektrostatická interakce rozhodující, suspenze pak je koloidně stabilní,

takže částice nemohou koagulovat, což ovlivňuje pravděpodobnost zachycení částic na matici magnetického separátoru a stabilitu částic již na matici zachycených.

V praxi bylo neočekávaně zjištěno, že je-li pH rmutu, vloženého do vnějšího magnetického pole, rovno pH odpovídajícímu izoelektrickému bodu zpracovávaného minerálu ve vodné suspenzi, bude celková interakční energie částic čistě přitažlivá, částice budou v prostoru mezi elementy matrice koagulovat prostřednictvím procesu iontové a magnetické flokulace, pravděpodobnost zachycení částic na matici, již pokrytou zachycenými částicemi se zvýší a zvýší se i stabilita zachycených částic vůči namáhání ve smyku, způsobeným proudem rmutu.

Právě uvedeného zvýšeného účinku se dosahuje způsobem úpravy minerální suspenze pro magnetickou separaci, jehož podstata spočívá podle vynálezu v tom, že se nejprve chemickým činidlem upraví pH suspenze na hodnotu, při které je roven nule náboj na částicích alespoň jednoho z upravovaných minerálů, případně alespoň jedné ze sloučenin, která vznikla chemickou změnou původního minerálu při zmíněné úpravě pH, načež se provede magnetická separace. Výhodně lze magnetickou separaci provést se suspenzí, obsahující částice nejméně dvou různých separovaných minerálů, kteréžto částice mají na svém povrchu stejná znaménka elektrických potenciálů.

Způsobem podle vynálezu se zvýší rychlost magnetické separace a současně výtěžnost a kvalita získaného koncentrátu. Rovněž se zlepší pevnost přichycení magnetických částic na povrch matrice.

Na připojených výkresech jsou uvedeny příklady křivek některých závislostí, získané po vyhodnocení pokusů provedených způsobem podle vynálezu. Na obr. 1a je znázorněna závislost výtěžnosti koncentrátu hematitové rudy na pH rmutu a na obr. 1b závislost kovnatosti v odpadu téže rudy na pH rmutu, přičemž jsou obě hodnoty uvedeny v procentech železa Fe. Na obr. 2 je křivka obsahu mědi a hořčíku v odpadu po magne-

tické separaci v závislosti na pH rmutu a konečně na obr. 3a, 3b jsou znázorněny dva příklady závislosti povrchového náboje ψ na pH rmutu pro dva různé separované minerály.

Příklad 1

Experimentálně byl sledován vliv pH rmutu hematitové rudy (SSSR) rozemleté pod 40 μm na výtěžnost a kovnatost koncentráту z magnetické separace. Typické výsledky těchto experimentů jsou znázorněny na obr. 1a, 1b, kde jsou na svislé ose uvedena % železa Fe (γ značí výtěžnost, β kovnatost) a na vodorovné ose hodnoty pH. Je vidět, že při pH 7, které odpovídá průmyslově používané vodě na úpravně, je výtěžnost železa nízká (obr. 1a) a naopak kovnatost odpadu vysoká (obr. 1b). Dále je zřejmé, že při změně pH od hodnoty pH 7 do kyselé nebo zásadité oblasti, dochází ke vzrůstu výtěžnosti železa Fe a poklesu kovnatosti odpadu. Maximum výtěžnosti se nachází při pH = 5,5, což odpovídá izoelektrickému bodu kysličníku železa zjištěnému z tabulek, např. v článku G.A. Parkse, v Chemical Review, Vol 65-1965, na str. 177. Úpravou pH podle vynálezu se zvýšila výtěžnost i kovnatost koncentráту o 4 až 6 % železa Fe. Druhé maximum výtěžnosti, jak je rovněž znázorněno na obr. 1a, 1b, vzniká při pH = 11, což lze vysvětlit vznikem hydroxidu železitého působením hydroxidu sodného NaOH, kterým bylo pH měněno, přičemž izoelektrický bod hydroxidu železitého je právě při pH = 11. Úprava pH rmutu ovlivňuje i obsah jiných prvků v produktech magnetické separace. Na obr. 2 je znázorněna závislost obsahu mědi Cu a hořčíku Mg v odpadu z téže magnetické separace. Na svislé ose grafu je vlevo znázorněn obsah mědi v tisícinách % a vpravo obsah hořčíku Mg v setinách % a na vodorovné ose pH. Obsah těchto prvků v odpadu je nejvyšší při pH = 10 až 11, což odpovídá hodnotě izoelektrického bodu sloučenin těchto prvků (CuO a $\text{Cu}(\text{OH})_2$ - 9,5, MgO a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ - 12). Při těchto hodnotách pH dochází ke vzniku vloček sloučenin prvků Cu a Mg, tyto vločky, které jsou diamagnetické, projdou do odpadu, neboť nedochází k jejich uzavření do vloček kysličníku železitého Fe_2O_3 , které tvoří magnetický podíl separace.

Příklad 2

227 617

Výše uvedené závěry byly ověřeny pozorováním iontové a magnetické flokulace částic ve slabém magnetickém poli metodou záznamu procesu na videopásek. Byl použit vzorek čistého kysličníku železitého o čistotě 99,8 %, rozemletý pod 25 μm . Byla sledována rychlost sedimentace částic, která je mírou stupně flokulace a dále byly měřeny rozměry vloček při různých hodnotách pH. Bylo zjištěno, že při pH = 5,5 a 10 byla rychlost sedimentace částic rovna 0,57 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ za 20 sekund po uvedení suspenze do vzhledu, zatímco při pH = 7,2 byla při stejných podmínkách rychlost sedimentace rovna 0,18 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Při sledování rychlosti sedimentace za dobu 180 sekund po uvedení suspenze do vzhledu byl rozdíl ještě výraznější: při pH = 5,5 byla rychlost rovna 0,08 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$, zatímco při pH = 7,2 byla rychlost menší než 0,008 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Podobná závislost byla pozorována při sledování velikosti vloček: při pH = 5,5 180 sekund po uvedení částic do vzhledu byl střední průměr projekce zrna na obrazovku roven 20 μm , zatímco při pH = 7,2 byl průměr roven 5 μm .

Tyto dva příklady ukazují, že pro získání vysoké výtěžnosti a kvality koncentráту při magnetické separaci je nutno upravit pH rmutu tak, aby odpovídalo izoelektrickému bodu kysličníku kovu nebo příslušného hydroxidu v případě, že na úpravu pH se používá hydroxidu. Dojde také ke zvýšení pravděpodobnosti zachycení magnetických částic na matici a ke zvýšení objemu částic již zachycených na matici, přičemž v praktických podmínkách činí zvýšení výtěžnosti minimálně 5 %. Může dojít i ke zvýšení koncentrace kysličníků a hydroxidů jiných kovů v odpadu, pokud jsou diamagnetické.

Pro dosažení selektivnosti flokulace a magnetické separace je však rovněž nutno provést dispergaci mezi dvěma typy částic, kysličníku železitého Fe_2O_3 a kysličníku křemičitého SiO_2 v případě železné rudy, to znamená při daném pH musí být znaménko potenciálů obou druhů částic stejné. V tom případě

se oba typy částic odpuzují a proces koagulace jednoho typu částic je v izoelektrickém bodě selektivní. Pokud by znaménka těchto potenciálů byla různá, docházelo by ke koagulaci mezi různými druhy minerálů a tedy k poklesu kvality koncentrátů v magnetické separaci. Na obr. 3a, 3b je uveden příklad závislosti náboje ψ na pH rmutu pro dva druhy minerálů, A, B přítomných v suspenzi, s izoelektrickými body pH (A), pH (B). Pokud tento průběh odpovídá situaci na obr. 3a a užitečným minerálem je minerál A, bude nutno pracovat při $\text{pH} > \text{pH} (A)$, ale pokud možno co nejbližší bodu pH (A), neboť v této oblasti jsou znaménka potenciálů shodná. V oblasti $\text{pH} (B) < \text{pH} < \text{pH} (A)$ bude proces neselektivní, neboť znaménka potenciálů jsou různá. Při $\text{pH} < \text{pH} (B)$ bude proces sice selektivní (stejná znaménka potenciálů), ale účinnost separace s ohledem na užitečný minerál A bude nízká, neboť pracujeme při pH, které je velmi odlišné od izoelektrického bodu pH (A).

Pokud závislost povrchových potenciálů na pH odpovídá situaci na obr. 3b, bude pro dosažení vysoké selektivity třeba pracovat v oblasti $\text{pH} (B) < \text{pH} < \text{pH} (A)$, ale pokud možno co nejbližší bodu pH (A). V oblasti $\text{pH} < \text{pH} (B)$ a $\text{pH} > \text{pH} (A)$ bude proces neselektivní, neboť znaménka potenciálů budou různá.

Je tedy možno shrnout, že vysoká výtěžnost může být dosažena při $\text{pH} = \text{pH} (A)$ (izoelektrický bod), ovšem za cenu toho, že kvalita koncentráту nemusí být příliš vysoká vlivem heterokoagulace s částicemi jiného minerálu. Na druhé straně, pokud důležitějším faktorem je kvalita koncentráту, je výhodnější pracovat při pH, které zajišťuje, že znaménka potenciálů různých minerálů jsou stejná. To ovšem může vést ke snížení výtěžnosti v důsledku toho, že nepracujeme přesně v izoelektrickém bodě. Způsobu zvýšení účinnosti filtrace a magnetické separace jemně mletých minerálů podle vynálezu je možno použít pro libovolný druh minerálů, paramagnetický i diamagnetický, a je zvláště vhodný pro zvyšování výtěžnosti užitečné složky ze směsi dvou nebo více minerálů, ve které jeden minerál je paramagne-

tický a ostatní diamagnetické, nebo i ze směsi více paramagnetických minerálů, pokud znaménka potenciálů na povrchu různých typů minerálů jsou stejná a pracovní magnetické pole není příliš vysoké.

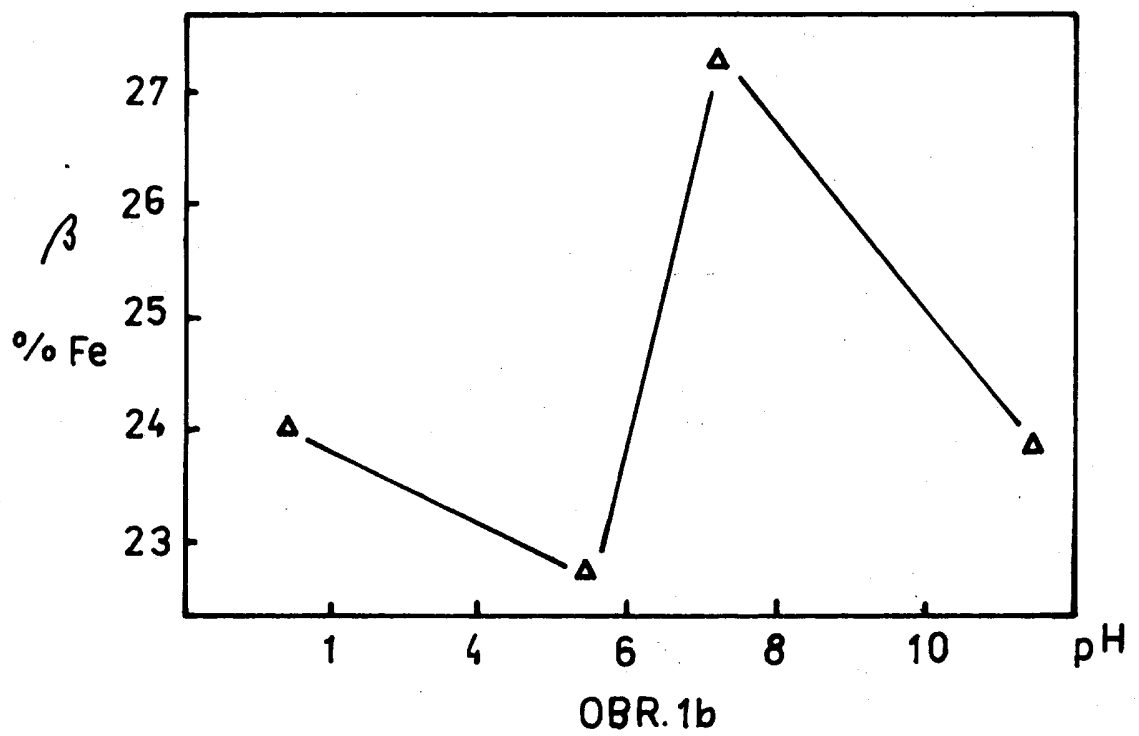
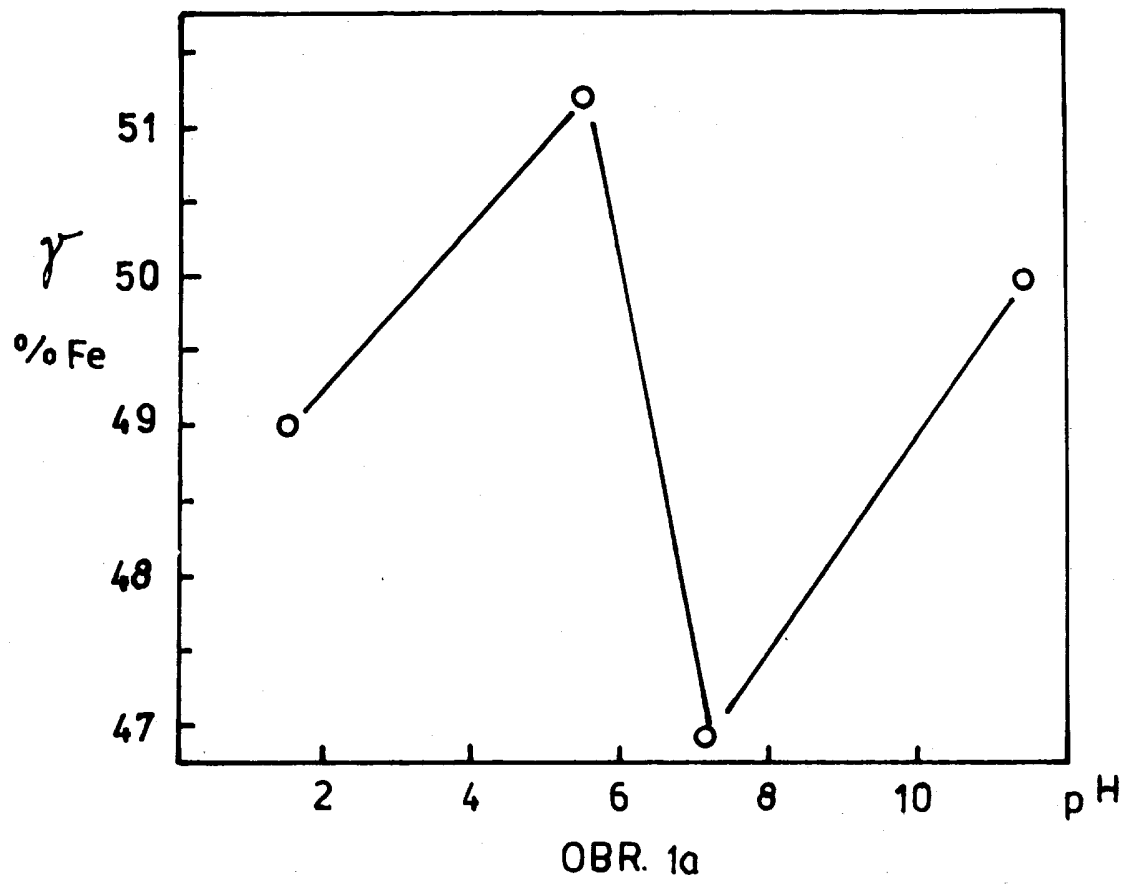
Kombinací chemické úpravy povrchových vlastností částic minerálů a použitím magnetického pole je tedy možno zvýšit technologické parametry magnetické separace a na druhé straně výrazně zrychlit proces oddělování vloček ze suspenze díky značně větší velikosti magnetické síly ve srovnání se silou gravitační.

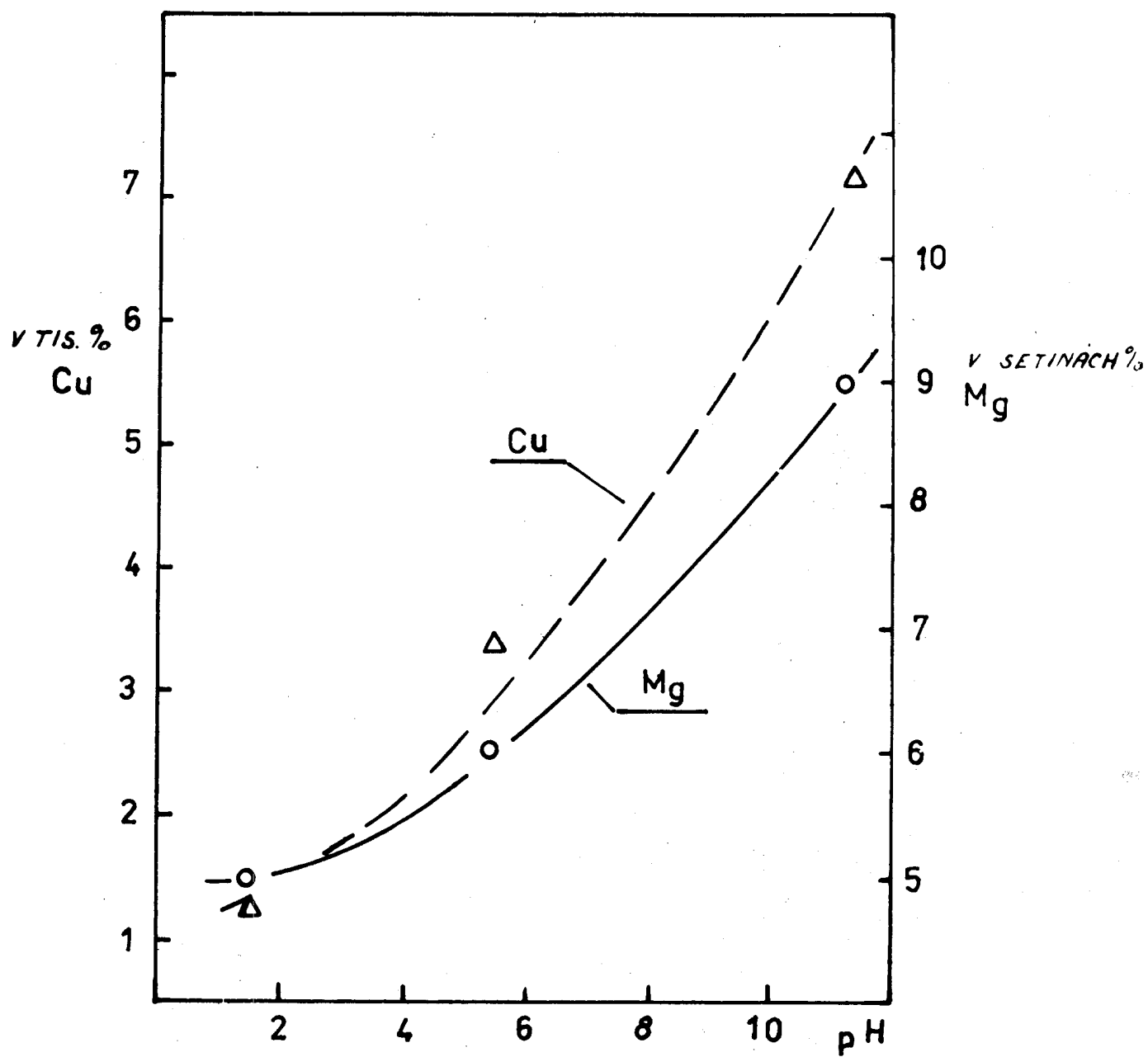
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

227 617

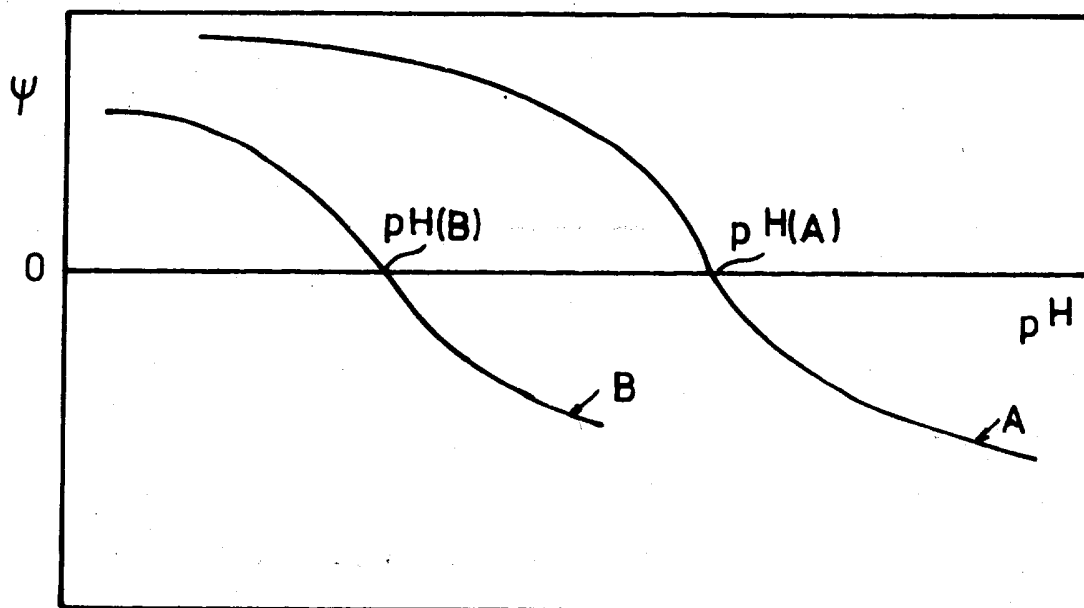
1. Způsob úpravy minerální suspenze pro magnetickou separaci, vyznačující se tím, že se nejprve chemickým činidlem upraví pH suspenze na hodnotu, při které je roven nule náboj na částicích alespoň jednoho z upravovaných minerálů, případně alespoň jedné ze sloučenin, která vznikla chemickou změnou původního minerálu při zmíněné úpravě pH, načež se provede magnetická separace.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že suspenze obsahuje částice nejméně dvou různých separovaných minerálů, kteréžto částice mají na svém povrchu stejná znaménka elektrických potenciálů.

3 výkresy

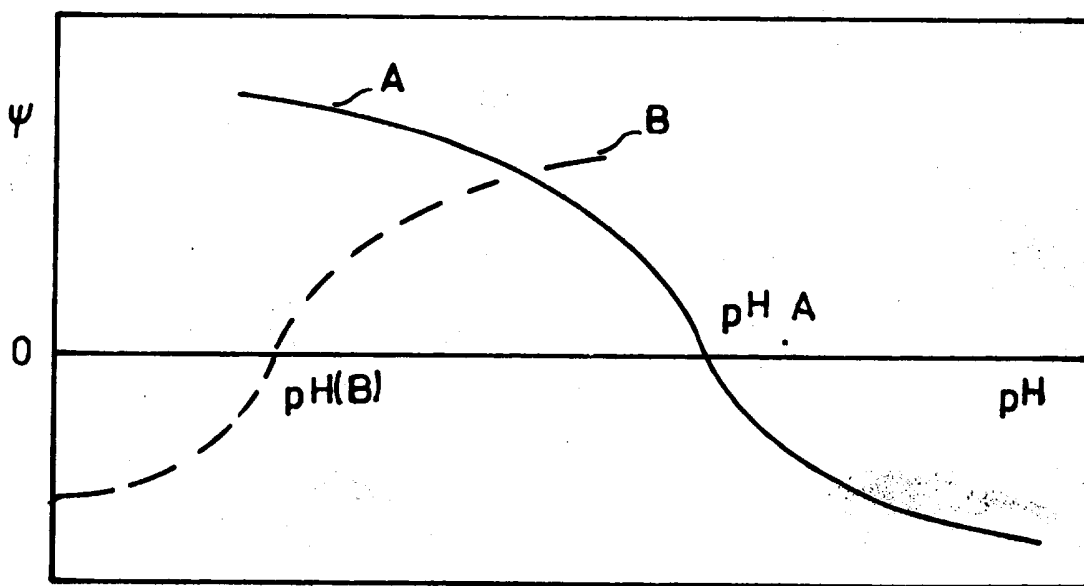




OBR. 2



OBR. 3a



OBR. 3b