

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 252

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B03C 1/00 (2006.01)
B07B 1/00 (2006.01)
B03B 7/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41135**
(22) Přihlášeno: **07.07.2023**
(47) Zapsáno: **21.08.2023**

(73) Majitel:
Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i., Praha 6,
Lysolaje, CZ
Pražské služby, a.s., Praha 9, Vysočany, CZ

(72) Původce:
Héctor Muniz Sierra, Ph.D., Praha 6, Bubeneč, CZ
Ing. Michal Šyc, Ph.D., Praha 3, Strašnice, CZ
Ing. Tomáš Baloch, Praha 3, Žižkov, CZ

(74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro separaci neželezných kovů ze
škváry**

Zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry

Oblast techniky

5

Předkládané technické řešení se týká zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry.

Dosavadní stav techniky

10

Energetické využití odpadů je jednou z hlavních technologií pro zpracování směsného komunálního tuhého odpadu v Evropě a zpracovává každoročně téměř 80 milionů tun odpadů a produkuje přibližně 20 milionů tun škváry. Škvára je heterogenní materiál a její složení je převážně determinováno složením spáleného odpadu. Škvára obvykle obsahuje mezi 15 až 13 % železných kovů (Fe), 2 až 5 % neželezných kovů (NFe), 15 až 30 % skla a keramiky, 1 až 5 % nepálených organických látek a 50 až 70 % minerální frakce. U NFe se často uvádí, že asi 2/3 až 4/5 je hliník; zbytek tvoří těžké neželezné kovy (HNFe) jako je měď a její slitiny. Množství HNFe roste s klesající velikostí částic škváry, tudíž významné množství HNFe se nachází v částicích pod 2 mm, které tvoří 30 až 40 % škváry a jsou často označovány jako jemná frakce. Kromě toho těžké neželezné kovy v jemné frakci mohou obsahovat i vzácné kovy, prvky vzácných zemin atd. Obsah hliníku v jemné frakci je obvykle 1 až 2 %, obsah mědi dosahuje až 1 %. Hodnoty jsou uváděny v hmotnostních %. Většina mědi v jemné frakci je v metalické podobě, tedy přístupná pro fyzikální separační metody. Vzhledem k celkové množství škváry v Evropě to znamená nevyužitý potenciál přibližně 70-140 tisíc tun hliníku ročně a až 70 tisíc tun mědi ročně.

25

Získávání Fe a NFe z větších částic nad 2 až 4 mm je běžnou praxí v mnoha evropských zemích, ale získávání těchto kovů z jemné frakce je dosud velmi vzácné. Konvenční přístup, který využívá separátory s vířivými proudy (ECS) pro získávání NFe, je obvykle omezen na částice nad 2 mm kvůli omezením ECS a lepkavé a vlhké povaze jemné frakce; vlhkost čerstvé jemné frakce je často kolem 30 hmotnostních procent. Obecně existuje několik různých způsobů, jak s tímto problémem pracovat. První možností je použít suchý odvod škváry přímo v rámci zařízení pro energetické využití odpadů, ale to je velmi vzácné. Navíc, suchá škvára není bez dalších úprav použitelná ve stavebnictví. Další možností je zrání škváry, kdy se vlhká škvára nechá po dobu až několika měsíců zrát na otevřeném prostranství. Zrání způsobuje kromě chemické stabilizace škváry také snížení její vlhkosti. Optimální vlhkost pro separaci kovů ze škváry je asi 10 až 12 %. Jelikož je voda hlavně vázána v jemných částicích, pro zpracování této frakce je potřeba celkově nižší vlhkost škváry, což má ovšem za následek vysokou prašnost a použití uzavřený systém pro nakládání se škvárou. Vyšší vlhkost než uvedená pak může působit problémy při síťování a separačních krocích kvůli lepkavému a riziku ucpání. Navíc, účinnost získávání z jemné frakce dosahuje limitů ECS, které jsou účinné pro hrubé částice. Zejména separovatelnost těžkých neželezných kovů závisí na velikosti částic, tvaru a poměru vodivosti k hustotě, tj. menší a hustší částice je obtížné získat zpět. ECS jsou někdy používány i pro jemnou frakci po stárnutí, ale jejich účinnost není vysoká.

Další možností pro získávání HNFe je použití jiných separačních založených na hustotě. V případě mokřých metod lze očekávat synergický účinek získávání kovů HNFe a zlepšování parametrů vyluhování. Tento přístup je v současnosti nejběžnější v Nizozemsku, kde se zaměřují na zlepšení environmentálních parametrů škváry v souvislosti s Green deal a stanovením přísných kritérií pro využití škváry v režimu výrobku. Separace HNFe je pak víceméně vedlejším účinkem, žádná data ohledně účinnosti, ale nejsou k dispozici.

50

Pro separaci v kovů z jemné frakce škváry v laboratorním měřítku byla testována i centrifugální separace nebo pěnová flotace, nicméně data nejsou k dispozici a tyto metody se průmyslově pro škváru nevyužívají.

Předkládané technické řešení si klade za úkol vytvořit zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry, a to především z její tzv. jemné frakce, což je frakce o velikosti částic do 2 milimetrů.

5 Podstata technického řešení

Předkládané technické řešení poskytuje zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry, zejména z frakce škváry o velikosti částic do 2 milimetrů, které obsahuje

- 10 vstup pro škváru vedoucí na první síto s velikostí otvorů 500 mikrometrů, přičemž od tohoto prvního síta vede výstup nadsítné frakce na první mokrý třepací stůl, z nějž vede výstup lehké frakce do první jímací nádoby na produkt s vysokým obsahem hliníku a výstup těžké frakce vede do prvního mokrého magnetického separátoru, z nějž výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a za výstup magnetické frakce
15 je zařazen válcový mlýn, jehož výstup vede na druhé síto s velikostí otvorů 200 mikrometrů, jehož výstup podsítné frakce vede do třetí jímací nádoby na produkt s nízkým obsahem mědi a výstup nadsítné frakce vede do druhého mokrého magnetického separátoru pro rozdělení do čtvrté jímací nádoby na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi a do páté jímací nádoby na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi,

- 20 přičemž výstup směsné frakce z prvního mokrého třepacího stolu vede na druhý mokrý třepací stůl, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby na produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup těžké frakce vede do třetího mokrého magnetického separátoru, z něhož výstup nemagnetické
25 frakce vede do druhé jímací nádoby na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby,

- 30 přičemž výstup podsítné frakce z prvního síta vede na třetí mokrý třepací stůl, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru, z něhož výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi, a

- 35 přičemž výstup směsné frakce z třetího mokrého třepacího stolu vede na čtvrtý mokrý třepací stůl, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru, a výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby.

- 40 Mokrý třepací stůl je gravimetrický koncentrátor, typicky pro jemné frakce do 1,5 až 2,5 milimetrů. Konstrukce je založena na měkkém sklopném rovném povrchu opatřeném podélnými hřebeny, které částečně vyplňují povrch. Deska se nepřetržitě třese s amplitudou několika milimetrů a asymetrickou rychlostí (vyšší rychlost je při zpětném pohybu). Zpracovávaný materiál se přivádí do horního rohu stolu jako kaše o koncentraci 20 až 25 % hmotn. pevných částic. Kromě toho se
45 prací voda přivádí také na povrch stolu.

- 50 Třesací pohyb a podélné hřebeny umožňují podélné rozložení materiálu na základě jeho velikosti a hustoty, zatímco horizontální sklon a prací voda pomáhají třídít částice podle jejich hustoty ponořením hustých částic a tažením lehčích částic rychle pryč od povrchu. Částice opouštějí stůl vytríděné podle jejich hustoty a částečně podle velikosti částic od nejhrubších a nejlehčích po nejjemnější a nejhustší částice (tj. lehká frakce, směsná frakce a těžká frakce).

- 55 Mokrý magnetický separátor vhodný pro použití v uvedeném zařízení je mokrý magnetický separátor s nízkou intenzitou, určený pro regeneraci feromagnetických a vysoce paramagnetických materiálů aplikací magnetického pole o nízké intenzitě (obecně méně než 0,3 Tesla) ve vlhkém

médiu. S výhodou je mokrým magnetickým separátorem poloponořený bubnový separátor proměnlivého magnetického pole. Toto zařízení se skládá z poloponořeného rotačního bubnu obsahujícího elektromagnet, který částečně kryje povrch bubnu. Materiál se zavádí jako kaše (koncentrace pevných látek 20 až 30 % hmotn.) do napájecí nádrže z místa naproti elektromagnetu.

- 5 Během separačního procesu je magnetická frakce přitahována magnetem a pomocí dodatečného promývání vodou je vypouštěna do sekundární nádrže naproti podávací zóně, zatímco nemagnetické částice klesají a jsou shromažďovány na dně nádrže.

- 10 Válcový mlýn obsahuje válcovou komoru, do které se vkládají spolu s mletým materiálem dva plné válce. Během procesu mletí se komora otáčí konstantní rychlostí, což umožňuje válcům provádět proces mletí pomocí drcení a otěru. V tomto případě je vhodný například válcový mlýn s komorou o průměru asi 200 mm, a plné válce o průměru asi 60 mm.

15 Objasnění výkresů

Obr. 1 schematicky znázorňuje provedení zařízení podle technického řešení, popsané v příkladu uskutečnění.

20

Příklad uskutečnění technického řešení

- Na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry, zejména z frakce škváry o velikosti částic do 2 milimetrů. Zařízení obsahuje vstup pro škváru vedoucí na první síto 11 s velikostí otvorů 500 mikrometrů, přičemž od tohoto prvního síta 11 vede výstup nadsítné frakce na první mokrý třepací stůl 21, z nějž vede výstup lehké frakce do první jímací nádoby 51 na produkt s vysokým obsahem hliníku a výstup těžké frakce vede do prvního mokrého magnetického separátoru 31, z nějž výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby 52 na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a za výstup magnetické frakce je zařazen válcový mlýn 4, jehož výstup vede na druhé síto 12 s velikostí otvorů 200 mikrometrů, jehož výstup podsítné frakce vede do třetí jímací nádoby 53 na produkt s nízkým obsahem mědi a výstup nadsítné frakce vede do druhého mokrého magnetického separátoru 32 pro rozdělení do čtvrté jímací nádoby 54 na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi a do páté jímací nádoby 55 na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi. Výstup směsné frakce z prvního mokrého třepacího stolu 21 vede na druhý mokrý třepací stůl 22, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby 51 na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby 56 na produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup těžké frakce vede do třetího mokrého magnetického separátoru 33, z něhož výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby 52 na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby 54 na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby 56. Výstup podsítné frakce z prvního síta 11 vede na třetí mokrý třepací stůl 23, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby 51 na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru 34, z něhož výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby 52 na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby 54 na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi. Výstup směsné frakce z třetího mokrého třepacího stolu 23 vede na čtvrtý mokrý třepací stůl 24, z nějž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby 51 na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru 34, a výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby 56.

50

V tomto zařízení byly použity mokré třepací stoly Holman Wilfley (model 800) a mokré magnetické separátory model XCRS 400X300.

Postup při použití zařízení:

a) Gravimetrická koncentrace na mokřých třepacích stolech

- 5 První síto se používá k rozdělení jemné frakce škváry o velikosti pod 2 milimetry na dvě frakce o velikosti částic: pod 0,5 mm, tzv. podsítnou frakci (přibližně 40 % hmotnosti), a nad 0,5 mm, tzv. nadsítnou frakci.

- 10 Pro gravimetrické zkoncentrování se používá mokřý třepací stůl. Provozní parametry se volí tak, aby se získaly co nejlépe koncentrované kovové vedlejší produkty: lehká frakce, tj. minerální produkt s vysokou koncentrací elementárního hliníku, a těžká frakce, tj. hustý produkt s vysokou koncentrací těžkých neželezných kovů, zejména mědi. Kromě toho se získává třetí produkt se střední hustotou, označovaný jako směsná frakce.

- 15 Pro podsítnou frakci z prvního síta lze použít například tyto provozní parametry mokřého třepacího stolu: amplituda třepání 13 mm, frekvence třepání 300 třepání za minutu, prací voda 10 litrů za minutu a sklon 6°. Dosažené výsledky jsou v případě elementárního hliníku v lehké frakci výtěžnost 90,7 % (procento elementárního hliníku ve výrobku děleno celkovým množstvím kovu) a stupeň 5,53 g/kg. V případě mědi v těžké frakci je výtěžnost 60,8 % a stupeň 64,8 g/kg. Uvedené
20 hodnoty byly získány pro třetí mokřý třepací stůl. Údaje v procentech představují procento z celkového množství kovu ve škváře.

- Pro nadsítnou frakci z prvního síta lze použít například tyto pracovní parametry: amplituda třepání 13 mm, 260 třepání za minutu, 14,5 l/min prací vody a sklon 8°. Získané výsledky byly 89,4 %
25 a 14,5 g/kg elementárního hliníku v lehké frakci a 68,9 % a 64,8 g/kg mědi v těžké produktu. Uvedené hodnoty byly získány pro první mokřý třepací stůl. Údaje v procentech představují procento z celkového množství kovu ve škváře.

- 30 Ve směsném produktu z prvního, resp. třetího mokřého třepacího stolu bylo rovněž zjištěno velké množství těžkých neželezných kovů (přibližně 11 % celkové mědi v případě nadsítné frakce a 18 % v případě podsítné frakce), proto se provádí opětovné zpracování tohoto produktu na druhém, resp. čtvrtém mokřém třepacím stole se stejnými provozními parametry jako při prvním zpracování na prvním, resp. druhém mokřém třepacím stole. Při tomto zpracování se získá dalších 4,6 % mědi v nadsítné frakci a 6,2 % v podsítné frakci, přičemž hodnota koncentrace je v obou
35 případech vyšší než 15 g/kg.

Termíny “nadsítná frakce” a “podsítná frakce” se v tomto bodu a) vztahují k frakcím ze síťování na prvním sítu.

- 40 b) Magnetická koncentrace na mokřých magnetických separátorech

- Těžké frakce z gravimetrického dělení na mokřých třepacích stolech se zpracovávají přes mokřý nízkointenzitní magnetický separátor - WLIMS (intenzita magnetického pole: 0,15 T), aby se získal těžký magnetický produkt a těžký nemagnetický produkt. Tato úprava zvyšuje koncentraci
45 mědi v nemagnetickém produktu o více než 50 % v nadsítné frakci a o 40 % v podsítné frakci.

c) Mletí a následná magnetická separace

- 50 Tento krok zpracování se provede pouze pro nadsítnou frakci z prvního síta, a to na magnetické frakci získané po prvním gravimetrickém zahuštění a následné magnetické separaci. Cílem je uvolnit a získat zpět veškerá měděná zrna, která mohla být zachycena společně s magnetickými zrny a minerály tvořícími větší částice.

- Proces spočívá v mletí ve válcovém mlýně v laboratorním měřítku po dobu tří minut. Získaný
55 produkt se poté prosévá přes síto o velikosti 200 mikrometrů, přičemž podsítná frakce z druhého

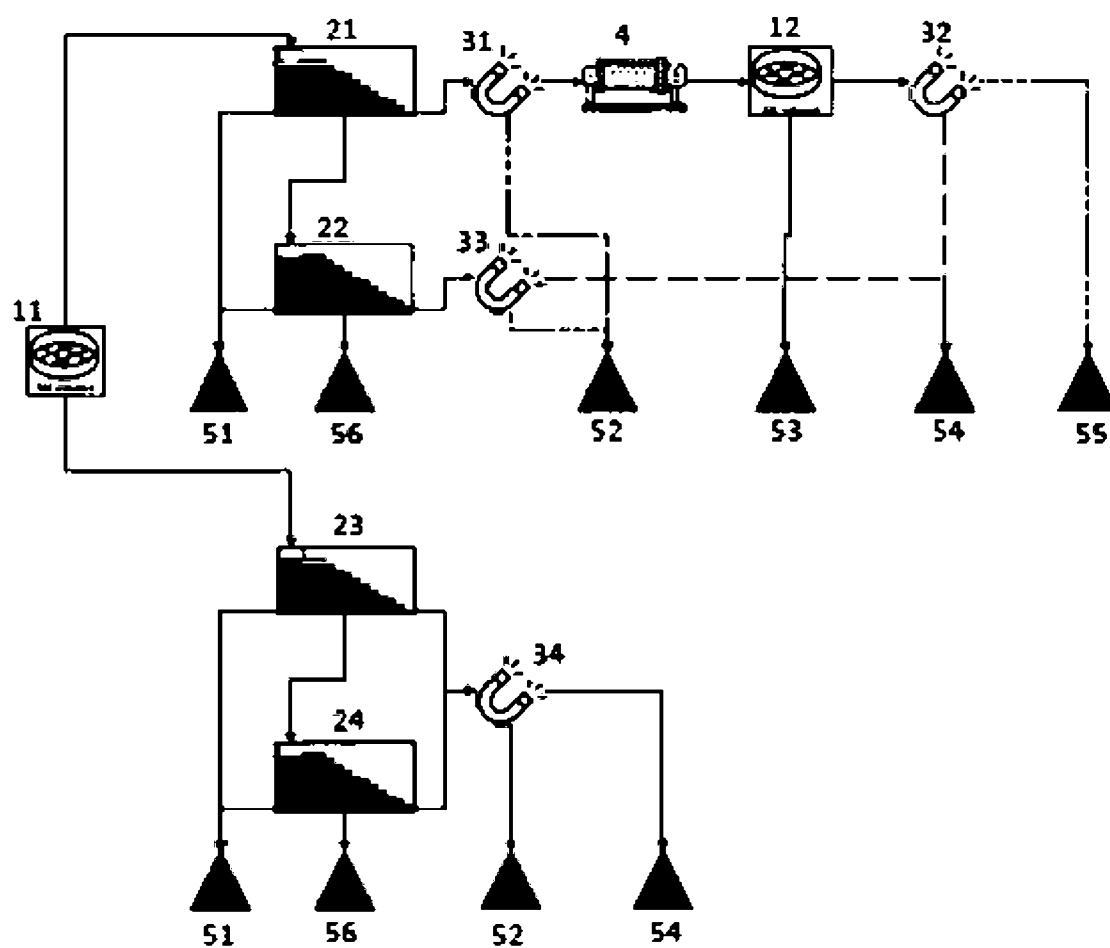
- síta se považuje za minerální produkt a nadsítná frakce za kovový produkt. Kovový produkt se poté zpracuje pomocí mokrého magnetického separátoru za stejných podmínek jako v předchozích případech, čímž se získá nemagnetický produkt měděného koncentrátu. Získaný produkt zvyšuje výtěžnost mědi v nadsítné frakci z prvního síta o 2 %, tj. více než 25 % mědi je zadrženo v magnetickém produktu.
- 5

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro separaci neželezných kovů ze škváry, zejména z frakce škváry o velikosti částic do 2 milimetrů, **vyznačující se tím**, že obsahuje

- 5 vstup pro škváru vedoucí na první síto (11) s velikostí otvorů 500 mikrometrů, přičemž od tohoto prvního síta (11) vede výstup nadsítné frakce na první mokré třepací stůl (21), z něžž vede výstup lehké frakce do první jímací nádoby (51) na produkt s vysokým obsahem hliníku a výstup těžké frakce vede do prvního mokrého magnetického separátoru (31), z něžž výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby (52) na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a za výstup
- 10 magnetické frakce je zařazen válcový mlýn (4), jehož výstup vede na druhé síto (12) s velikostí otvorů 200 mikrometrů, jehož výstup podsítné frakce vede do třetí jímací nádoby (53) na produkt s nízkým obsahem mědi a výstup nadsítné frakce vede do druhého mokrého magnetického separátoru (32) pro rozdělení do čtvrté jímací nádoby (54) na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi a do páté jímací nádoby (55) na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi,
- 15 přičemž výstup směsné frakce z prvního mokrého třepacího stolu (21) vede na druhý mokré třepací stůl (22), z něžž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby (51) na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby (56) na produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup těžké frakce vede do třetího mokrého magnetického separátoru (33), z něhož výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby (52) na nemagnetický produkt
- 20 s vysokým obsahem mědi a výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby (54) na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi, a výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby (56),
- přičemž výstup podsítné frakce z prvního síta (11) vede na třetí mokré třepací stůl (23), z něžž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby (51) na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru (34), z něhož výstup nemagnetické frakce vede do druhé jímací nádoby (52) na nemagnetický produkt s vysokým obsahem mědi a
- 25 výstup magnetické frakce vede do čtvrté jímací nádoby (54) na magnetický produkt s nízkým obsahem mědi, a
- přičemž výstup směsné frakce z třetího mokrého třepacího stolu (23) vede na čtvrtý mokré třepací stůl (24), z něžž výstup lehké frakce vede do první jímací nádoby (51) na produkt s vysokým obsahem hliníku, výstup těžké frakce vede do čtvrtého mokrého magnetického separátoru (34), a
- 30 výstup směsné frakce vede do šesté jímací nádoby (56).

1 výkres



Obr. 1