

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2005-398**
(22) Přihlášeno: **20.06.2005**
(40) Zveřejněno: **13.12.2006**
(Věstník č. 12/2006)
(47) Uděleno: **02.11.2006**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **13.12.2006**
(Věstník č. 12/2006)

(11) Číslo dokumentu:

297 448

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
B09B 3/00 (2006.01)
C01F 7/74 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 292778 B6; CZ 286987 B6; IT 1241502 B; GB 589239; US 3375066; CZ 1994-2053; US 20040052719 A1.

(73) Majitel patentu:

DIAMO, s.p. Stráž pod Ralskem, Stráž pod Ralskem, CZ

(72) Původce:

Kalous Jaroslav Ing., Brno, CZ
Tesař Stanislav Ing., Přerov, CZ

(54) Název vynálezu:

Způsob zpracování síranových roztoků

(57) Anotace:

Způsob zpracování síranových roztoků, které mohou obsahovat volnou kyselinu sírovou, s vysokým obsahem iontů hliníku a dalších iontů, které jsou vytěženy z horninového prostředí při jeho sanaci například po chemické těžbě kovu a roztoků jím podobných chemickým složením spočívá v postupné alkalizaci síranových roztoků ve více než jednom, nejméně však ve dvou stupních. V prvním stupni se provede alkalizace vápenným mlékem, případně kombinací vápence a vápenného mléka při pH nejvýše do pH 8,2, při němž ještě nevzniká amoniak, vyloučí se však převážná část hliníku a ostatních kovů ve formě hydratovaných oxidů, případně jejich komplexů a převážná část síranů ve formě dihydrátu síranu vápenatého a vzniklá suspenze se po homogenizaci a zrání separuje společně se suspenzí z druhého stupně. Zpracování roztoku pokračuje v druhém stupni alkalizací filtrátu z prvního stupně do pH vyššího než pH 8,2 a vzniklá suspenze druhého stupně se po homogenizaci a zrání separuje.

CZ 297448 B6

Způsob zpracování síranových roztoků

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu zpracování síranových roztoků, které mohou obsahovat volnou kyselinu sírovou, s vysokým obsahem iontů hliníku a dalších iontů, které jsou vytěženy z horninového prostředí při jeho sanaci například po chemické těžbě kovu a roztoků jim podobných chemickým složením. Cílem postupu podle vynálezu je vyvedení solí a získání využitelných produktů z těchto roztoků a zároveň jejich vyčištění na hodnoty vody schopné vypouštět do vodoteče.

10

Dosavadní stav techniky

15

Síranové roztoky ze sanačního čerpání po chemickém vytěžení kovu, například uranu a síranové roztoky jim podobné obsahují téměř vždy volnou kyselinu sírovou a ionty řady kovů jako je hliník, jehož koncentrace se pohybuje kolem 4 až 5 g/l. Koncentrace hliníku po tepelném přepracování vytěženého kyselého roztoku na odparkách může přesahovat i 25 g/l. Další významnou složkou je železo, jehož koncentrace je asi třikrát až čtyřikrát nižší než koncentrace hliníku. Koncentrace ostatních kovů jako je mangan, zinek, hořčík, berylium, nikl, chrom, vanad a další jsou nižší o dva až o několik řádů. Koncentrace síranů v tepelně přepracovaných roztocích může být i vyšší než 180 g/l. Zahuštěné kyselé síranové roztoky mohou také obsahovat řádově gramové množství NH_4^+ iontů v jednom litru roztoku. Rozpouštěných látek v zahuštěných kyselých roztocích může být i více než 300 g/l.

25

Dosud uvažované koncentrace sanace podzemního prostoru po chemické těžbě kovu, například uranu a následné sanační technologie předpokládaly zahušťování vytěžené kontaminované vody na odparkách. Koncentrované roztoky z odparek jsou v technologické části krystalizace a rekrytalizace přepracovány na kamenec hlinitoamonný. Čistý kamenec je využit jako komerční produkt. Matečné louhy jsou znovu tepelně zpracovány za vzniku dalšího podílu krystalického kamence hlinitoamonného a kapalného zbytku, který je možno vracet do technologie.

30

Mimo jiné se dosud uvažovaných technologií, například v patentu CZ 288 775, navrhuje přepracování krystalického kamence ve vodném roztoku, v pevné nebo v roztavené formě oxidem nebo hydroxidem vápenatým. Vzniklou pevnou fází lze využít pro sanaci skládek.

35

Je známo i převedení kamence hlinitoamonného na využitelné produkty jako je sádra, hydroxid hlinitý a další, působením rozpustných vápenatých solí, jak uvádí patent CZ 292 778.

40

Také je známa i celá řada postupů, například dle patentů CZ 286 931, CZ 286 987, CZ 286 988, CZ 288 407, CZ 292 743 a CZ 292 762, převádějících kamenec hlinitoamonný na vápenato-hlinité hmoty, cementy a kalcinační produkty, vhodné po přepracování k použití na sanační či stavební materiály.

45

Všechny tyto postupy přepracovávají kamenec vyrobený s vysokou energetickou náročností. Zpracovávají pouze vyčleněnou část síranových roztoků a jsou podmíněné komerčním zájmem o vyrobené produkty.

50

Je ovšem známa řada jiných alkalizačních činidel a postupů jako jsou například odpadní louhy nebo i amoniak, které vytvářejí s kyselými síranovými roztoky převážně rozpustné soli. Vzniklé roztoky či suspenze se musí zpracovat speciálními vesměs složitými technologiemi, vedoucími k oddělení krystalizaci jejich rozpustných solí a dílčí separaci jednotlivých vznikajících produktů, které by bez vydělení z roztoku neúměrně zatěžovaly životní prostředí.

Nejobvyklejší postup pro zneškodňování kyselých roztoků a vyvedení rozpuštěných solí z nich spočívá v jejich prosté neutralizaci vápenatým mlékem, strojní separaci kalů po dosažení pH suspenze cca pH 8,5 až 10,0. V takto zneškodňovaných kyselých roztocích však z přítomných kovů převažuje železo. Hliník bývá přítomen jen v nepatrných koncentracích. Separovaná pevná hmota se uloží na skládku nebo je využita k zakrytí skládek, případně k rekultivaci prostor vzniklých těžbou. Kapalný odpad je většinou vypouštět do vodního toku.

Je známá i technologie neutralizace kyselých síranových roztoků s obsahem volné i vázané kyseliny sírové, s obsahem různých kovů, z nichž nejobvyklejší je železo a další kovy, kombinací mletého vápence v prvním stupni do pH 2,5 max. do pH 3,0 a vápenného mléka ve druhém stupni do pH 8,5 až 10,0. Tato technologie je zaměřena na výrobu bílého sádrovce při pH maximálně pH 3,0, který se při tomto pH separuje. Vzniklý produkt se průmyslově využívá ve stavebnictví. Postup je popsán například v patentu CZ 106 269 a v pozdějších patentech, například US 3 375 066. Suspenze z druhého stupně, se separuje a uloží na skládce nebo se využije.

Nevýhodou pro využití uvedených postupů při vyvádění soli, za současné výroby využitelných produktů ze síranových roztoků vytěžených sanačním čerpáním po chemické těžbě kovů, například uranu a síranových roztoků jim podobných, je vysoká koncentrace hliníku v kyselých síranových vodách. Ten při pH, které je nutné k odstranění ostatních přítomných kovů přechází spolu se zinkem zpět do roztoku.

Další nevýhodou prosté nebo i kombinované neutralizace či alkalizace síranových roztoků s obsahem síranů a kyseliny sírové, železa a dalších kovů, při vysoké koncentraci hliníku vápenatých alkalizačním činidlem je houstnutí a ztuhnutí suspenze. Tím je ztížena až znemožněna homogenizace alkalizace vznikající hmoty a podstatně zkomplikována další manipulace s ní.

Převážná část vody zůstává buď jako krystalová voda, nebo vlhkost ve ztuhlé hmotě, jejichž chemické složení může být v různých místech reaktoru různé. Vznikající tuhnoucí hmotou lze jen velmi obtížně homogenizovat a ztuhlou hmotu v reaktoru nelze homogenizovat vůbec. Vodu by bylo možno odstranit pouze sušením.

To vše násobně zvyšuje i požadavky na energii případně pohonné hmoty pro přepravu vzniklého produktu k jejímu využití nebo uložení na skládku, nehledě na obtížně řešitelný až neřešitelný provoz alkalizační linky v průtočném zařízení v němž dochází až ke ztuhnutí produktu alkalizace.

Uvedené nevýhody jsou tak vážné, že dosud žádný ze známých postupů nemohl být realizován v průmyslovém rozsahu pro vyvádění solí, ze současné výroby využitelných produktů ze síranových roztoků vytěžených sanačním čerpáním po chemické těžbě kovů například uranu a síranových roztoků jim podobných, například zahuštěných, které obsahují volnou kyselinu sírovou, ionty hliníku a řadu iontů dalších kovů.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody jsou odstraněny způsobem zpracování síranových roztoků podle vynálezu spočívajícím v postupné alkalizaci síranových roztoků ve více než jednom, nejméně však ve dvou stupních.

Na kyselé síranové roztoky se v prvním stupni alkalizace působí hydroxidem vápenatým nebo kombinací mletého vápence a hydroxidu vápenatého za případného dávkování sádrovcové substance, například rozmixovaného koláče z kalolisu z prvního stupně alkalizace tak, aby se vysrážel převážný podíl síranů, hliníku a dalších přítomných kovů ve formě jejich hydratovaných oxidů a pH suspenze nepřesáhlo hodnotu, při níž vysrážený hliník, případně zinek přechází znovu do rozsahu, nebo jen v malé míře a nepřesáhlo hodnotu pH 8,2, při níž dochází k uvolňování plynného amoniaku.

Vzniklá suspenze se podrobí v jednom nebo několika reaktorech homogenizaci a zrání, aby se snížilo krátkodobé kolísání pH a dokončily se reakce přítomných kovů s vápenatým hydrátem v mezích rozpětí pH povoleného v prvním stupni. V homogenizačním reaktoru po alkalizaci současně dochází ke snížení přesycení roztoku síranem vápenatým a nárůstu krystalů sádrovce na velikost vhodnou k následující separaci. Zhomogenizovaná a vyžralá suspenze se poté separuje, nejlépe na kalolisech.

Proces vyvádění přítomných kovů či solí pokračuje ve druhém stupni alkalizací filtrátu z prvního stupně do pH vyššího než pH 8,2 s výhodou od pH 9,5 až pH 11,8 vápenatým hydrátem, za případného dávkování substance obsahující sádrovec, s výhodou filtrační koláč nebo suspenze z prvního stupně.

Suspenze z druhého stupně alkalizace se opět podrobí homogenizaci a zrání, aby se snížilo krátkodobé kolísání pH a dokončily se reakce vápenného hydrátu s kovy v mezích rozpětí pH povoleného ve druhém stupni. V reaktorech druhého stupně po alkalizaci se uvolňuje amoniak a současně s homogenizací se rovněž přesycení roztoku síranem vápenatým. Amoniak zbývající v kapalně fázi druhého stupně se odstraňuje v potřebném rozsahu až ve slivu z usazováku před jeho vypuštěním do životního prostředí.

Suspenze z druhého stupně se následně zahustí nejlépe v usazováku, zahuštěný podíl se vrátí do prvního stupně alkalizace a separuje se spolu se suspenzí vzniklou v prvním stupni alkalizace jako homogenní směs nejlépe při pH, které je blízké maximální hodnotě pH povoleného pro první stupeň alkalizace nebo se separuje samostatně.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Při běžném způsobu míchání cca 1000 ot/min laboratorním vrtulovým míchadlem bylo ve dvou stupních vápenným mlékem o koncentraci 171 g/l CaO zalkalizováno 3000 ml modelového kyselého síranového roztoku, o teplotě 22 °C. Kyselý roztok obsahovat 82 520 mg/l síranů, 16 150 mg/l hliníku, 4100 mg/l železa z toho 426 mg/l Fe^{3+} a 86 mg/l manganu.

a) K alkalizaci v prvním stupni bylo použito vápenné mléko, připravené z čerstvě uhašeného páleného vápna. Bylo dávkováno postupně po dobu 5 minut. Hodnota pH dosáhla 6,2 a po 15 minutách míchání se zvýšila na pH 7,5. Ve filtrátu vzorku odebraného po 15 minutách bylo nalezeno 7914 mg/l síranů, 3574 mg/l železa, méně než 0,5 mg/l hliníku a 2,2 mg/l manganu. Po odfiltrování suspenze 135 minut od zahájení alkalizace bylo pH 7,8 a filtrát obsahoval 7690 mg/l síranů, 3464 mg/l železa, 1,6 mg/l manganu a 0,004 mg/l hliníku. Suspenze se dobře bez problému promíchávala a filtrovala.

b) Jeden litr filtrátu z prvního stupně byl běžným způsobem dále zalkalizován vápenným mlékem ve druhém stupni a pH 10,6. Po 15 minutách byl odebrán vzorek a suspenze z něho byla odfiltrována. Filtrát obsahoval 2862 mg/l síranů. Po odfiltrování suspenze ze vzorku odebraného 135 od zahájení alkalizace byla hodnota pH suspenze ve druhém stupni 10,7 a filtrát obsahovat 2480 mg/l síranů, méně než 0,05 mg/l železa a méně než 0,05 mg/l manganu, 0,004 mg/l hliníku.

Příklad 2

Při běžném způsobu míchání 1000 ot/min bylo ve dvou stupních zalkalizováno 4500 ml kyselého koncentrovaného síranového roztoku o teplotě 80 °C ze sanačního čerpání po chemické těžbě uranu, zahuštěného na odparkách. Zahuštěný roztok obsahoval 17 9100 mg/l síranů, 23 580 mg/l

hliníku, 7770 mg/l železa, 295 mg/l zinku, 228 mg/l hořčíku, 131 mg/l manganu, 96 mg/l niklu, 21 mg/l chromu, 4,3 mg/l berylia, 39 mg/z arzenu, 2,34 mg/l kadmia a 4610 mg/l NH_4^+ . Kyselý roztok byl alkalizován vápenným mlékem o koncentraci 171 g/l CaO.

- 5 V prvním stupni se teplota po alkalizaci zvýšila na 92 °C a k dosažení pH 6,0 bylo třeba 12 % přebytku CaO. Po 15 minutách míchání se zvýšilo pH na hodnotu 7,5 a po 135 minutách bylo pH 7,8.

- 10 Suspenze byla poté odfiltrována. Ve filtrátu bylo nalezeno 8100 mg/l síranů, 0,002 mg/l hliníku, 9,3 mg/l železa, 2,5 mg/l manganu, méně než 0,02 mg/l zinku a 32 mg/l hořčíku, 2 mg/l mědi a méně než 0,06 mg/l niklu, chromu, arzenu a olova. Kadmia bylo nalezeno méně než 0,03 mg/l a berylia bylo méně než 0,004 mg/l. Filtrát byl dále zalkalizován ve variantách a) až c) ve druhém stupni.

- 15 a) Jeden litr filtru z prvního stupně byl běžným způsobem dále zalkalizován vápenným mlékem ve druhém stupni na pH 11,8. Po 15 minutách byl odebrán vzorek a suspenze z něho byla odfiltrována. Filtrát obsahoval 2300 mg/l síranů. Po odfiltrování suspenze 135 minut od zahájení alkalizace byla hodnota pH suspenze ve druhém stupni 11,7 a filtrát obsahoval 1680 mg/l síranů.

- 20 b) V jednom litru filtrátu z prvního stupně bylo rozmícháno 7 g filtračního koláče který měl 39,4 % sušiny a suspenze byla běžným způsobem dále zalkalizována vápenným mlékem ve druhém stupni na pH 11,8. Po 15 minutách byl odebrán vzorek a suspenze z něho byla odfiltrována. Filtrát obsahoval 2180 mg/l síranů. Po odfiltrování suspenze 135 minut od zahájení alkalizace byla hodnota pH suspenze ve druhém stupni 11,8 a filtrát obsahoval 1560 mg/l síranů.

- 25 c) V jednom litru filtrátu z prvního stupně bylo rozmícháno 10 g filtračního koláče, který měl 39,4 % sušiny a suspenze byla ihned běžným způsobem dále zalkalizována vápenným mlékem ve druhém stupni na pH 11,6. Po 15 minutách byl odebrán vzorek a suspenze z něho byla odfiltrována. Filtrát obsahoval 2220 mg/l síranů. Po odfiltrování suspenze 135 minut od zahájení alkalizace
30 byla hodnota pH suspenze ve druhém stupni 11,7 a filtrát obsahoval 1320 mg/l síranů.

- Z 500 ml filtrátu z druhého stupně každé ze tří uvedených zkoušek a), b), c) byl připraven slévaný vzorek, v němž bylo nalezeno 1480 mg/l síranů, 0,67 mg/l hořčíku, méně než 0,05 mg/l železa, manganu, niklu, arzenu, mědi a olova, méně než 0,5 mg/l hliníku a méně než 0,02 mg/l zinku.
35 Koncentrace chromu ve filtrátu byla nižší než 0,06 mg/l, koncentrace berylia byla nižší než 0,004 mg/l a koncentrace kadmia byla nižší než 0,03 mg/l.

- Sírany ve formě sádrovce a závadné kovy ve formě nerozpustných nebo jen nepatrně rozpustných svých hydratovaných oxidů, podle jejich mezí rozpustnosti, byla vysrážena v suspenzi odfiltrované po prvním a druhém stupni alkalizace.
40

Příklad 3

- 45 V průtočném modelovém zařízení byla ve dvou stupních alkalizován vápenným mlékem, koncentrovaný kyselý matečný roztok po odloučení kamence hlinitoamonného o teplotě 40 °C.

- Nátok kyselého síranového roztoku do prvního stupně byl 0,9 m³/h. Obsahoval 140 700 mg/l síranů, 7900 mg/l železa, 1290 mg/l manganu, 24 000 mg/l hliníku, 320 mg/l zinku a 1900 mg/l
50 NH_4^+ .

- Rozmezí pH v alkalizačním reaktoru prvního stupně R1 se pohybovalo převážně mezi hodnotami pH 5,3 až 5,9. Doba zdržení v homogenizačním reaktoru H1 byla cca 2,5 hodiny přičemž pH bylo převážně v rozmezí pH 6 až 7,5. V homogenizačním reaktoru H11 bylo pH převážně 6,5 až
55 7,8. Reaktor H11 byl využit současně jako zásobní nádrž suspenze čerpané do kalolisu a doba

zdržení v něm byla v průměru přibližně 1 hodina. Zhomogenizovaná a vyzrálá suspenze se odfiltróvala na kalolise.

5 Filtrát se dále zalkalizoval vápenným mlékem v uzavřeném reaktoru druhého stupně R2 a hodnoty pH převážně pH 11,4 až 11,8. Po homogenizaci a vyzrání suspenze v uzavřeném homogenizačním reaktoru druhého stupně H2 při době zdržení přibližně 3 hodiny a jejím zahuštěním v usazováku se suspenze separovala na kalolise. Amoniak, který se při uvedených hodnotách pH uvolňoval byl odsáván a zachycován v promývací koloně do kyselého roztoku.

10 Ve sléváných filtrátech vzorků z jednotlivých reaktorů prvního a druhého stupně bylo nalezeno:

	komponenta	reaktor R1	reaktor H1	reaktor H11	reaktor R2	reaktor H2	usazovák
	síraný mg/l	3080	2760	2740	1770	1510	1580
	Fe mg/l	208	16,2	11,6	<0,05	<0,05	<0,05
15	Mn mg/l	23,2	5,94	4,89	0,05	<0,05	<0,05
	Al mg/l	8,5	3,5	0,5	0,5	0,5	<0,5
	Zn mg/l	4,5	0,4	0,2	0,05	0,06	0,03

20 Vyvedení síranů z kyselého roztoku bylo 98,87 %, vyvedení závadných kovů je více než 99,99 %.

Příklad 4

25 V průtočném modelovém zařízení byl ve dvou stupních alkalizován vápenným mlékem roztoku ze sanačního čerpání po chemické těžbě uranu zředěný 1:1 vodovodní vodou. Měl teplotu 22 °C.

Nátok kyselého síranového roztoku do prvního stupně byl 0,9 m³/h. Obsahoval 16 700 mg/l síranů, 706 mg/l železa, 10,6 mg/l manganu, 2290 mg/l hliníku, 29,5 mg/l zinku a 345 mg/l HH_4^+ .

30 Rozmezí pH v alkalizačním reaktoru prvního stupně R1 se pohybovalo převážně mezi hodnotami pH 5,1 až 7,9. Doba zdržení v homogenizačním reaktoru H1 byla přibližně 2 hodiny, pH v něm bylo převážně v rozmezí pH 6,0 až 7,3. V homogenizačním reaktoru H11 bylo pH převážně v rozmezí pH 6,2 až 7,4. Doba zdržení v něm byla rovněž asi 2 hodiny. Zhomogenizovaná a vyzrálá suspenze z prvního i druhého stupně se společně z reaktoru H11 odfiltróvala na kalolise.

40 Filtrát se dále zalkalizovat vápenným mlékem v uzavřeném reaktoru druhého stupně R2 na hodnoty pH převážně pH 8,8 až 9,9. Zhomogenizovaná a vyzrálá suspenze po době zdržení přibližně 4 hodiny při pH převážně v rozmezí pH 9,4 až 10 v uzavřeném míchaném homogenizačním reaktoru druhého stupně H2 se zahustila v usazováku. Amoniak, který se při uvedených hodnotách pH uvolňoval v reaktoru R2, H2 a v usazováku byl odsáván a zachycován v promývací koloně do kyselého roztoku. Zahuštěná suspenze se v usazováku přečerpávala průběžně do homogenizačního reaktoru prvního stupně H1.

45 Ve sléváných filtrátech vzorků z jednotlivých reaktorů prvního a druhého stupně bylo nalezeno:

	komponenta	reaktor R1	reaktor H1	reaktor H11	reaktor R2	reaktor H2	usazovák
	síraný mg/l	2960	2540	2480	2160	2140	2140
	Fe mg/l	38,1	35,9	33,2	1,55	<0,5	<0,5
50	Mn mg/l	6,6	9,4	7,8	1,3	0,3	0,3
	Al mg/l	17,5	2,5	0,5	0,5	0,5	<0,5
	Zn mg/l	3,8	3,8	0,2	0,2	0,1	0,05

Vyvedení síranů z kyselého roztoku byl 87,2 %, železa 99,9, manganu 98,1 %, zinku a hliníku 99,8 %.

5

PATENTOVÉ NÁROKY

- 10 1. Způsob zpracování síranových roztoků, které mohou obsahovat volnou kyselinu sírovou, amonné ionty, ionty hliníku, železa, manganu, zinku a dalších i těžkých kovů jako například berylia, vanadu, arzenu, niklu, jako jsou například síranové roztoky, vytěžené z horninového prostředí po chemické těžbě kovu, například uranu při jeho sanaci a síranových roztoků jim podobných chemickým složením, které mohou být před zpracováním zahuštěny či zředěny nebo jinak
15 upraveny či zpracovány například částečným vyvedením některých solí, **v y z n a č e n ý t í m**, že zpracování se provede postupnou alkalizací síranových roztoků ve více než jednom, nejméně však ve dvou stupních, přičemž v prvním stupni se provede alkalizace vápenným mlékem, případně kombinací vápence a vápenného mléka, s výhodou při pH v rozmezí pH 4 až pH 7,5, nejvýše však do pH 8,2, při němž ještě nevzniká amoniak, vyloučí se však převážná část hliníku
20 a ostatních kovů ve formě hydratovaných oxidů, případně jejich komplexů a převážná část síranů ve formě dihydrátu síranu vápenatého, poté se suspenze z prvního stupně podrobí homogenizaci a zraje po dobu delší než 30 minut, s výhodou 2 až 4 hodiny, načež se separuje s výhodou na kalolisech a zpracování roztoku pokračuje ve druhém stupni alkalizací filtrátu z prvního stupně do pH vyššího než pH 8,2, s výhodou do pH 9,5 až pH 11,8, načež se suspenze druhého stupně
25 podrobí homogenizaci a zraje po dobu delší než 30 minut, s výhodou 2 až 4 hodiny, a poté se separuje s výhodou na kalolisech.
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č e n ý t í m**, že do alkalizovaného síranového roztoku se v prvním a/nebo ve druhém stupni dávkuje krystalizační centra sádrovce, s výhodou rozmixovaný filtrační koláč z prvního stupně alkalizace.
30
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č e n ý t í m**, že do prvního stupně v průběhu alkalizace a/nebo homogenizace a zraje případně ještě před alkalizací se vrací zahuštěná suspenze z druhého stupně, přičemž suspenze z prvního i druhého stupně se separuje společně jako
35 výsledný produkt alkalizace obou stupňů, s výhodou na kalolisu toliko po prvním stupni.

40

Konec dokumentu
