



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

199228

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 01 F 5/06

(22) Přihlášeno 09 12 70

(21) (PV 8303-70)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 10 12 69
(A 11478/69) Rakousko

(40) Zveřejněno 17 09 79

(45) Vydáno 15 05 83

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

PERTL ARMIN dipl. ing., RADENTHEIN (Rakousko)

(54) Způsob úpravy přírodních, ve vodě nerozpustných sloučenin hořčíku

1

Předmětem vynálezu je způsob úpravy přírodních, ve vodě nerozpustných sloučenin hořčíku, zejména magnesu, v rozemleté formě pomocí chlorovodíku.

Je již známo několik způsobů k úpravě magnesu pomocí kyselin. Při jednom z těchto způsobů se k oddělení vápna a/nebo dolomitu od magnesu přidává k materiálu, určenému k úpravě, v nepáleném stavu a výhodně v podobě jemného prášku, zejména se zrněním pod 1 mm nebo lépe pod 0,5 mm, takové množství minerální kyseliny tvořící ve vodě snadno rozpustné vápenaté soli, jako je kyselina chlorovodíková nebo výhodně kyselina dusičná, že se vápno a/nebo dolomit převedou v příslušné vápenaté, popřípadě vápenaté a hořčnaté soli, avšak magnesit zůstane nedotčen, načež se magnesit oddělí od vzniklých solí. Jiný způsob úpravy magnesu a jiných hmot bohatých kyslíkem hořčnatým záleží v tom, působit na horninu nebo na příslušnou hmotu po odehnání popřípadě přítomné kyseliny uhličitě zředěnými kyselinami, které tvoří s vápníkem ve vodě rozpustné soli, vzniklé vápenaté soli promýt a zbytek po odvodnění vysušit a slinout nebo roztavit.

Uvedené způsoby úpravy magnesu spočívají tedy v pouhém snížení obsahu vápní-

2

ku v magnesu, přičemž množství ostatních původně přítomných nečistot zůstává nezměněno.

Rovněž je známo převádět kyslíčník hořčnatý, pálený za nízké teploty, s nízkým obsahem Fe_2O_3 , například s obsahem 0,25 proc. Fe_2O_3 , v kyslíčník hořčnatý se sníženým obsahem, například 0,04 % Fe_2O_3 , tak, že se kyslíčník hořčnatý nejprve zahřeje na teplotu 800 až 1500 °C a pak se při této teplotě nechá na něj působit proud plynného chloru ve směsi s jiným inertním plynem a malým množstvím redukčně působícího plynu. Při podobném známém způsobu se takový kyslíčník hořčnatý zahřeje horkými, slabě redukčně působícími plynými spaliny na teplotu přibližně 1110 až 1200 °C, načež se podrobí dalšímu působení směsi těchto spalin a plynu skýtajícího chlor. Při vyšším obsahu sloučenin železa ve výchozím materiálu jsou však tyto způsoby nevhodné. Kromě toho bylo zjištěno, že při pálení přírodních sloučenin hořčíku obsahujících železo, prováděním obvyklým způsobem v oxidační atmosféře, totiž v přítomnosti vzdušného kyslíku se sloučeniny železa převádějí již od teplot asi 500 °C v železitany, které jsou jen nesnadno odstranitelné. Na tomto poznatku spočívá další známý způsob výroby kaustického

kysličníku hořečnatého nebo slinutého kysličníku hořečnatého s nižším obsahem železa z přírodních, železo obsahujících sloučenin hořčíku, které pálením poskytují MgO, jako zejména surového magnetitu, přičemž přírodní sloučeniny hořčíku se vypalují až k získání kaustického kysličníku hořečnatého popřípadě slinutého kysličníku hořečnatého, a získaný kysličník hořečnatý se pak zpracuje plynným chlorem. Při tomto způsobu se pálení provádí v redukční atmosféře a chlorace v nepřítomnosti látek, které za daných reakčních podmínek působí redukčně nebo oxidačně. Získaný výsledný produkt se vyznačuje značně sníženým obsahem sloučenin železa i jiných doprovodných látek, jako zejména sloučenin manganu a hliníku.

U tří naposled uvedených způsobů se výchozí materiály v podobě pevných látek zpracují plynnými látkami a přitom vzniklé reakční produkty nečistot, přítomných ve výchozích látkách, se oddělí ve formě těkavých sloučenin. Takovýto postup v plynné fázi je však spojen z hlediska zařízení s obtížemi a zvýšenými náklady.

Účelem vynálezu je tyto obtíže a nedostatky odstranit a současně upravovat přírodní, ve vodě nerozpustné sloučeniny hořčíku, jako je brucit, dolomitický magnetit, magnetický dolomit, dolomit, zejména však magnetit, tak, aby bylo možno dosáhnout velmi značného snížení obsahu všech doprovodných látek z výchozího materiálu.

Předmětem tohoto vynálezu je způsob úpravy přírodních, ve vodě nerozpustných sloučenin hořčíku, vybraných ze skupiny zahrnující brucit, dolomitický magnetit, magnetický dolomit, dolomit a zejména magnetit, v rozemleté formě chlorovodíkem, jehož podstatou je, že se přírodní, ve vodě nerozpustné sloučeniny hořčíku, popřípadě v kausticky vypálené formě, rozemelou na velikost zrna do 0,3 mm, s výhodou do 0,1 mm, v prvním stupni úpravy se rozplavují ve vodě až do dosažení hodnoty pH 3, s výhodou přibližně 1, působením plynného chlorovodíku nebo kyseliny chlorovodíkové, která obsahuje 12 až 37,5 % hmotnostních, s výhodou 20 % hmotnostních chlorovodíku, při teplotě mezi teplotou místnosti a teplotou varu směsi voda — kyselina chlorovodíková, s výhodou při teplotě nad 70 °C, potom se popřípadě přítomný chlorid železnatý převede oxidací peroxidem vodíku, kyslíkem, vzduchem, peroxidovosíranem amonným nebo s výhodou chlorem na chlorid železitý, potom se zvýší hodnota pH na 4 až 9 zvláště na 7 až 8, s výhodou pomocí aktivního kysličníku hořečnatého, k vysrážení a oddělení hydroxidů železa a hliníku, popřípadě kysličníku železitého a kysličníku hlinitého, a popřípadě se též vysráží a oddělení vápenaté sloučeniny přidávkou síranu hořečnatého nebo kyseliny sírové a potom se chlorid hořečnatý přítomný ve zbývajícím roztoku převede o sobě známým

způsobem při teplotě 500 až 1000 °C tepelným štěpením na kysličník hořečnatý a chlorovodík, který se použije k úpravě dalšího výchozího materiálu v prvním stupni úpravy.

Při oddělování hydroxidů železa a hliníku, tedy seskvioxidů (R_2O_3), se současně z velké části odstraní i kyselina křemičitá, a to jednak proto, že je přítomna v nerozpustné formě, jednak proto, že je strhována sraženinou hydroxidů, popřípadě seskvioxidů.

Chlorovodík se při způsobu podle vynálezu může přivádět ve formě kyseliny chlorovodíkové, zejména koncentrované, nebo výhodně jako plyn. Použití plynného chlorovodíku, zejména ve zředěné formě, jak se získává při štěpení chloridu hořečnatého nebo jeho roztoků, je výhodné proto, že je možno využít značně velkého rozpouštěcího tepla chlorovodíku ve vodě, a že je možno dosáhnout podstatně vyšších koncentrací chloridu hořečnatého v roztoku než při použití kyseliny chlorovodíkové. Při použití plynného chlorovodíku je možno dosáhnout libovolných koncentrací chloridu hořečnatého až po koncentraci při nasycení. Naproti tomu při použití kyseliny chlorovodíkové je dosažitelná koncentrace chloridu hořečnatého závislá na koncentraci kyseliny a v praxi se zde dosáhne nejvýše koncentrace odpovídající přibližně 150 g MgO/l, avšak i toto jen tehdy, když se v dalších stupních odpaří voda.

Při použití surového magnetitu nebo jiných přírodních, ve vodě nerozpustných sloučenin hořčíku v nepáleném stavu jako výchozího materiálu jsou sloučeniny železa a manganu z výchozího materiálu přítomny v roztoku získaném působením chlorovodíku v podobě sloučenin dvojmocného železa a dvojmocného manganu. Oddělení sloučenin železa a manganu je však možno provést přibližně kvantitativně jen tehdy, jsou-li železo a mangan přítomny ve výše-mocné formě. Při použití surového magnetitu nebo jiných nepálených sloučenin hořčíku, jakožto výchozího materiálu je tedy třeba sloučeniny železa a manganu k jejich oddělení oxidovat.

Této oxidace je možno dosáhnout například pomocí chloru, peroxidu vodíku, kyslíku, vzduchu, amoníumperoxodisulfátu nebo jiných peroxodisulfátů. Při použití kausticky pálených látek, například kausticky páleného kysličníku hořečnatého jakožto výchozí látky, jsou normálně, tj. při výrobě kaustických látek, jako je kysličník hořečnatý, oxidačním pálením, přítomny sloučeniny trojmocného železa již od počátku, takže pro oddělení sloučenin železa není třeba oxidace. Mají-li se však odstranit i sloučeniny manganu prakticky kvantitativně například z kaustického kysličníku hořečnatého, je současně nutná přísada oxidačního činidla. Pro srážení kysličníků železa a manganu a současně i Al_2O_3 se nej-

lépe používá vysoce aktivního kysličníku hořečnatého, například kaustického kysličníku hořečnatého, získaného z přírodních magnesitů pálením ve vzhledu. Výhodně lze pro tento účel použít kysličníku hořečnatého, který se získá popisovaným způsobem při štěpení chloridu hořečnatého.

Je-li žádoucí i snížení obsahu vápna obsaženého ve výchozím materiálu, srazí se vápenaté sloučeniny převedením v těžko rozpustnou formu, zejména převedením v síran vápenatý, například přidáním síranu hořečnatého nebo kyseliny sírové. Oddělení kysličníků železa, hliníku a manganu a sloučenin vápníku je popřípadě možno provést současně. Přitom je v každém případě možné ovlivňovat obsah vápna ve výsledném produktu nastavením srážecí teploty. K získání nízkého obsahu kysličníku vápenatého v upraveném magnesitu se vápenaté sloučeniny srážejí při nižší teplotě, k získání vyššího obsahu CaO při vyšší teplotě.

Roztok chloridu hořečnatého, připravený popsáním způsobem, se pak například vstříkáním do reaktoru může převést v kysličník hořečnatý, přičemž se získá plynný chlorovodík ve směsi se spalnými plyny a vodní párou. Plynný chlorovodík se pak může odvádět zpět, k rozpouštění nového výchozího materiálu, do prvního stupně.

Při jedné obzvláště účelné obměně způsobu podle vynálezu se rozpouštění výchozího materiálu provádí nepřetržitě, například v trubkovém reaktoru nebo v reakční věži. Přitom se teplota v reakční nádobě při použití plynného chlorovodíku obsahujícího vodní páru, například při použití plynů odpadajících při štěpení chloridu hořečnatého, udržuje nad rosným bodem vody, prakticky na 100 °C nebo poněkud výše, aby se zabránilo kondenzaci vodní páry a tím i zředování roztoku.

Použije-li se jako výchozího materiálu magnesitu s vyšším obsahem dolomitu nebo samotného dolomitu, je možno výchozí materiál pálit tak, že se prakticky rozloží pouze uhličitán hořečnatý, avšak uhličitán vápenatý zůstane zachován v podstatě ne-

změněn. Při použití výchozího materiálu takto páleného se jeho rozpouštění chlorovodíkem provádí při hodnotě pH nikoli pod 3. Přitom se pak rozpustí pouze MgO, kdežto CaCO₃ kyselina se ještě nerozkládá. Při použití takového výchozího materiálu se účelně pracuje za míchání nebo homogenního míšení, aby se v reakční nádobě udržela stejnoměrná hodnota pH.

Vynález je blíže osvětlen dále uvedenými příklady.

Příklad 1

500 g surového magnesitu se oxidačně pálí při 800 °C a získaných 252,5 g kaustického kysličníku hořečnatého o zrnění 0 až 0,1 mm se rozplaví v 1500 ml vody o teplotě 50 °C. Suspenze se vnese do izolovaného trubkového reaktoru délky 1,5 m a průměru 0,6 m, s náplní, kterým se protiproudě po 3 hodiny provádí horká směs vzduchu a plynného chlorovodíku nasyceného vodní párou (16 % hmot. HCl) o teplotě 100 °C, až soustava obsahuje přibližně 55 g volné kyseliny chlorovodíkové v 1 litru. Teplota v soustavě se udržuje pro vysoké reakční teplo nad rosným bodem vodní páry. Vodní pára odchází z trubkového reaktoru na horním konci s ostatními inertními plyny. Plynný chlorovodík se v soustavě kvantitativně absorbuje. Neutralizace vzniklé nadbytečné kyseliny a srážení R₂O₃ se provádí za míchání za tepla přidáním 70 g vysoce aktivního MgO (95,80 % MgO, 2,30 % ztráta žíháním), získaného rozkladem chloridu hořečnatého. K částečnému oddělení CaO se přidá 120 g MgSO₄·7 H₂O a pak se společně při teplotě místnosti oddělí nerozpustné podíly, R₂O₃ a síran vápenatý. Oddělený podíl (odpad) se promyje 1500 ml destilované vody. Zbývajících 1580 ml roztoku má obsah MgO 176 g/l. Výtěžek MgO činí přibližně 94 %, nehodnotí-li se množství MgO (8,0 g/l) obsažené v odpadající prací vodě jako ztráta.

Složení výchozích látek a výsledného produktu je toto:

Surový magnesit	Kaustický kysličník hořečnatý (přepočteno na ztrátu žhání 0 %)	Výsledný produkt
SiO ₂	1,70 %	3,36 %
Fe ₂ O ₃	1,78 %	3,52 %
Al ₂ O ₃	0,38 %	0,75 %
Mn ₃ O ₄	0,10 %	0,20 %
CaO	1,60 %	3,17 %
MgO (rozdíl)	44,44 %	88,00 %
ztráta žháním	50,00 %	1,00 %

Při tomto pokusu v nádobě s míchadlem se dosáhne výtěžku přibližně 94 %, vztaženo na MgO. Částečné oddělení CaSO₄·H₂O se v tomto případě provádí v odděleném stupni po oddělení nerozpustného podílu + R₂O₃. Sraženina síranů, žháná při 800 °C, sestává z 99,5 % z CaSO₄.

Příklad 2

450 g surového magnesitu se pálí při 700 °C a získané 232 g kaustického kysličníku hořečnatého se zrněním 0 až 0,1 mm se rozplaví v 1500 ml vody o teplotě 50 °C a supenze se vnese jako v příkladu 1 do trubkového reaktoru s náplní. Pak se protiproudě přivádí po 2,5 hodiny do suspenze nezahřátá směs tlakového vzduchu, obsa-

hující přibližně 12 % hmot. plynného chlorovodíku, až soustava obsahuje přibližně 5,8 g/l volné kyseliny chlorovodíkové. Reakčním a rozpouštěcím teplem se teplota soustavy zvýší na 50 až 70 °C. Chlorovodík se kvantitativně pohltí. Neutralizace a vy-srážení R₂O₃ se provede za míchání přidávkem 67,5 g MgO (95,80 % MgO, 2,30 % ztráta žháním), přičemž se přidá malé množství peroxidu vodíku. Roztok se za tepla bez chlazení zfiltruje a sraženina (odpad) se promyje 1500 ml vody. Zbývajících 1575 ml roztoku má obsah MgO 148,5 g/l. Výtěžek MgO činí přibližně 95 %, nehodnotí-li se obsah MgO (13,0 g/l) v odpadající práci vodě jako ztráta.

Složení výchozích látek a výsledného produktu je toto:

Surový magnesit	Kaustický kysličník hořečnatý (přepočteno na ztrátu žhání 0 %)	Výsledný produkt
SiO ₂	2,48 %	4,83 %
Fe ₂ O ₃	1,79 %	3,50 %
Al ₂ O ₃	0,45 %	0,88 %
Mn ₃ O ₄	0,10 %	0,20 %
CaO	0,86 %	1,68 %
MgO (rozdíl)	44,97 %	88,01 %
ztráta žháním	49,30 %	1,00 %

Nízký obsah manganu ve výsledném produktu je způsoben přidáním H₂O₂.

Příklad 3

450 g surového magnesitu o složení uvedeném v příkladu 2 a o zrněním 0 až 0,1 mm se rozplaví v 1500 ml horké vody a suspenze se vnese do trubkového reaktoru s náplní, popsaného v příkladu 1. Do reaktoru se protiproudě přivádí po 4 hodiny horká směs plynného chlorovodíku a vzduchu (přibližně se 40 % hmot. HCl), přičemž dochází k velmi značné tvorbě pěny. Pak se pro oxidaci přivádí chlor, načež se nadbytek kyseliny neutralizuje a kysličníky R₂O₃ se vyloučí přidáním výchozího materiálu, páleného při 700 °C. Výtěžek MgO činí přibližně 85 %, nehodnotí-li se obsah MgO v získané práci vodě jako ztráta.

Analýza výsledného produktu:

SiO ₂	0,02 %
Fe ₂ O ₃	stopy
Al ₂ O ₃	stopy
Mn ₃ O ₄	0,05 %
CaO	1,95 %
MgO (rozdíl)	98,03 %
ztráta žháním	0,00 %

Vzhledem k lepší rozpustnosti uhličitanu vápenatého dochází v tomto případě k obohacení výsledného produktu kysličníkem vápenatým.

Příklad 4

50 g kaustického kysličníku hořečnatého o složení uvedeném v příkladu 1 a se zrněním 0 až 0,1 mm se za míchání magnetickým míchadlem rozplaví ve 250 ml stude-

né vody v uzavřené reakční nádobě, načež se do reakční nádoby po 1,5 hodiny uvádí směs plynného chlorovodíku a kysličníku uhličitého v objemovém poměru 1 : 1. Od přibližně 280 ml získaného roztoku se oddělí nerozpuštěný zbytek a pak se přidávkem 5 g kaustického kysličníku hořečnatého vyloučí seskvioxydy, které se odfiltrují. Zbývající roztok obsahuje přibližně 380 g MgCl_2/l .

V kyselině nerozpustný zbytek, získaný v množství přibližně 3 g, má toto složení:

SiO_2	67,5 %
Fe_2O_3	2,1 %
Al_2O_3	3,5 %
CaO	0,4 %
MgO	26,5 %
ztráta žíháním	0,0 %

Vyloučená sraženina seskvioxydů obsahuje nadbytek 3,8 g kaustického kysličníku hořečnatého a má toto složení:

SiO_2	12,0 %
Fe_2O_3	43,0 %
Al_2O_3	8,0 %
CaO	0,2 %
MgO	36,8 %
ztráta žíháním	0,0 %

Příklad 5

2400 g surového magnesitu zrnění 0 až 0,1 mm se oxidačně pálí při 700 °C a získaných 1241 g kaustického kysličníku hořečnatého se za míchání vnese do 8000 ml 20% kyseliny chlorovodíkové o teplotě 95 °C v otevřené nádobě bez dalšího zahřívání. Vnešené množství aktivního kaustického kysličníku hořečnatého stechiometricky převyšuje použité množství HCl , takže není třeba dalšího přidavku kaustického kysličníku hořečnatého pro sražení. Tím se provede rozpuštění výchozího materiálu a sražení kysličníků R_2O_3 v jedné operaci. Reakční směs se zfiltruje přibližně po 1 hodině. Odfiltrovaná sraženina (odpad) se promyje 8 litry destilované vody. Zbývajících 6210 ml roztoku má obsah MgO 158,50 g/l a obsah CaO 3,00 g/l. Výtěžek MgO činí přibližně 95 %, nehodnotí-li se obsah MgO v získané práci vodě (8000 ml prací vody s 5,2 g/l MgO), poněvadž prací voda se znovu může použít. Vzhledem k tomu, že reakce probíhají v otevřené nádobě, může vodní pára unikát, a proto je koncentrace MgCl_2 vysoká.

Výchozí látky a výsledný produkt mají toto složení:

	Surový magnesit	Kaustický kysličník hořečnatý (přepočteno na ztrátu žíhání 0 %)	Výsledný produkt	
SiO_2	2,48 %	4,83 %	4,88 %	0,03 %
Fe_2O_3	1,79 %	3,50 %	3,53 %	0,02 %
Al_2O_3	0,45 %	0,88 %	0,89 %	0,01 %
Mn_3O_4	0,10 %	0,20 %	0,20 %	0,14 %
CaO	0,86 %	1,68 %	1,70 %	1,85 %
MgO (rozdlí)	44,97 %	88,01 %	88,80 %	97,95 %
ztráta žíháním	49,30 %	1,00 %	0,00 %	0,00 %

Množství odpadu činí přibližně 170 g vztaženo na ztrátu žíhání 0,0 %.

Příklad 6

2000 g surového magnesitu o zrnění 0 až 0,1 mm se bez zahřívání rozpustí v otevřené nádobě v 8000 ml 20% kyseliny chlorovodíkové o teplotě 95 °C. Tvorbě pěny se zabrání přidávkou odpeňovacího prostředku. Pak se k oxidaci přidá 120 ml 30% peroxidu vodíku. K neutralizaci nadbytku kyseliny chlorovodíkové a pro sražení kysličníků R_2O_3 se poté přidá 143,5 vysoce aktiv-

ního MgO (95,80 % MgO , 1,70 % CaO , 2,30 proc. ztráta žíháním, připravený z MgCl_2) a směs se po 1 hodině zfiltruje. Získá se 6870 ml filtrátu, obsahujícího v 1 litru 137,20 g MgO a 2,40 g CaO . Sraženina (odpad) se promyje 8000 ml vody. Při tomto pokusu se neutralizuje vysoce aktivním MgO v oblasti slabé acidity, aby se zabránilo ztrátám na surovém magnesitu. Výtěžek MgO činí 94,5 %, nehodnotí-li se obsah MgO (3,28 g/l) v získaném pracím louhu jako ztráta.

Výchozí materiál a výsledný produkt mají toto složení:

Surový magnesit		(vztaženo na ztrátu žháním 0 %)	Výsledný produkt
SiO ₂	2,48 %	4,88 %	stopy
Fe ₂ O ₃	1,79 %	3,53 %	0,02 %
Al ₂ O ₃	0,45 %	0,89 %	stopy
Mn ₂ O ₄	0,10 %	0,20 %	0,09 %
CaO	0,86 %	1,70 %	1,70 %
MgO (rozdíl)	44,97 %	88,80 %	98,19 %
ztráta žháním	49,30 %	0,00 %	0,00 %

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob úpravy přírodních, ve vodě nerozpustných sloučenin hořčíku, vybraných ze skupiny zahrnující brucit, dolomitický magnesit, magnesitický dolomit, dolomit a zejména magnesit, v rozemleté formě chlorovodíkem, vyznačující se tím, že se přírodní, ve vodě nerozpustné sloučeniny hořčíku, popřípadě v kausticky vypálené formě, rozemelou na velikost zrna do 0,3 milimetry, s výhodou do 0,1 mm, v prvním stupni úpravy se rozplavují ve vodě až do dosažení hodnoty pH 3, s výhodou 1, působením plynného chlorovodíku nebo kyseliny chlorovodíkové, která obsahuje 12 až 37,5 procenta hmotnostních, s výhodou 20 % hmotnostních chlorovodíku, při teplotě mezi teplotou místnosti a teplotou varu směsi voda — kyselina chlorovodíková, s výhodou při teplotě nad 70 °C, potom se popřípadě přítomný chlorid železnatý převede oxidací peroxidem vodíku, kyslíkem, vzduchem, peroxidovosíranem amonným nebo s výhodou chlorem na chlorid železitý, potom se zvýší hodnota pH na 4 až

9 a zvláště 7 až 8, s výhodou pomocí aktivního kyslíčnicku hořečnatého, k vysrážení a oddělení hydroxidů železa a hliníku, popřípadě kyslíčnicku železitého a kyslíčnicku hlinitého, a popřípadě se též vysráží a oddělí vápenaté sloučeniny přidávkou síranu hořečnatého nebo kyseliny sírové a potom se chlorid hořečnatý přítomný ve zbývajícím roztoku převede při teplotě 500 až 1000 stupňů Celsia tepelným štěpením na kyslíčnick hořečnatý a chlorovodík, který se použije k úpravě dalšího výchozího materiálu v prvním stupni úpravy.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se hydroxid železitý, popřípadě kyslíčnick železitý a hydroxid hlinitý, popřípadě kyslíčnick hlinitý a vápenaté sloučeniny oddělují současně.

3. Způsob podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že se pro hořečnaté sloučeniny s obsahem aktivního kyslíčnicku hořečnatého používá menšího množství chlorovodíku, než je množství stechiometrické.