



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

241479

(11) (B2)

(51) Int. Cl.⁴
B 01 J 20/34

(22) Přihlášeno 29 12 80

(21) (PV 9427-80)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 28 12 79
(7909337) Nizozemsko

(40) Zveřejněno 16 07 85

(45) Vydáno 15 09 87

(72)

Autor vynálezu

PANNEKEET WILHELMUS, HAARLEM (Nizozemsko)

(73)

Majitel patentu

AKZO N.V., ARNHEM (Nizozemsko)

(54) Způsob regenerace sorbentů alkalickým vodným roztokem

1

2

Způsob regenerace sorbentů alkalickým vodným roztokem, vyznačující se tím, že se na sorbent působí při teplotě od teploty tuhnutí roztoku do teploty jeho varu vodným roztokem obsahujícím hydroxid alkalického kovu, s výhodou hydroxid sodný, v koncentraci (r) molů/litr a/nebo hydroxid kovu alkalických zemin, s výhodou hydroxid vápenatý, v koncentraci (s) molů/litr, přičemž součet $(r + 2s)$ je v rozmezí 0,2 až 4 a atomové číslo kovu alkalických zemin je alespoň 20, a monosacharid a/nebo disacharid v hmotnostní koncentraci 5 až 75 %.

Vynález se týká způsobu regenerace sorbentů alkalickým vodným roztokem. Ačkoliv je možno tento způsob použít u všech možných druhů sorbentů a v mnoha oborech, hodí se obzvláště pro regenerování iontoměničů používaných při získávání, izolování nebo výrobě cukrů, zejména v cukrovarnictví.

Řepný cukr se zpravidla získává rozřezáním bulev řepy cukrové na řízký a extrakcí obsaženého cukru horkou vodou, čímž se získá tmavě zbarvený roztok surového cukru, obsahující cukr v hmotnostním množství 10 až 15 %. Roztok surového cukru se čistí přidáním vápna a následným vysrážením rozpustných vápenatých sloučenin a obsažených nečistot, například uhličitanu vápenatého, postupným zaváděním kysličníku uhličitého (saturace). Lehká šťáva získaná po filtraci má zbytkový obsah přibližně 40 až 150 mg/litr vápníku (počítáno jako kysličník vápenatý). Toto množství vápníku je možno následně odstranit silně kyselým kationtovým iontoměničem v Na^+ -cyklu.

Tím se zabrání usazování sloučenin vápníku v odparce při koncentrování lehké šťávy odpařením. Avšak obvyklá regenerace kationtového iontoměniče nasyceného vápnem za použití velkého nadbytku chloridu sodného, například za pětinasobku oproti množství absorbovaného vápníku (vyjádřeno v ekvivalentech), je stále více považována za nevýhodu tohoto postupu, poněvadž tím vznikají vážné problémy se znečištěním okolního prostředí. Jiným problémem je, že kolona pro vlastní regeneraci se musí nejprve vyluhovat vodou, aby se ztráty cukru snížily na minimum. A rovněž po regeneraci se kolona musí opět vymýt a přisladit. Tyto nutné postupy vedou k další spotřebě vody a ke zředění lehké šťávy a tudíž k další spotřebě tepla při odpařování. Účelem vynálezu je poskytnout způsob regenerace silně kyselého kationtového iontoměniče, při němž není nutno v žádném stupni způsobu přidávat vodu a není již nutno používat škodlivého chloridu sodného.

Po dekalifikaci se lehká šťáva popřípadě může ještě demineralizovat následným zpracováním silně kyselým kationtovým iontoměničem v H^+ -cyklu a slabě zásaditým aniontovým iontoměničem v podobě volné zásady, čímž se odstraní přibližně 90 % necukrů, převážně kationtů a aniontů, obsažených v lehké šťávě. Vzhledem k tomu, že toto posledně uvedenému zpracování je možno dosáhnout mnohem rychlejší krystalizace cukru ze zahuštěné lehké šťávy a je možno dosáhnout vyšších výtěžků.

V praxi se regenerace slabě zásaditého aniontového iontoměniče provádí roztokem hydroxidu sodného nebo čpavku. Použije-li se čpavku, je nutná další regenerace hydroxidem sodným, aby se zabránilo zmenšení kapacity aniontového iontoměniče. Nevýho-

dou však je, že hydroxid sodný je poměrně drahý a použití čpavku vyvolává vážné problémy s odpadní vodou. Jiným účelem vynálezu proto je, vyhnout se použití hydroxidu sodného a čpavku použitím regeneračního činidla, které je poměrně málo nákladné a nadto nevyvolává problémy s odpadní vodou.

Aby se při postupném odpařování lehké šťávy zabránilo tvorbě invertního cukru, musí pH se udržovat na dostatečně vysoké hodnotě. Za tím účelem je například možno přidávat hydroxid sodný. Toto vnášení iontů alkalických kovů však vede ke snížení výtěžku krystalů cukru. Vnášením iontů takovýchto kovů je možno se vyhnout použitím silně zásaditého aniontového iontoměniče v OH^- -cyklu, který zpravidla bývá typu II. V praxi se regenerace též provádí za použití poměrně drahého hydroxidu sodného. V tomto případě vynález rovněž skýtá mnohem méně drahé regenerační činidlo.

K získání krystalů cukru se lehká šťáva, která může být popřípadě předem zpracována, podrobí odpařování v odpařovací stanici, čímž se získá těžká šťáva, obsahující cukr v hmotnostním množství přibližně 65 proc. Tato těžká šťáva se zpravidla podrobí třem po sobě následujícím zavařením na „zrno“. Výtěžek krystalů cukru při posledním zavaření je možno zvýšit málo nákladným způsobem úplným nebo částečným nahrazením jednomocných kationtů dvojmocnými kationty pomocí kationtového iontoměniče (Quentinův postup). I v tomto případě skýtá způsob podle vynálezu regenerační metodu, jíž se sníží problémy s odpadní vodou.

Konečně v posledním stupni krystalizace se získá matečný louh (sirup), tzv. melasa, z níž již nelze ekonomicky získat krystaly cukru.

Způsob podle vynálezu k regeneraci sorbentů alkalickým vodným roztokem se vyznačuje tím, že se na sorbent působí při teplotě od teploty tuhnutí roztoku do teploty jeho varu vodným roztokem obsahujícím hydroxid alkalického kovu v koncentraci r molů/litr nebo hydroxid kovu alkalických zemí v koncentraci s molů/litr, přičemž součet $(r + 2s)$ je v rozmezí 0,2 až 4 a atomové číslo kovu alkalických zemí je alespoň 20, a monosacharid a/nebo disacharid v hmotnostní koncentraci 5 až 75 %.

Je výhodné, když jako hydroxidu alkalického kovu se použije hydroxidu sodného a jako hydroxidu kovu alkalických zemí velmi levného hydroxidu vápenatého. Výhodně se hydroxid vápenatý připraví přidáním oxidu vápenatého do roztoku uvedeného monosacharidu a/nebo disacharidu.

Podle vynálezu má být hydroxid alkalického kovu a/nebo kovu alkalických zemí přítomen v molárním množství alespoň 20

mmolů/litr; maximální koncentrace je dána pouze rozpustností těchto hydroxidů. Je výhodné, když roztok v 1 litru obsahuje hydroxid alkalického kovu a/nebo kovu alkalických zemin v molárním množství v rozmezí 0,2 až 4, zejména 0,5 až 2.

Podle vynálezu obsahuje regenerační roztok též alespoň 1 hmotnostní % monosacharidu a/nebo disacharidu, s výhodou takové hmotnostní množství, které je v rozmezí od 5 % do množství daného rozpustností sacharidů je možno uvést fruktózu nebo glukózu. Příklady vhodných disacharidů zahrnují laktózu, maltózu a cellobiózu, zejména pak sacharózu.

Sacharózy se samozřejmě vždy použije s výhodou tehdy, když se způsob podle vynálezu aplikuje na iontoměniče, používané v cukrovarnickém průmyslu. Je výhodné, když vodný regenerační roztok obsahuje sacharózu v hmotnostním množství 5 až 75 %.

Způsob podle vynálezu spočívá na poznatku, že se hydroxidy kovů alkalických zemin, majících atomové číslo alespoň 20, tj. hydroxidy vápníku, barya a stroncia, vyznačují značně vyšší rozpustností ve vodném roztoku, obsahujícím monosacharid a/nebo disacharid v hmotnostním množství alespoň 1 %. Vzhledem k tomu, mohou být tyto hydroxidy kovů alkalických zemin udrženy v roztoku v poměrně velkém množství. Toto lze pravděpodobně připsat tvorbě rozpustného komplexu v podobě sacharátu příslušného kovu alkalických zemin.

Praktická obměna způsobu podle vynálezu umožňuje například regenerování kationtového iontoměniče nasyceného vápníkem pomocí roztoku hydroxidu sodného v lehké štávě. Přítomnost sacharózy umožňuje zabránit vylučování hydroxidu vápenatého. Příklady jiných obměn způsobu podle vynálezu zahrnují regenerování aniontového iontoměniče nasyceného anionty nebo kationtového iontoměniče nasyceného ionty alkalického kovu, kteréžto obě regenerace se provádějí pomocí roztoku, připraveného rozpustněním kysličníku vápenatého ve zředěné melase.

Všechny regeneráty, získané těmito jednotlivými postupy, se mohou jednoduchým způsobem znovu použít; regenerát, získaný prvně zmíněným postupem, se může dokonce přímo vnést do saturace; regeneráty, získané oběma zbývajících postupy, se mohou po případném zahuštění vrátit do melasy.

Je třeba poznamenat, že v rakouském patentovém spisu č. 258 230 se popisuje regenerační způsob, při němž se regenerace provádí nealkalickým, sůl obsahujícím cukerným sirupem. Nevýhodou tohoto způsobu však je, že se sirup ředí a je ho zapotřebí poměrně velké množství, které není vždy k dispozici. Jinou nevýhodou je, že se regenerát musí filtrovat k odstranění nerozpustného uhlíčitanu vápenatého a že ten-

to způsob lze s úspěchem aplikovat pouze u osmoticky stálých, makropórovitých kationtových iontoměničů. Ani francouzská zveřejněná patentová přihláška 2 190 918 se nezmiňuje o použití alkalického regeneračního roztoku obsahujícího sacharid, kterého se používá při způsobu podle vynálezu.

Teploty, kterých se používá při způsobu podle vynálezu, mohou zpravidla kolísat v širokých mezích; mezními hodnotami jsou teplota tuhnutí a teplota varu regeneračního roztoku. V praxi je zvolená teplota v co nejlepším souhlasu se stávajícími provozními podmínkami. Obvykle je teplota v rozmezí od 5° do 90 °C.

Regeneraci je možno provádět jakýmkoliv vhodným způsobem, například v koloně s vzestupným nebo sestupným prouděním.

Způsobem podle vynálezu je možno zpracovat jakýkoliv sorbent, zejména pak kationtový iontoměnič nebo aniontový iontoměnič, který může popřípadě být makropórovitý.

Kationtové iontoměniče se mohou připravit známým způsobem, například vnesením silně kyselých skupin, jako jsou skupiny sulfonové kyseliny, nebo slabě kyselých skupin, jako jsou skupiny fosfonové kyseliny, skupiny karboxylové kyseliny, skupiny aminokarboxylové kyseliny nebo skupiny iminodikarboxylové kyseliny, do matrice v podobě polymeru nebo kondenzačního produktu.

Má-li matricí být polymer, může monomermem, který se použije k přípravě tohoto polymeru, být například monovinyllová aromatická sloučenina, jako je styren, vinyltoluen, vinylethylbenzen, vinylnaftalen, vinylnisol nebo směs těchto sloučenin. Je výhodné, když použitým monomermem je styren. Polymeraci je popřípadě možno provádět v přítomnosti rovněž příčně síťujícího monomeru v množství například nepřevyšujícím 80 hmotnostních %, vztaženo na celkové hmotnostní množství monomerů. Použitým příčně síťujícím monomermem je sloučenina, mající alespoň dvě ethylenicky nenasyčené skupiny, jako je například 1,3-butadien, isopren nebo vinylmethakrylát, avšak s výhodou jsou to divinyl- nebo polyvinylaromatické sloučeniny, jako je divinylethylbenzen, trivinylbenzen a zejména technický divinylbenzen. Polymer se může připravit jakýmkoliv vhodným postupem, například polymerací alespoň jednoho monomeru v suspenzi při teplotě obvykle v rozmezí od 10° do 160 °C v přítomnosti radikálového iniciátoru, jako je benzoylperoxid, lauroylperoxid, kumenhydroperoxid a/nebo azokisisobutyronitril. Polymerace se může popřípadě provádět v přítomnosti alespoň jedné sloučeniny, schopné vysrážení a/nebo solvatace vyráběného polymeru, například v přítomnosti hexanu, heptanu, cyklohexanu, amylalkoholu, cyklohexanolu,

benzenu, toluenu a/nebo chlorbenzenu.

V iontoměrní sloučenině popřípadě sloučeninách může být rozpouštěn lineární polymer, jako je polystyren.

Jako polykondenzát je možno použít například fenolformaldehydové pryskyřice; a je možno použít nejen samotného fenolu, avšak též jiných fenolů, jako jsou kresoly a difenylolpropan.

Je však možno vnést i skupiny slabých kyselin, například polymery kyselin akrylové a/nebo kyselin methakrylové nebo alespoň jedné jiné ethylenicky nenasycené karboxylové kyseliny a/nebo alespoň jednoho jejího derivátu, jako jsou alkylestery, amidy a nitrily; s následnou případnou hydrolýzou alespoň jednoho z těchto derivátů.

Slabě zásadité nebo silně zásadité aniontové iontoměniče je možno připravit známým způsobem, například halogenalkylací matric s následnou reakcí s aminem. Slabě zásadité aniontové iontoměniče je též možno připravit reakcí alespoň jedné karboxylové kyseliny a/nebo jejího derivátu, jako je ester, nitril a chlorid kyseliny, s diaminy a/nebo polyaminy. Jiný postup k přípravě slabě zásaditých aniontových iontoměničů spočívá v kondenzaci monoaminů a/nebo polyaminů s alespoň jednou halogenovou sloučeninou, epoxysloučeninou a/nebo aldehydem.

Výše zmíněné slabě zásadité aniontové iontoměniče, se mohou zčásti nebo úplně přeměnit, je-li to žádoucí, v silně zásaditý aniontový iontoměnič pomocí vhodného alkylačního činidla.

Vynález je blíže objasněn dále uvedenými příklady a srovnávacími příklady, na které však není nikterak omezen.

Srovnávací příklad A

Pro odstranění iontů vápníku z roztoku řepného cukru se použije silně kyselého kationtového iontoměniče na bázi sulfonovaného kopolymeru styrenu s technickým divinylbenzenem (Imac C 12 fy AKZO Chemie).

Tento roztok, lehká šťáva, která se získá ve druhém saturačním stupni, má hmotnostní koncentraci 15,1 %, pH 8,5 a obsah vápníku 2,05 mmol/litr (115 mg CaO/litr). Tento roztok o teplotě 80 °C se nechá prosakovat rychlostí 4 000 ml/h sloupcem, obsahujícím 200 ml výše uvedeného kationtového iontoměniče v Na⁺-cyklu. Toto prosakování se nechá probíhat tak dlouho, až obsah vápníku v lehké šťávě odcházející z kolony je 20 mg CaO/litr. Pak se lehká šťáva, zbylá v koloně, vymyje kondenzační vodou o teplotě 80 °C, až vodný roztok, vytékající z kolony, má hmotnostní koncentraci nižší než 0,5 %. Lože iontoměniče (lože

pryskyřice) se pak ještě znovu promyje kondenzační vodou, až odtékající voda neobsahuje suspendované látky. Jakmile se lože pryskyřice usadí, vypustí se nadbytek vody nad ložem, až její hladina je v úrovni hladiny pryskyřice.

Pak se kationtový iontoměnič regeneruje po dobu 1 hodiny tím, že se kolonou nechá při teplotě 80 °C zdola proudit 400 ml roztoku 100 g NaCl/litr.

Nato se roztok chloridu sodného vymyje kondenzační vodou o teplotě 80 °C perkolací rychlostí 1 200 ml/h.

Sloupec pryskyřice se pak znovu použije pro odstraňování iontů vápníku z lehké šťávy postupem, popsáním v první části tohoto příkladu. Když hmotnostní koncentrace lehké šťávy odcházející z kolony dosáhne 1 %, jímá se tato lehká šťáva po frakcích, uvedených v tabulce 1. V těchto frakcích se určí obsah vápníku a vyjádří v mg CaO v 1 litru lehké šťávy (viz tabulka 1).

Tabulka 1

Perkolát	Obsah vápníku
0— 4 000 ml	0
4 000— 8 000 ml	0
8 000—12 000 ml	0
12 000—16 000 ml	2
16 000—20 000 ml	4
20 000—24 000 ml	6
24 000—28 000 ml	6
28 000—30 000 ml	10
30 000—32 000 ml	14
32 000—33 000 ml	17

Tímto způsobem adsorbuje silně kyselý kationtový iontoměnič 326,5 mmolu vápníku na 1 litr pryskyřice. Toto odpovídá pouze 9,5 % z molárního množství chloridu sodného (3 420 mmolů), použitého na 1 litr pryskyřice.

Srovnávací příklad B

Silně kyselý kationtový iontoměnič, získaný ve srovnávacím příkladu A, se regeneruje tímž postupem jak popsáno ve srovnávacím příkladu A, jen se místo 400 ml roztoku chloridu sodného použije 200 ml.

Stejně jako ve srovnávacím příkladu A se pak kationtového iontoměniče použije k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy o hmotnostní koncentraci 13,4 %, pH 9,0 a obsahu vápníku 2,3 mmol/litr (128 mg CaO/litr).

Perkolát se jímá ve frakcích uvedených v tabulce 2. Obsah vápníku v těchto frakcích se vyjádří v mg CaO v 1 litru lehké šťávy (viz tabulka 2).

Tabulka 2

Perkolát	Obsah vápníku
0— 4 000 ml	2
4 000— 8 000 ml	2
8 000—12 000 ml	4
12 000—14 000 ml	8
14 000—16 400 ml	10
16 400—18 400 ml	12
18 400—20 400 ml	16
20 400—21 400 ml	20

Tímto způsobem adsorbuje silně kyselé kationtový iontoměnič 231,5 mmolu vápníku na 1 litr pryskyřice. Ačkoliv — počítáno na molární množství chloridu sodného, použitého na 1 litr pryskyřice (1 710 mmolů) — se výtěžek zvýší z 9,5 % (srovnávací příklad A) na 13,5 %, skutečná kapacita pryskyřice značně poklesla.

Příklad 1

Kationtový iontoměnič, získaný ve srovnávacím příkladu B, se promyje zpět lehkou šťávou postupem, popsaným ve srovnávacím příkladu B.

Pak se kationtový iontoměnič regeneruje tím, že se po dobu 1 hodiny nechá při teplotě 60 °C procházet vzhůru kolonou 200 mililitrů lehké šťávy zbavené vápníku, která obsahuje 40 g (1 mol) hydroxidu sodného v 1 litru. Poté se sloupec iontoměniče vymývá 30 minut pomocí 600 ml lehké šťávy, zbavené vápníku, o teplotě 60 °C.

Nato se kationtového iontoměniče použije stejným způsobem jako ve srovnávacím příkladu A k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy o hmotnostní koncentraci 14,6 %, pH 8,9 a obsahu vápníku 2,45 mmolů/litr (137 mg CaO/litr). Perkolát se jímá ve frakcích, uvedených v tabulce 3. V těchto frakcích se stanoví obsah vápníku a vyjádří v mg CaO v 1 litru lehké šťávy (viz tabulka 3).

Tabulka 3

Perkolát	Obsah vápníku
0— 4 000 ml	5
4 000— 8 000 ml	4
8 000—12 000 ml	4
12 000—16 000 ml	3
16 000—20 000 ml	2
20 000—24 000 ml	5
24 000—26 000 ml	8
26 000—28 000 ml	20

Tímto způsobem silně kyselé kationtový iontoměnič adsorbuje 330 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice, přičemž výtěžek regenerace je 66 %. Když se tento postup opakuje s tím, že během regenerace se použije nezměkčené lehké šťávy, adsorbuje sil-

ně kyselé kationtový iontoměnič 315 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice.

Regenerát, získaný v tomto příkladu, se může velmi dobře zpracovat zavedením do saturačního stupně, poněvadž regenerát obsahuje sacharát vápenatý a malé množství nepoužitého hydroxidu sodného. V saturačním stupni se sacharát vápenatý rozloží na uhličitán vápenatý a sacharózu. Hydroxid sodný, který se obvykle přidává za tímto účelem, může sloužit k podpoře vylučování uhličitánu vápenatého. Nadto se na rozdíl od postupu, používaného při regeneraci chloridem sodným, provádí regenerace zcela bez vody vnášené do postupu při vysazení a opětném oslazení, čímž se ušetří náklady na další odpaření vody a zabrání se ztrátám cukru.

Jinou možností, jak zpracovat regenerát v tomto příkladu, je přidat sloučeninu sodíku, aby vznikla nerozpustná sůl vápníku. Vhodnými sodnými sloučeninami jsou například terciární fosforečnan sodný a křemičitan sodný. Je výhodný, když se použije v množství, jež je ekvivalentní množství vápníku přítomného v regenerátu. Po odstranění nerozpustných vápenatých solí filtrací lehké šťávy obsahuje regenerát pouze hydroxid sodný a lze jej popřípadě použít v dalším regeneračním postupu.

Příklad 2

Postupuje se stejně jako v příkladu 1, s tím rozdílem, že se použije kationtového iontoměniče, získaného v příkladu 1. Regenerace se provede pomocí 160 ml místo 200 mililitrů lehké šťávy zbavené vápníku. Použije se tedy 800 mmolů hydroxidu sodného na 1 litr pryskyřice.

Pak se, stejně jako v příkladu 1, kationtový iontoměnič použije pro odstranění iontů vápníku z lehké šťávy, která však má hmotnostní koncentraci 13,4 %, pH 8,6 a obsah vápníku 1,75 mmolů/litr (98 mg CaO/litr). Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4

Perkolát	Obsah vápníku
0— 4 000 ml	3
4 000— 8 000 ml	2
8 000—12 000 ml	2
12 000—16 000 ml	2
16 000—20 000 ml	2
20 000—24 000 ml	2
24 000—28 000 ml	2
28 000—32 000 ml	8
32 000—34 000 ml	20

Příklad 3

V tomto příkladu se uvádí výsledky od-

straňování iontů vápníku z lehké šťávy v cukrovaru zpracovávajícím cukrovou řepu. Lehká šťáva má hmotnostní koncentraci 14,5 %, pH 9,0 a obsah vápníku 1,2 mmol/litr (67 mg CaO/litr). Cukrovar má zpracovatelskou kapacitu 11 000 t cukrové řepy denně, což odpovídá výrobě lehké šťávy přibližně 600 m³/h. Postupuje se stejně jako v příkladu 1. Použije se silně kyselého kationtového iontoměniče, uvedeného ve srovnávacím příkladu A. Zařízení k odstraňování vápníku zahrnuje tři kolony, každá obsahuje 16 000 litrů kationtového iontoměniče, z nichž vždy dvě pracují a jedna se regeneruje. Lehká šťáva prosakuje kolonou dolů rychlostí přibližně 300 m³/h při teplotě 90 °C. Pak se kationtový iontoměnič regeneruje tím, že se kolonou po dobu 1 hodiny nechá stoupat vzhůru 16 m³ lehké šťávy nezbavené vápníku o teplotě 60 °C, která obsahuje 40 kg hydroxidu sodného v 1 m³. Poté se kolona 2 hodiny proplachuje pomocí 48 m³ lehké šťávy nezbavené vápníku o teplotě 90 °C.

Nato se kationtového iontoměniče použije k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy. Perkolace pokračuje tak dlouho, až obsah vápníku v lehké šťávě odcházející z kolony je 28 mg CaO/litr. Až do toho okamžiku projde kolonou 4 320 m³ lehké šťávy, která má průměrný obsah CaO 13 mg/litr. Tímto způsobem kationtový iontoměnič absorbuje 260 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice.

Příklad 4

V tomto příkladu se použije kolony, obsahující 200 ml kationtového iontoměniče na bázi sulfonové kyseliny podle příkladu 1. Regenerace kationtového iontoměniče se provádí tím, že se kolonou po dobu 1 hodiny nechá při teplotě 60 °C procházet vzhůru 200 ml melasového roztoku o hmotnostní koncentraci 20 %, obsahujícího v 1 litru 40 g hydroxidu sodného.

Pak se kolona 30 minut proplachuje pomocí 600 ml melasového roztoku o hmotnostní koncentraci 20 % při teplotě 60 °C. Poté se kationtového iontoměniče použije stejně jako v příkladu 1 k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy, která však má hmotnostní koncentraci 14,0 %, pH 9,0 a obsah vápníku 2,3 mmol/litr (128 mg CaO/litr).

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5

Perkolát	Obsah vápníku
0— 4 000 ml	7
4 000— 8 000 ml	7
8 000—12 000 ml	7
12 000—16 000 ml	6
16 000—20 000 ml	6
20 000—24 000 ml	8
24 000—26 000 ml	8
26 000—28 000 ml	8
28 000—30 000 ml	15

Tímto způsobem silně kyselý kationtový iontoměnič absorbuje 322,5 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice. Regenerát, získaný v tomto příkladu, se může po zahuštění vrátit do výsledné melasy.

Příklad 5

K odstranění iontů vápníku z lehké šťávy se použije slabě kyselého kationtového iontoměniče typu kyseliny akrylové (Imac Z5 fy AKZO Chemie). Tato lehká šťáva má hmotnostní koncentraci 15,1 %, pH 8,5 a obsah vápníku 2,05 mmol/litr (115 mg CaO/litr) a nechá se při teplotě 80 °C prosakovat rychlostí 4 000 ml/h kolonou, obsahující 200 ml výše uvedeného kationtového iontoměniče v neutralizovaném Na⁺-cyklu. Perkolace se nechá probíhat tak dlouho, až obsah vápníku v lehké šťávě odcházející z kolony je 20 mg CaO/litr.

Pak se slabě kyselý kationtový iontoměnič promývá čistou zfiltrovanou lehkou šťávou tak dlouho, až odcházející lehká šťáva neobsahuje suspendované látky. Jakmile se lože pryskyřice usadí, vypustí se lehká šťáva nad ložem, až její hladina je na úrovni lože pryskyřice.

Poté se slabě kyselý kationtový iontoměnič regeneruje tím, že se jím při teplotě 60 stupňů Celsia nechá po dobu 1 hodiny procházet vzhůru 200 ml lehké šťávy zbavené vápníku, která obsahuje 40 g hydroxidu sodného v 1 litru. Nato se kolona 30 minut promývá pomocí 600 ml lehké šťávy, zbavené vápníku, při teplotě 60 °C.

Získaný kationtový iontoměnič se znovu použije stejným způsobem jako v příkladu 1 k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy o hmotnostní koncentraci 14,4 %, pH 9,2 a obsahu vápníku 2,55 mmol/litr (144 mg CaO/litr). Perkolát se jímá ve frakcích uvedených v tabulce VI. Obsah vápníku v těch-

to frakcích se stanoví a vyjádří v mg CaO v 1 litru lehké šťávy (viz tabulka 6).

Tabulka 6

Perkolát	Obsah vápníku
0—4 000 ml	5
4 000—8 000 ml	8
9 000—9 000 ml	18

Tímto způsobem kationtový iontoměnič absorbuje 109,5 mmolu vápníku na 1 litr pryskyřice.

Příklad 6

Postupuje se stejně jako v příkladu 5 s tou výjimkou, že se použije slabě kyselého kationtového iontoměniče typu fosfonové kyseliny v neutralizovaném Na⁺-cyklu na bázi makropórovitého kopolymeru styrenu s technickým divinylbenzenem (Imac SYN 102 fy AKZO Chemie).

Lehká šťáva, zpracovaná regenerovaným kationtovým iontoměničem, má hmotnostní koncentraci 14,9 %, pH 8,5 a obsah vápníku 2,7 mmolu/litr (150 mg CaO/litr). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7

Perkolát	obsah vápníku
0—4 000 ml	0
4 000—5 000 ml	12
5 000—6 000 ml	17

Tabulka 8

	kolony					
	A	B	C	D	E	F
množství sacharózy v regenerovaném roztoku (g/l)	0	10	50	100	150	300
množství promývací kapaliny (ml)	1 000	1 200	1 200	600	600	600
lehká šťáva						
hmotnostní koncentrace (%)	13,6	14,5	13,2	15,0	14,9	15,0
pH	8,5	8,5	8,6	8,4	8,4	8,4
obsah vápníku	110	119	114	122	139	121
perkolát			obsah vápníku			
0—4 000 ml	78	32	7	1	1	5
4 000—8 000 ml	—	—	9	3	3	4
8 000—12 000 ml			22	3	4	2
12 000—16 000 ml			—	2	3	4
16 000—20 000 ml				4	5	7
20 000—24 000 ml				4	20	20
24 000—26 000 ml				6	—	—
26 000—28 000 ml				10		
28 000—30 000 ml				28		
množství absorbovaného vápníku (v mmolech) na 1 litr pryskyřice	11,5	31	108,5	313	286	245

Tímto způsobem kationtový iontoměnič absorbuje 78 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice.

Příklad 7

V tomto příkladu se použije šesti kolon (A až F), z nichž každá je naplněna 200 mililitry kationtového iontoměniče na bázi sulfonové kyseliny podle příkladu 1. Regenerace kationtového iontoměniče se provádí tím, že se každou kolonou při teplotě 60 °C nechá po dobu 1 hodiny procházet vzhůru 200 ml roztoku, obsahujícího v 1 litru 40 g hydroxidu sodného a sacharózu v hmotnostním množství, uvedeném v tabulce 8. Pak se kolona promyje roztokem sacharózy, který má stejnou koncentraci jako regenerační roztok a teplotu 60 °C rychlostí perkolace 1 200 ml/h. Množství promývací kapaliny je uvedeno v tabulce 8. Během regenerace vzniká v kolonách A až C sraženina. Tato sraženina se az kolon B a C během promývání odstraní výše uvedeným roztokem sacharózy.

V dalším se postupuje stejně jako v příkladu 1; kolony se použijí pro odstranění iontů vápníku z lehké šťávy, jejíž hmotnostní koncentrace pH a obsah vápníku jsou uvedeny v tabulce 8. Perkolát se jímá ve frakcích uvedených v tabulce 8 a stanoví se v nich obsah vápníku (viz tabulka 8). Obsah vápníku je vždy vyjádřen v mg CaO/litr. V tabulce 8 je rovněž uvedena absorpce vápníku (v mmolech) na 1 litr kationtového pryskyřičného iontoměniče.

Příklad 8

V tomto příkladu se použije tři kolon (A až C), z nichž každá obsahuje 200 ml kationtového iontoměniče na bázi sulfonové kyseliny podle příkladu 1. Regenerace kationtového iontoměniče se provádí tak, že se každou z kolon nechá procházet vzhůru 200 ml lehké šťávy zbavené vápníku, která obsahuje v 1 litru 40 g hydroxidu sodného, při teplotě 20 °C (kolona A), 60 °C (kolona B) a 90 °C (kolona C), po dobu 1 hodiny. Pak se během 30 minut vymývá alkalická lehká šťáva z kolon pomocí 600 ml lehké

šťávy zbavené vápníku při teplotě, která je stejná jako regenerační teplota. Regenerace je v koloně C provázena tvorbou sraženiny, která během vymývání opět zmizí.

Pak se kolon použije stejně jak uvedeno v příkladu 1 odstranění iontů vápníku z lehké šťávy, jejíž hmotnostní koncentrace pH a obsah vápníku jsou uvedeny v tabulce 9. Perkolát se jímá ve frakcích, v nichž se stanoví obsah vápníku (viz tabulka 9). Obsah vápníku je vždy vyjádřen v mg CaO/litr. V tabulce 9 je rovněž uvedeno v milimolech na 1 litr pryskyřice množství absorbovaného vápníku.

Tabulka 9

	A	kolony B	C
lehká šťáva:			
hmotnostní koncentrace (%)	14,0	14,9	13,6
pH	9,2	8,4	8,8
obsah vápníku	118	138	158
perkolát		obsah vápníku	
0— 4 000 ml	6	1	5
4 000— 8 000 ml	5	3	6
8 000—12 000 ml	6	4	6
12 000—16 000 ml	4	3	7
16 000—20 000 ml	5	5	20
20 000—24 000 ml	8	20	—
24 000—26 000 ml	18	—	—
množství absorbovaného vápníku (mmoly) na 1 litr pryskyřice	257,5	286	267,5

Příklad 9

Použije se dvou kolon (A a B), z nichž každá obsahuje 200 ml kationtového iontoměniče na bázi sulfonové kyseliny podle příkladu 1. Regenerace kationtového iontoměniče se provádí tím, že se při teplotě 60 °C nechá po dobu 1 hodiny procházet vzhůru každou kolonou 200 ml roztoku, obsahujícího v 1 litru 40 g hydroxidu sodného a 110 g fruktózy (u kolony A) a 110 gramů laktózy (u kolony B).

Pak se kolona promývá 1 hodinu 1 200 mililitry roztoku, obsahujícího v 1 litru 110

gramů příslušného sacharidu. Během regenerace se v kolonách tvoří sraženina, která při vymývání opět zmizí.

Poté se obou kolon použije stejně jako v příkladu 1 k odstranění iontů vápníku z lehké šťávy, mající hmotnostní koncentraci 14,5 %, pH 8,3 a obsah vápníku 110 mg CaO/litr. Perkolát se jímá ve frakcích, jejichž obsah vápníku se stanoví a vyjádří v miligramech CaO/litr (viz tabulka 10).

V tabulce 10 je rovněž uvedena výsledná absorpce vápníku v mmolech na 1 litr kationtového pryskyřicového iontoměniče.

Tabulka 10

perkolát	kolona A	obsah vápníku	kolona B
0— 4 000 ml	4		4
4 000— 8 000 ml	4		4
8 000—12 000 ml	7		4
12 000—16 000 ml	7		5
16 000—18 000 ml	7		6
18 000—20 000 ml	10		11
20 000—22 000 ml	16		20
množství absorbovaného vápníku (v mmolech) na 1 litr pryskyřice	205		203,5

Příklad 10

V tomto příkladu se použije kationtové iontoměniče podle příkladu 1 pro změkčení vody z amsterodamského vodovodu. Tato voda, která má tvrdost 125 mg CaO/litr, se nechá prosakovat rychlostí 4 000 ml/h kolonou, obsahující 200 ml výše uvedeného kationtového iontoměniče v Na⁺-cyklu. V prosakování se pokračujetak dlouho, až tvrdost vody odcházející z kolony je 10 mg CaO/litr.

Poté se provede regenerace tím, že se kolonou po dobu 1 hodiny při teplotě 20 °C nechá procházet vzhůru roztok, obsahující v 1 litru 60 g hydroxidu sodného a 220 g sacharózy. Pak se kolona 30 minut vymývá při teplotě 20 °C pomocí 600 ml roztoku 220 g sacharózy, načež se propláchnou vodou z vodovodu, až tato neobsahuje již žádnou sacharózu.

Kationtového iontoměniče se pak použije stejným způsobem, jako popsáno v první části tohoto příkladu k odstranění iontů způsobujících tvrdost z vody z vodovodu. Perkolát se jímá ve frakcích, jejichž tvrdost se stanoví a vyjádří v mg CaO/litr. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11

perkolát	tvrdost
0 až 10 litrů	4
10 až 20 litrů	4
20 až 30 litrů	6
30 až 40 litrů	8
40 až 42 litrů	10

Kationtový výměnník takto absorbuje 447,5 mmolu iontů způsobujících tvrdost.

Příklad 11

Lehká šťáva z cukrové řepy, zbavená vápníku v předchozím stupni, se demineralizuje pomocí silně kyselého kationtového iontoměniče v H⁺-cyklu podle příkladu 1 a pomocí slabě zásaditého aniontového iontoměniče v podobě volné zásady na bázi makropórovitého kopolymeru styrenu s divinylbenzenem (Imac A 20 SU fy AKZO Chemie). Odstraní se přibližně 90 % necukrů, tj. 188 g na 1 litr aniontové pryskyřice, obsažených v lehké šťávě, převážně kationtů a aniontů. Za tím účelem se při teplotě 11 °C nechá procházet směrem dolů rychlostí 1 200 ml/h lehká šťáva zbavená vápníku o hmotnostní koncentraci 14,5 % a pH 9,2 nejprve kolonou, obsahující 200 ml uvedeného kationtového iontoměniče, a pak kolonou, obsahující 200 ml uvedeného aniontového iontoměniče. V perkolaci se pokračuje, dokud pH odcházející lehké šťávy neklesne na 4,5. Pak se obě kolony vysladí kondenzační vodou a promyjí.

Poté se kationtový iontoměnič regeneru-

je 30 minut 200 ml dolů procházejícího roztoku 120 g kyseliny sírové v 1 litru, načež se promývá kondenzační vodou, až neobsahuje kyselinu.

Aniontový iontoměnič se regeneruje tím, že se při teplotě 15 °C nechá kolonou směrem dolů procházet rychlostí 400 ml/h roztok v množství 400 g, který se získá přidáním kysličníku vápenatého k roztoku melasy o hmotnostní koncentraci 19 %, tak dlouho, až obsahuje 375 mmolů CaO/kg. Regenerát, obsažený v koloně, se vymývá kondenzační vodou o teplotě 15 °C, rychlostí 1 200 ml/h tak dlouho, až hmotnostní koncentrace proudu vytékajícího z kolony klesne na 0,5 %.

Poté se obě kolony znovu použijí pro demineralizaci lehké šťávy způsobem, popsaným v první části tohoto příkladu. Po oslazení obou kolon až na 1 % se perkolát jímá vcelku, dokud pH lehké šťávy odtékající z poslední kolony neklesne na 4,5. Stupeň čistoty původní lehké šťávy (89,49), perkolátu (98,63) a celkové hmotnostní množství perkolátu slouží jako základ pro výpočet množství necukrů (vyjádřeného v gramech na 1 litr aniontového iontoměniče), které se odstraní kombinací obou pryskyřic. Bylo zjištěno, že na 1 litr aniontové pryskyřice se odstraní 184 g necukrů.

Příklad 12

Postupuje se stejně jako v příkladu 11, s tou výjimkou, že regenerační roztok, použitý pro aniontový iontoměnič, má hmotnostní koncentraci 8 % a obsah vápníku 75 mmolů CaO v 1 kg roztoku. Regenerace aniontového iontoměniče se však provádí pomocí 2 000 g regeneračního roztoku při rychlosti perkolace 800 ml/h.

Stupeň nečistoty původní lehké šťávy je 90,16 a perkolátu 97,50. Bylo zjištěno, že na 1 litr aniontové pryskyřice se odstraní 145 gramů necukrů.

Příklad 13

Postupuje se stejně jako v příkladu 11 s tou výjimkou, že se použije slabě zásaditého aniontového iontoměniče na bázi esteru polyakrylové kyseliny, amidované dimethylaminopropylaminem (Imac SYN A 572 fy AKZO Chemie).

Stupeň čistoty původní lehké šťávy je 89,30 a perkolátu 97,93. Bylo zjištěno, že na 1 litr aniontové pryskyřice se odstraní 206 g necukrů.

Příklad 14

Pro vnesení hydroxylových iontů do lehké šťávy za účelem zabránění tvorby invertního cukru při odpařování této lehké šťávy se použije silně zásaditého aniontového iontoměniče typu II v OH⁻-cyklu.

Za tím účelem se nechá lehká šťáva, zba-vená vápníku, o hmotnostní koncentraci 15,1 proc a pH 8,6 procházet dolů při teplotě 35 stupňů Celsia rychlostí perkolace 1 200 ml/h kolonou, obsahující 200 ml uvedeného silně zásaditého aniontového iontoměnič- — (Imac S 5.42 AKZO Chemie). V perko-laci se pokračuje, dokud pH lehké šťávy odcházející z kolony neklesne na 9,5. Pak se kolona vysladí na hmotnostní koncentraci 0,5 % kondenzační vodou při teplotě 35 °C, načež se promyje.

Pak se silně zásaditý aniontový iontomě-nič regeneruje 400 g roztoku, který se zís-ká přidáním kysličníku vápenatého k roz-toku melasy o hmotnostní koncentraci 19 proc. až obsahuje 375 mmolů CaO/kg, kte-rýžto roztok se nechá procházet dolů kolo-nou rychlostí perkolace 400 ml/h při tep-lotě 35 °C. Regenerát v koloně se promývá kondenzační vodou rychlostí perkolace 1 200 ml/h při teplotě 35 °C, pokud hmotnostní koncentrace vytékajícího proudu neklesne na 0,5 %.

Poté se aniontový iontoměnič znovu po-užije pro zpracování lehké šťávy způsobem popsaným v první části tohoto příkladu. Per-kolát se jímá ve frakcích, uvedených v ta-bulce 12 a stanoví se jejich pH. Přitom se zjistí, že pH lehké šťávy zřetelně vzrostlo.

Tabulka 12

perkolát	pH lehké šťávy
0— 400 ml	11,80
400— 800 ml	11,45
800—1 200 ml	10,65
1 200—1 600 ml	9,80
1 600—2 000 ml	9,55

Příklad 15

Je známo, že náhrada monovalentních ka-tiontů v sirupech, získaných ve druhém krystalizačním stupni způsobu získávání řepného cukru (z tzv. B sirupu), dvojmoc-nými kationty pomocí silně kyselého kati-ontového iontoměniče vede ke zvýšení vý-těžku krystalů cukru ve třetím krystalizač-ním stupni. Obvykle používaný dvojmocný kation je hořčík. Při Quentinově způsobu se silně kyselé kationtové iontoměniče rege-nerují roztokem chloridu hořečnatého. Re-generát převážně obsahuje chlorid drasel-ný a chlorid sodný, což může vyvolat váž-né problémy s odpadními vodami.

Dále popsaný způsob umožňuje zavede-ní vápníku jakožto dvojmocného katitontu do B sirupu, aniž by vznikl problém s od-padní vodou. Za tím účelem se B sirup ne-chá procházet dolů při teplotě 90 °C rych-lostí perkolace 300 ml/h kolonou, obsahu-jící 200 ml makropórovitého kationtového iontoměniče na bázi sulfonové kyseliny (Imac C 16 P fy AKZO Chemie) v Ca^{2+} cyk-lu, dokud složení B-sirupu odcházející z

kolony není shodné se složením B-sirupu vstupujícího do kolony. Pak se pryskyřice zbaví obsaženého cukru až na 0,5 % kon-denzační vodou o teplotě 90 °C, načež se promyje zpět. Použitý B-sirup má hmotnost-ní koncentraci 70 % a pH 7,8 a obsahuje 2,10 % K, 0,37 % Na, 0,03 % Ca a 0,10 % Mg.

Pryskyřice se pak regeneruje tím, že se kolonou rychlostí perkolace 600 ml/h nechá při teplotě 60 °C procházet směrem dolů roztok melasy v množství 700 g o hmot-nostní koncentraci 19 %, který obsahuje 227 mmolů CaO/kg. Poté se regenerační roz-tok obsažený v koloně vymývá kondenzač-ní vodou o teplotě 60 °C rychlostí perkola-ce 1 200 ml/h tak dlouho, až hmotnostní koncentrace vytékajícího proudu klesne na 0,5 %. Regenerační roztok a promývací vo-da se jímají. Z obsahů vápníku v regene-račním činidle a v regeneračním činidle s promývací vodou se vypočte, že pryskyřice absorbovala 335,5 mmolu vápníku na 1 litr pryskyřice. Po zkoncentrování regenerátu odpařením je možno jej přidat zpět k me-lase.

Při Quentinově způsobu, u něhož je dvoj-mocným kationtem hořčík, se pryskyřice zpravidla regeneruje roztokem chloridu ho-řečnatého. Výhodnější postup spočívá v re-generaci roztokem síranu hořečnatého, ná-sledkem čehož regenerát obsahuje síranové (SO_4^{2-}) ionty, které je možno vysrážet vá-penatými (Ca^{2+}) ionty.

Tímto způsobem je možno značně zmenšit problém s odpadními vodami. Toto je však možné jedině tehdy, když v okamžiku re-generace pryskyřice obsahuje málo vápena-tých iontů nebo neobsahuje žádné. Jinak by vápník, stále ještě přítomný v pryskyřici, způsobil vysrážení síranu vápenatého v lo-ži pryskyřice, čehož je nutno se pokud mož-no vyvarovat. Často je přítomnost vápníku v pryskyřici nevyhnutelná. Proto je možno pro regeneraci pryskyřice použít síranu ho-řečnatého jen ve velmi slabém roztoku. Vý-hoda použití síranu hořečnatého bude však zpravidla znevážena nevýhodou, spočívající ve velkém zvýšení spotřeby vody následkem požadovaného zředění síranu hořečnatého. Způsob podle příkladu 1 však umožňuje po-užít síranu hořečnatého v normální regene-rační koncentraci 1 až 1,5 N.

V souhlasu s postupem popsaným v pří-kladu 1 může regeneraci síranem hořečna-tým předcházet zbavení pryskyřice vápní-ku regenerací roztokem hydroxidu sodné-ho v lehké šťávě.

Příklad 16

Lhká šťáva o hmotnostní koncentraci 15,0 %, pH 8,6 a obsahu vápníku 2,3 mmo-lu/litr (130 mg CaO/litr) se nejprve nechá procházet při teplotě 80 °C směrem dolů kolonou, obsahující 200 ml kationtového ion-

toměniče na bázi sulfonové kyseliny podle příkladu 1, rychlostí perkolace 4 000 ml/h, načež se pro odbarvení nechá procházet směrem dolů kolonou, obsahující 200 ml makropórovitého, slabě zásaditého aniontového iontoměniče na bázi esteru amidované polyakrylové kyseliny (Imac SYN A 574 P fy AKZO Chemie). V perkolaci se pokračuje po dobu 7 hodin, přičemž obsah vápníku v lehké šťávě odcházející z první kolony je 17 mg CaO/litr.

Poté se obě kolony odděleně promývají zpět lehkou šťávou, dokud odcházející šťáva není prosta suspendovaných látek. Jakmile se lože pryskyřice usadí, šťáva nad ložem se vypustí tak, aby její hladina byla v úrovni hladiny lože.

Pak se provede regenerace obou iontoměničů za sebou tím, že se během 1 hodiny

nechá při teplotě 60 °C projít vzhůru první kolonou a pak směrem dolů druhou kolonou 200 ml lehké šťávy zbavené vápníku, která v 1 litru obsahuje 40 g hydroxidu sodného. Obě kolony se pak za sebou promývají po dobu 60 minut pomocí 1 200 ml lehké šťávy zbavené vápníku při teplotě 60 °C.

Obě kolony se poté znovu použijí stejným způsobem, jak je popsáno v první části tohoto příkladu, k odstranění vápníku a barvicích složek z lehké šťávy o hmotnostní koncentraci 14,6 %, pH 9,1, obsahu vápníku 1,9 mmol/litr (107 mg CaO/litr) a absorpce 0,205 při 560 nm (měřeno v komůrce 1 cm).

Perkolát se jímá ve frakcích uvedených v tabulce 13, a stanoví se obsah vápníku a absorpce barvy v těchto frakcích.

Tabulka 13

perkolát	obsah vápníku	absorpce barvy (560 nm)
0— 4 000 ml	2	0,040
4 000— 8 000 ml	4	0,040
8 000—12 000 ml	3	0,050
12 000—16 000 ml	3	0,056
16 000—20 000 ml	2	0,062
20 000—24 000 ml	2	0,071
24 000—28 000 ml	2	0,073
28 000—32 000 ml	4	0,082
32 000—34 000 ml	16	0,086

Tímto způsobem silně kyselý kationtový iontoměnič absorbuje 314 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice a slabě zásaditý aniontový iontoměnič způsobí průměrný pokles absorpce barvy v hodnotě 69 % původní lehké šťávy.

Regenerace se provádí bez jakéhokoliv přivádění vody do postupu, čímž se ušetří náklady na další odpaření a zabrání se ztrátám cukru při vyslazování a opětném slazení. Kromě toho se dosáhne odbarvení bez dalších nákladů na regeneraci. Podobných výsledků se dosáhne s jinými typy slabě zásaditých pryskyřic.

Regenerace za sebou použitých iontoměničů je možno rovněž dosáhnout zředěnou melasou obsahující hydroxid sodný, v kterémžto případě lze regenerát vracet do výsledné melasy.

Příklad 17

Postupuje se stejně jako v příkladu 16 s touto výjimkou, že se pro odbarvení použije makropórovitého kopolymeru styrenu s technickým divinylbenzenem (Imac SYN 46 fy AKZO Chemie).

Lehká šťáva, zpracovaná regenerovaným kationtovým iontoměničem a makropórovitým kopolymerem, má hmotnostní koncentraci 14,8 %, pH 9,2, obsah vápníku 2,2 mmol/litr (124 mg CaO/litr) a absorpci 0,225 při 560 nm (měřeno v komůrce 1 cm). Perkolát se jímá ve frakcích uvedených v tabulce 14. Stanoví se obsah vápníku a absorpce barvy těchto frakcí; výsledky jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14

perkolát	obsah vápníku	absorpce barvy (560 nm)
0— 4 000 ml	4	0,187
4 000— 8 000 ml	5	0,190
8 000—12 000 ml	6	0,198
12 000—16 000 ml	7	0,200
16 000—20 000 ml	6	0,205
20 000—24 000 ml	6	0,207
24 000—28 000 ml	10	0,210
28 000—30 000 ml	20	0,210

Tímto způsobem silně kyselý kationtový iontoměnič absorbuje 313 mmolů vápníku na 1 litr pryskyřice a makropórovitý kopo-

lymer poskytne průměrné odbarvení přibližně 10 % z hodnoty původní lehké šťávy.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob regenerace sorbentů alkalic-
kým vodným roztokem, vyznačující se tím,
že se na sorbent působí při teplotě od tep-
loty tuhnutí roztoku do teploty jeho varu
vodným roztokem obsahujícím hydroxid al-
kalického kovu v koncentraci (r) molů/
/litr a/nebo hydroxid kovu alkalických ze-
min v koncentraci (s) molů/litr, přičemž
součet (r + 2s) je v rozmezí 0,2 až 4 a ato-
mové číslo kovu alkalických zemin je ales-
poň 20, a monosacharid a/nebo disacharid
v hmotnostní koncentraci 5 až 75 %.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se

tím, že jakožto hydroxidu alkalického ko-
vu se použije hydroxidu sodného.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že jakožto hydroxidu kovu alkalických
zemín se použije hydroxidu vápenatého.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že se použije vodného alkalického roz-
toku obsahujícího jakožto disacharid sa-
charózu.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že se regenerace provádí při teplotě v
rozmezí od 5 °C do 90 °C.