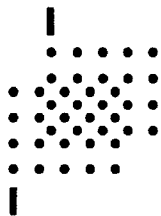


(19)



Lietuvos
Respublikos
valstybinis
patentų biuras

(10) **LT 2019 526 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2019 526**

(51) Int. Cl. (2021.01): **C02F 1/00**

(22) Paraiškos padavimo data: **2019-11-05**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2021-05-10**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(71) Pareiškėjas:

UAB „ARIONEX LT”, Ašigalio g. 6D, 49142 Kaunas, LT

(72) Išradėjas:

Giedrius RUTKAUSKAS, LT

Nicolai Michael ARION, CH

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

**Otilija KLIMAITIENĖ, AAA Law, A. Goštauto g. 40B, Verslo centras „Dvyniai”,
LT-03163 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

Vandens nudruskinimo būdas ir tokiu būdu gaunamas produktas

(57) Referatas:

Technologija skirta vandens, kuris yra naudojamas technologinėms reikmėms, nudruskinimui (demineralizacijai). Technologija nudruskinimo procese nesudaro atliekų, teršiančių aplinką. Nudruskintas vanduo yra naudojamas pramonės procesuose, siekiant apsaugoti įrenginius nuo druskų nuosėdų arba kaip tirpalų, skystų produktų skiediklis, siekiant išvengti papildomų priemonių - druskų, esančių vandenyje. Technologija yra pagrįsta joninių mainų principu. Filtruojant vandenį per katijonitinę ir anijonitinę įkrovas iš vandens yra pašalinamos druskos (katijonai ir anijonai), pakeičiant juos H^+ ir OH^- jonus. Katijonitas yra regeneruojamas koncentruota azoto rūgštimi, anijonitas - amoniakiniu vandens tirpalu. Regeneracijos produktas savo sudėtimi yra artimas kompleksinių mineralinių trąšų sudėčiai, dėl to, priklausomai nuo nudruskinamo vandens sudėties, yra pritaikomas skystų ar birių kompleksinių mineralinių trąšų gamyboje.

Vandens nudruskinimo būdas ir tokiu būdu gaunamas produktas

Išradimo sritis

5 Išradimas yra skirtas vandens, kuris yra naudojamas garo katilų pildymui ar kitoms technologinėms reikmėms, nudruskinimui (demineralizacijai), o tiksliau būdas nudruskinimui nesudarant atliekų ir tokiu būdu gaunamas produktas.

Technikos lygis

10 Nudruskintas vanduo yra naudojamas pramonės procesuose, siekiant apsaugoti įrenginius (garo, vandens šildymo katilus, turbinas ir t.t.) nuo druskų nuosėdų arba kaip tirpalų, skystų produktų skiediklis, siekiant išvengti papildomų priemonių – druskų, esančių vandenyje. Vandens nudruskinimo technologijos, pašalinamos iš vandens druskos, sukuria nuotekas su koncentruotu druskų kiekiu. Šiandiena, siekiant mažinti aplinkos taršą, nuotekų, išleidžiamų į aplinką normos reglamentuoja druskų ir atskirų cheminių elementų koncentracijas. Dėl to pramonės įmonės susiduria su išleidžiamų nuotekų problema, ypač, kai nėra kitų nuotekų, 15 kurios galėtų atskiesti nudruskinimo procese susidarančių nuotekų.

Įprastinė jonų mainų technologija yra vandens filtravimas per jonų mainų dervą. Vanduo yra filtruojamas per katijonitinę įkrovą ir iš vandens yra pašalinami katijonai (pakeičiami į H joną), esantys vandenyje, po to vanduo yra filtruojamas per anijonitinę įkrovą ir iš vandens yra pašalinami anijonai (pakeičiami į OH joną), esantys vandenyje. Tokiu būdu iš vandens yra pašalinamos druskos. Išeikvojus jonitines dervas, jos yra regeneruojamos. Katijonitinės dervos regeneracijai yra naudojama 0,5-2,5% sieros rūgštis (H_2SO_4), arba 4-5% druskos rūgštis (HCl), anijonitinės dervos regeneracijai yra naudojamas 4-5% natrio šarmas (NaOH) arba kalio hidroksidas KOH (4-6%) (Purolite Engineering Manual-Puropack packed-Bed Technology, 1999). 20

25 Taip pat katijonito regeneracijai gali būti naudojama azoto rūgštis (HNO_3) 4-6%.

Įprastinėse jonų mainų technologijose nuotekų kiekis regeneracijos metu sudaro 5-15%, skaičiuojant nuo pagaminto (nudruskinto) vandens kiekio. Nuotekų mineralizacija paprastai gaunama 5-20g/L, be to nuotekos yra praturtinamos regeneracijoje naudojamais reagentais ir iš jų susidarančiomis druskomis NaCl, $NaSO_4$, $NaNO_3$.

30 Atvirkštinės osmozės technologijoje veikiant aukštam slėgiui yra atskiriami du vandens srautai – vienas nudruskintas vanduo, kitas koncentruotas vanduo. Technologija pagamina 25-15% koncentruoto vandens (nuotekų) ir 75-85% nudruskinto vandens. Atvirkštinės osmozės metu

įvadinis vanduo yra sukonzentruojamas 4-5 kartus, t.y. jeigu žalio vandens druskingumas yra 500 mg/L, tai koncentrato druskingumas bus 2-2,5g/L.

Abi technologijos pagamina tam tikrą nuotekų kiekį su atitinkamu aukštu druskingumu ir sudaro nepageidaujamą aplinkos taršą.

- 5 Patentas US 3,956,115 atskleidžia jonitinių įkrovų regeneracijos koncentruotais HNO_3 ir NH_4 tirpalais ypatumus. Šis patentas aprašo regeneracijas jonitinių įkrovų, prisodrintų tik vienos rūšies jonais – NH_4 ir NO_3 , valant kondensatus, užterštus amonio nitrato jonais, tačiau neaprašo galimybės regeneruoti jonitinių įkrovų, prisodrintų Ca, Mg, Na, Cl, SO_4 jonais, kurie yra nudruskinimui naudojamuose vandenyse.
- 10 Patente US 5,951,874 yra atskleistas artimiausias analogas. Patente yra aprašomos vandens sumažinimo joninių mainų sistemose galimybės, naudojant valymui paviršinį vandenį, tačiau neatskleidžia, ar naudojamos nuotekų vandens mažinimo priemonės yra galimos, darant regeneracijas su HNO_3 ir NH_3 tirpalais. Šis patentas atskleidžia regeneracijas tik su HCl, H_2SO_4 , NaCl, NaOH, tirpalais.
- 15 Išradimas neturi aukščiau išvardintų trūkumų susijusių su vandens nudruskinimo būdais ir apima papildomus privalumus.

Trumpas išradimo aprašymas

- 20 Šis būdas yra pagrįstas joniniais mainais t.y. vandens filtravimu per joninių mainų įkrovą, pašalinant druskų jonus iš vandens ir, išnaudojus įkrovos imlumą, ją regeneruojant didesnės koncentracijos druskų tirpalais, tuo būdu atstatant pirminį įkrovos joninį imlumą. Dėl naudojamų atstatomųjų medžiagų, gaunamos nuotekų sudėties ir mažo nuotekų, susidarančių regeneruojant įkrovą, kiekio gaunamas nuotekos/tirpalas yra panaudojamas mineralinių trąšų gamyboje, kaip žaliava. Tuo būdu vandens nudruskinimo būdas yra benuotekis ir beatliekis.

- 25 Būdo privalumai:

1. Katijonitinės įkrovos regeneracija daroma 30-50% HNO_3 . Anijonitinės įkrovos regeneracija yra daroma 15-25% NH_3 tirpalu.
2. Nuotekų kiekis regeneracijos metu sudaro 0,4-1%, skaičiuojant nuo filtrociklo metu pagaminto vandens kiekio. Nuotekų druskingumas sudaro 100-180g/L.
- 30 3. Nuotekos, gaunamos proceso metu yra koncentruotos ir turinčios tokią sudėtį, kad jas galima naudoti kaip sudedamąją dalį kompleksinių mineralinių trąšų gamyboje.

4. Ši technologija yra benuotekė ir beatliekė, nes visos nuotekos yra panaudojamos kaip žaliava mineralinių trąšų gamyboje.

5. Gaunama 5 kartus didesnė koncentracija (lyginant su įprastine sistema, kai regeneracija daroma ne koncentruotais reagentais) yra ekonomiškai naudingesnė, nes naudojant nuotekas kaip žaliavą sausų trąšų gamybai yra žymiai sumažinamas energijos kiekis vandens išgarinimui, o naudojant kaip skystas trąšas - reikšmingai sutaupoma vieta sandėliavimui, bei transportavimo kaštai.

Naudojant įprastą technologiją, gavus 20g/L mineralizacijos nuotekas ir siekiant pasiekti nuotekų druskingumą 150g/L, reikėtų išgarinti likusį vandens kiekį. Išgarinimo technologija eksploataciniu ir investiciniu aspektais yra brangi, o ekologiniu požiūriu žalinga aplinkai, nes naudojami dideli energijos kiekiai.

Trumpas brėžinių aprašymas

1 pav. yra pavaizduota vandens nudruskinimo sistemos schema.

15 Detalus išradimo aprašymas

Turėtų būti suprantama, kad daugybė konkrečių detalių yra išdėstytos, siekiant pateikti pilną ir suprantamą išradimo pavyzdinio įgyvendinimo aprašymą. Tačiau srities specialistui bus aišku, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžių detalumas neapriboja išradimo įgyvendinimo, kuris gali būti įgyvendintas ir be tokių konkrečių nurodymų. Gerai žinomi būdai, procedūros ir sudedamosios dalys nebuvo detalai aprašyti, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai nebūtų klaidinantys. Be to, šis aprašymas neturi būti laikomas apribojančiu pateiktus įgyvendinimo pavyzdžius, o tik kaip jų įgyvendinimas.

Nors išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai, ar jų aspektai, taip kaip parodyti ir aprašyti, apima daugybę komponentų, kurie yra pavaizduoti esantys tam tikroje bendroje erdvėje ar vietoje, kai kurie komponentai gali būti ir nutolę. Taip pat turėtų būti suprantama, kad pateikti pavyzdžiai neapsiriboja tik aprašytais komponentais ir apima ir kitus, jų funkcionavimui ir sąveikai su kitais komponentais, reikalingus elementus, kurių buvimas yra savaime suprantamas, todėl nedetalizuojamas.

Vandens, kuris yra naudojamas garo katilų pildymui ar kitoms technologinėms reikmėms, nudruskinimas apima valomo vandens padavimą siurbliu P5. Sklendės V1, V13, V2 atidarytos. Vanduo prateka kationitine kolona C ir anionitinę koloną A, patenka į talpą T6 ir persipila.

Kitos sklendės uždarytos, siurbliai išjungti. Prabėgus reikiamam vandens kiekiui, atliekama regeneracija.

C kolonos regeneracija atliekama:

1 frakcija - siurbliu P1, atidarius sklendes V3, V9 paduodamas HNO_3 tirpalas. Praleidus 4L
5 tirpalo (išstumiamas vanduo iš jonitinės kolonos ir vamzdynų), V9 uždaroma, atidaroma V12, V14.

2 frakcija – praleidus reikalingą regeneracinio tirpalo kiekį, P1 išjungiamas, sklendės uždaromos. Atidaroma V5, V12, V14, siurbliu P3 pumpuojamas demineralizuotas vanduo tirpalo išstūmimui. Frakcija suleidžiama į talpą T5.

10 3 frakcija – uždaroma V14, atidaroma V19. Frakcija suleidžiama į talpą T8. Sklendės uždaromos, siurblys išjungiamas.

Iš talpos T8 siurbliu P7 per sklendes V18, V11, V10 vanduo praleidžiamas per koloną A.

Į talpą T1 užpilamas koncentruotas HNO_3 tirpalas sekančiai regeneracijai.

A kolonos regeneracija atliekama:

15 1 frakcija – siurbliu P4, atidarius sklendes V4, V11, V10 paduodamas NH_4 tirpalas. Praleidus 4L tirpalo (išstumiamas vanduo iš jonitinės kolonos ir vamzdynų), V10 uždaroma, atidaroma V14.

2 frakcija – praleidus reikalingą regeneracinio tirpalo kiekį, P4 išjungiamas, sklendės uždaromos. Atidaroma V6, V11, V14, siurbliu P3 pumpuojamas demineralizuotas vanduo
20 tirpalo išstūmimui. Frakcija suleidžiama į talpą T5.

3 frakcija – uždaroma V14, atidaroma V15, frakcija suleidžiama į T7.

Iš talpos T7 atitinkamas tirpalo kiekis suleidžiamas į talpą T4, atskiedžiant papildomą koncentruotą NH_4 iki naudojamo regeneracijai tirpalo sekančiai regeneracijai.

4 frakcija – uždaroma V15, atidaroma V10. Frakcija supilama į T2.

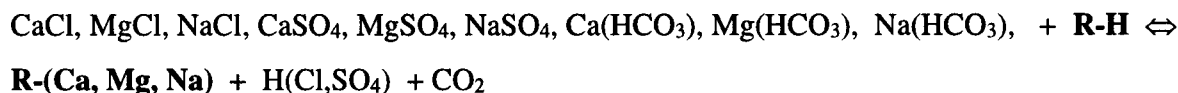
25 Prieš pradėdant sekantį ciklą atliekama recirkuliacija per talpą T6, siurbliu P6, atidarytos sklendės V7, V13, V2. Cirkuliacija atliekama iki pasiekiamas tinkamos kokybės nuduruskintas vanduo.

Pradėjus naują filtravimo ciklą, įjungiamas siurblys P2 ir pirmų bei ketvirtos frakcijos vanduo iš talpos T2 įvedamas į įeinantį vandens srautą 3-4 L/val. greičiu.

Procesas (vandens nudruskinimas) vyksta pratekant vandeniui per jonitines įkrovas, vanduo teka iš apačios į viršų. Iš pradžių vanduo teka per stipriarūgštinio katijonito įkrovą, po to per silpnabazinio anijonito įkrovą. Naudojama suspaustų sluoksnių technologija (filtras yra pilnai pripildytas jonitinės dervos, paliekama tik laisvos vietos jonitų išsiplėtimui kompensuoti).

- 5 1. Nudruskinimo procesas vyksta pagal tokias formules:

Katijonitinė įkrova:



Anijonitinė įkrova:



Nudruskinimo procesui yra naudojama katijonitinė įkrova - stipriarūgštinis katijonitas ir silpnabazinis anijonitas.

2. Regeneracijos procesas vyksta pagal tokias formules:

Katijonitinė įkrova:



Anijonitinė įkrova:



Katijonitinės įkrovos regeneracijos procesas

Regeneracija yra atliekama priešpriešine kryptimi procesui – iš viršaus į apačią.

- 20 Katijonitinė derva yra regeneruojama 30-50% koncentracijos azoto rūgštimi. Po tirpalo padavimo atliekamas nudruskinto vandens padavimas regeneruojančio tirpalo išstūmimui.

Regeneracijos metu yra atskiriamos 3 nuotekų frakcijos:

1-os frakcijos sudėtyje yra 2-10% nuo viso druskų kiekio. Šis vandens kiekis yra grąžinamas į proceso pradžią.

- 25 2-os frakcijos sudėtyje yra 85-95% visų druskų kiekio. Šis nuotekų kiekis yra sumaišomas su anijonitinės įkrovos antros frakcijos nuotekomis.

3-ios frakcijos sudėtyje yra 20-40% perteklinio HNO_3 . Šis nuotekų kiekis yra praleidžiamas per anijonitinę įkrovą. Vanduo po anijonitinės įkrovos grąžinamas į proceso pradžią.

Anijonitinės įkrovos regeneracijos procesas

Anijonitinė įkrova yra regeneruojama su 15-25% NH_3 tirpalu, po tirpalo padavimo seka demineralizuoto vandens padavimas tirpalo išplovimui. Regeneracijos metu yra atskiriamos 4 nuotekų frakcijos:

- 5 1-os frakcijos sudėtyje yra 2-10% nuo viso druskų kiekio. Šis vandens kiekis yra grąžinamas į proceso pradžią.
 - 2-os frakcijos sudėtyje yra 82-96% visų druskų kiekio. Šis nuotekų kiekis yra sumaišomas su katijonitinės įkrovos antros frakcijos nuotekomis.
 - 3-ios frakcijos sudėtyje yra 25% NH_3 perteklius. Šis tirpalas yra sunaudojamas sekančios regeneracijos NH_3 tirpalo paruošimui.
 - 10 4 frakcija yra grąžinama į proceso pradžią.
- Baigus regeneracijos tirpalų padavimą ir išstūmimą, yra daroma vandens recirkuliacija, cirkuliuojant vandenį per katijonitinę ir anijonitinę kolonas, tol kol yra pasiekama valyto vandens kokybė 15-25 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Po recirkuliacijos, paduodamas įvadinis vanduo ir pradedamas naujas nudurkinimo ciklas.
- 15 Regeneracijos produktas yra 10-18% (100-180 g/L) koncentracijos tirpalas. Pagal savo sudėtį šis tirpalas yra artimas azotinio pagrindo mineralinių trąšų kompozicijai, dėl to gali būti panaudojamas, kaip sudedamoji žaliavos dalis, kompleksinių trąšų gamyboje, arba kaip skystų kompleksinių trąšų sudedamoji dalis. Gaunamo produkto sudėtis tiesiogiai priklauso nuo įvadinio vandens kompozicijos ir yra skirtinga kiekvieno vandens šaltinio atveju. Dėl šios
 - 20 priežasties regeneracijos produkto panaudojimas kiekvieno vandens šaltinio, įmonės (technologijos potencialaus naudotojo) gamybos specifikos, panaudojimo kaip žaliavos trąšų gamybai, ar skystų trąšų naudojimo artimose rinkose galimybės yra nagrinėjami kiekvienu atveju atskirai. Esant poreikiui gilesnio vandens nudurkinimui, po aprašomos technologijos naudojama maišytų dervų filtravimo technologija arba elektrodejonizacijos technologija.
 - 25 Preliminari regeneracijos produkto kompozicija pateikiama lentelėje.

1 lentelė:

Produktas	%
NaNO_3	10-15
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	5-10
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15-25

NH ₄ NO ₃	20-30
NH ₄ HCO ₃	20-30
(NH ₄) ₂ SO ₄	2-20
NH ₄ Cl	2-20

Metodai ir medžiagos

Proceso veikimo patikrinimui, buvo atlikti bandymai. Bandymams naudota vandens paruošimo stotis, susidedanti iš: katijoninės kolonos, anijoninės kolonos, chemiškai atsparių siurblių, talpų vandeniui, reagentams ir tirpalams.

Visi aparatai apjungti plastikiniais vamzdžiais, atspariais naudojamiems tirpalams, su įrengta atitinkama armatūra. Stotis dalinai automatizuota (automatizacijos lygis – kritinių parametru stebėjimas, automatinis stabdymas, viršijus kritinius parametrus).

Bandymams naudotos medžiagos:

10 Stipriarūgštinis katijonitas, kiekis – 14L

Specifikacija:

Bendra talpa* H-Form min. eq/L	1,7
Bendra talpa* H-Form (sausas) min. eq/kg	4,8
Vienodumo koeficientas* max.	1,5
Rutuliukų dydis* > 90 % mm	0,4 – 1,25
Efektyvus dydis* mm	0,5 – 0,6
Smulkumas < 0.315 mm	įprastas 0,5 % <
Masės tankis (+/- 5 %) g/L	765
Vidutinis tankis g/ml	1,15
Vandens išsaugojimas wt. %	50 - 55
Porų diametro vidurkis nm	33
Stabilumo temperatūros intervalas °C	-20 - 125

Produkto saugumas maks. metų	2
Sandėliavimo temperatūros intervalas °C	-20 - 40

Silpnabazinis anijonitas, kiekis – 12L

Specifikacija:

Vienodumo koeficientas* max.	1,6
Rutuliukų dydis* > 90 % mm	0,4 – 1,25
Efektyvus dydis* mm	0,5 -0,6
Masės tankis (+/- 5 %) g/L	640
Vidutinis tankis g/ml	1,02
Vandens išsaugojimas wt. %	52 - 58
Bendra talpa* min. eq/L	1,6
Stabilumas pH intervale	0 - 14
Produkto saugumas maks. metų	2
Stabilumo temperatūros intervalas °C	-20 - 40

5 Filtrų regeneracijai naudojami tirpalai:

HNO_3 rūgštis - 58%

NH_3 amoniako vandeninis tirpalas - 25%

Bandymams naudoti matavimo prietaisai:

- 10
- a) Elektrinio laidumo matuoklis (instaliuotas: Chemitec 30; nešiojamas: WTW 82362 Cond 330i)
 - b) pH metras (nešiojamas: Hach HQ40d)
 - c) termometras, instaliuotas 0-60°C - 4 vnt.
 - d) rotametas (srauto matuoklis), instaliuotas 50-500 l/h - 4 vnt.
 - e) vandens kiekio impulsinis skaitiklis – 1 vnt.

Išradimo įgyvendinimo pavyzdys

Siekiant įgyvendinti išradimą buvo atlikti eksperimentai, kurie čia pateikiami kaip technologijos įgyvendinimo pavyzdžiai.

Vanduo paduodamas į katijonitinę koloną, po to vanduo paduodamas į anijonitinę koloną.

- 5 Valomo vandens srautas yra iš apačios į viršų. Valytas vanduo yra surenkamas valyto vandens talpoje ir persipila proceso eigoje. Dalis nudruskinto vandens yra panaudojama regeneracinių tirpalų ruošimui ir regenerantų išstūmimui regeneracijos eigoje. Regeneracinių tirpalų padavimas vykdomas iš viršaus į apačią.

Įvadinis vanduo:

- 10
- Kilmė: komunalinis vanduo
 - Temperatūra: 10-15 °C
 - Laidumas: 530 -540 μS/cm

Įvadinio vandens analizė:

Eil. nr.	Komponentai	mg/L	meq/L
1	Ca+Mg	84	5,0
2	Na+K	12	0,53
3	Bendras katijonų kiekis		5,53
4	HCO ₃	292,8	4,8
5	Cl	12	0,34
6	SO ₄	40	0,39
7	Bendras anijonų kiekis		5,53

- 15 Vandens srautas: 250L/h

Vandens slėgis: 3 atm

Regeneracija atlikta tokiomis sąlygomis:

Katijonito regeneracija	
Regeneracijos tirpalas	HNO ₃
Koncentracija	50%
Temperatūra	16°C

Anijonito regeneracija	
Regeneracijos tirpalas	NH ₃
Koncentracija	15%
Temperatūra	16°C

Rezultatai

Filtro ciklas (vandens kiekis nuo regeneracijos iki regeneracijos) sudaro 2500L (10 valandų).

Nudruskinto vandens kokybė yra 10-15 µS/cm. Gautas regeneracijos produkto kiekis: 13L.

- 5 Regeneracijos produkto susidaręs kiekis yra 0,53% nuo pagaminto vandens kiekio (2500L)

Gauta regeneracijos produkto sudėtis:

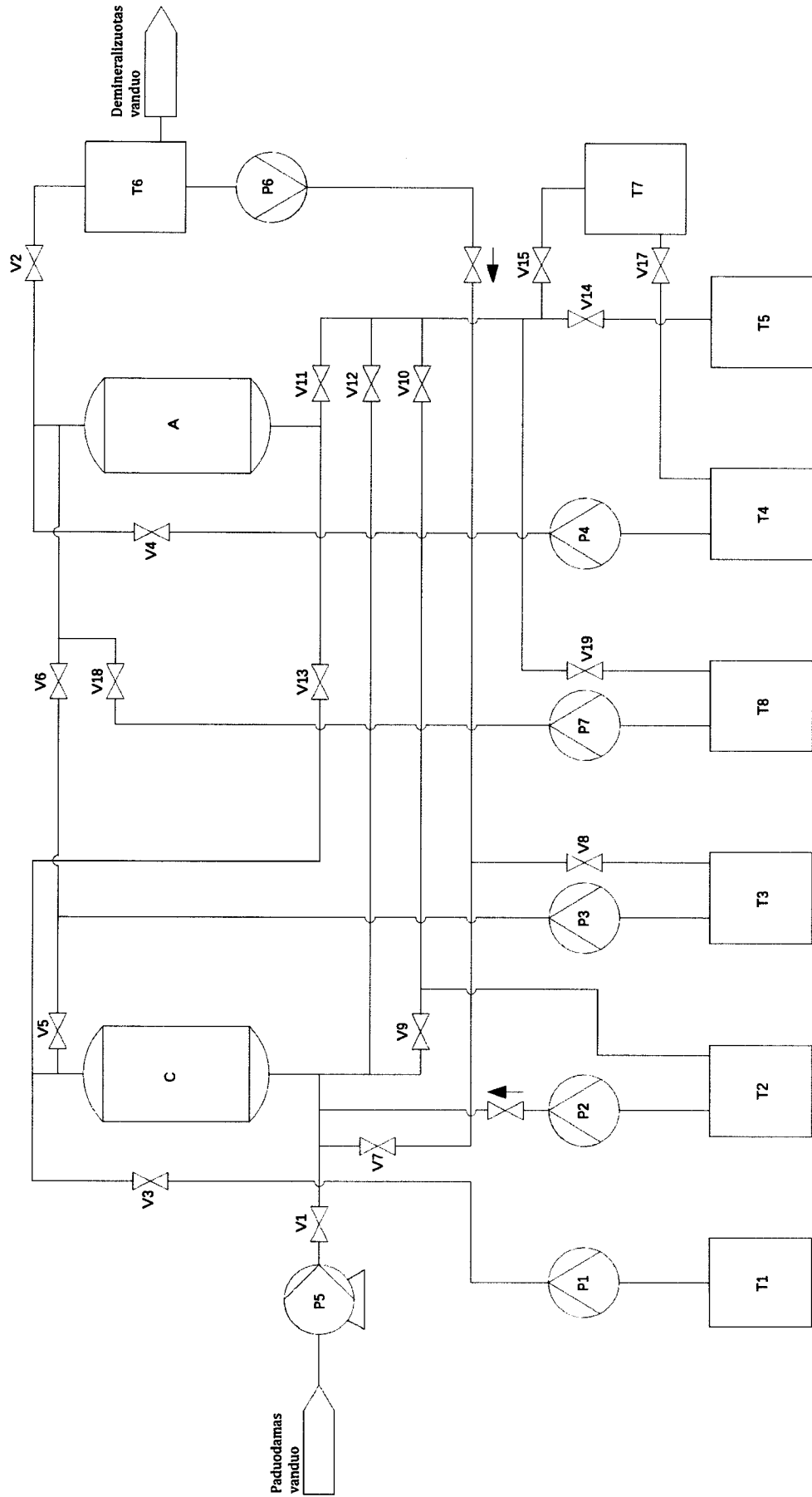
Produktas	mg/L
K	950
Na	1230
Mg	4560
Ca	11400
Azotas amoniakinis (N-NH ₄)	4071
Azotas nitratinis (N-NO ₃)	33868
SO ₄	7850
Cl	2552

- Iš viso atlikta 14 valymo ciklų ir 14 regeneracijų. Duomenys pateikti iš 6-to bandymo. Filtrociklas visus ciklus išliko stabilus – 2500L ± 15L. Tai rodo, kad jonitai regeneruojami efektyviai. Nudruskinto vandens kokybė stabili. Regeneracijos produkto tirpalo sudėtis yra tinkama skystų arba sausų mineralinių kompleksinių trąšų su mikroelementais gamybai.
- 10

- Nors išradimo aprašyme buvo išvardinta daugybė charakteristikų ir privalumų, kartu su išradimo struktūrinėmis detalėmis ir požymiais, aprašymas yra pateikiamas kaip pavyzdinis išradimo išpildymas. Gali būti atlikti pakeitimai detalėse, ypač medžiagų formoje, dydyje ir išdėstyme nenutolstant nuo išradimo principų, vadovaujantis plačiausiai suprantamomis apibrėžties punktuose naudojamų sąvokų reikšmėmis.
- 15

Išradimo apibrėžtis

1. Vandens nudruskinimo būdas, skirtas pašalinti druskas iš paviršinių ar giluminių vandenų, apimantis katijoninės įkrovos regeneravimą ir anijoninės įkrovos regeneravimą po filtruojamo vandens praleidimo pro filtrą su katijonine įkrova ir filtruojamo vandens praleidimą pro anijoninę įkrovą, besiskiriantis tuo, kad:
- 5 a) filtras su katijonitine derva yra regeneruojamas 30-50% azoto rūgštimi,
- b) filtras su anijonitine derva yra regeneruojamas 15-25% amoniakinio vandens tirpalu.
- 10 2. Produktas gaunamas būdu pagal 1 punktą yra katijoninės ir anijoninės regeneracijos produktas, apimantis kompleksinius junginius iš druskų, kurios buvo vandenyje prieš pradedant filtravimą ir iš azoto, azoto rūgšties ir amoniakinio vandens tirpalo.
3. Produktas pagal 2 punktą, kur produktas yra skysta kompleksinė mineralinė trąša.
- 15 4. Produkto pagal 2 arba 3 punktą panaudojimas, kaip žaliavos, skystų arba birių mineralinių kompleksinių trąšų gamybai, arba tiesioginiam dirvožemio tręšimui.



Pav. 1
13