

(11) Patento numeris: **4323** (51) Int. Cl.⁶: **C02F 1/48**

(21) Paraiškos numeris: **96-051**

(22) Paraiškos padavimo data: **1996 04 19**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1997 11 25**

(45) Patento paskelbimo data: **1998 04 27**

(72) Išradėjas:

Petr Zakharov, DE

(73) Patento savininkas:

**Wasser Barth Intlic GmbH, Industriepark Magdeburger Strasse,
Strasse A, Nr.10, 39245 Gommern, DE**

(74) Patentinis patikėtinis:

Liudmila Gerasimovič, 9, J. Basanavičiaus g. 16/5-41, 2009 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Nutekamųjų vandenų valymo ir nukenksminimo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso vandens taip pat pramoninių ir buitinių nutekamųjų vandenų apdorojimo sričiai. Jame aprašomas būdas pasižymi tuo, kad nutekamųjų vandenų srautas tuo pačiu metu veikiamas terminiu smūgiu, ozonu, ultragarsiniu ir ultravioletiniu spinduliavimu, taip pat lydintiais faktoriais, atsirandančiais, kai nutekamųjų vandenų srautas apdorojamas trumpais ir galingais E,H laukų impulsais. Apdorojamo srauto konfigūracija ir sistemos parametrai parenkami taip, kad galima būtų veikti stipriu ultravioletiniu spinduliavimu, o taip pat oru, prisotintu iškvos pasekoje atsirandančiu ozonu, kuris, savo ruožtu, aktyvuotas magnetiniu lauku, lydintiais spinduliavimais ir radikalais, didinančiais jo nukenksminantį veikimą.

Išradimas priklauso vandens, taip pat pramoninių ir buitinių nutekamųjų vandenų apdorojimo sričiai, jame aprašomas nutekamųjų vandenų apdorojimo būdas, panaudojant magnetinius ir elektros laukus.

5

Žinomi ir šiandien aktualūs vandens apdorojimo būdai, panaudojant stacionarius magnetinius laukus. Toks apdorojimas dažnai palankus geresniam geležies junginių ir kietumą sąlygojančių druskų koaguliavimui, bet neefektyvus prieš bakterinę florą.

10

Taip pat žinoma, kad srauto ozonavimas palengvina vandens valymą ir nukenksminimą, ir kai kuriose sistemose suderintai naudojama ozono inžekcija į apdorojamą vandenį (pvz., JAV patentas Nr 5190648).

15

Žinomas skysčių valymo būdas (žr. JAV patentą Nr 5130032), pagal šį būdą skystį pumpuoja į valymo kontūrą, suteikia skysčiui elektrostatinę krūvį ir įpučia ozoną, kurį prieš tai paveikia stacionariu magnetiniu lauku. Po to skystį vėsina, gražina į pirminę talpą, prideda aktyvatorių (vandenilio peroksidas ir natrio peroksidas) ir skystį švitina ultravioletiniais spinduliais.

20

Visos šio būdo operacijos tarnauja pageidaujamo rezultato pasiekimui. Tačiau visi sudarantys būdą etapai išstėti laike ir erdvėje. Būtinybė tarp valymo etapų vėsinti skystį, taip pat pridėti aktyvatorių reikalauja sudėtingos technologijos ir įrangos.

30

Visi žinomi valymo būdai praktiškai neefektyvūs valant nutekamuosius vandenius, kuriuose randami maro, choleros nešėjai, kirminų kiaušinėliai.

35

Taip pat sukurtas vandens srauto valymo būdas (žr. paraišką PCT/RU92/00006), kuriame naudojama

horizontaliaame dviejų terpių skyrimo paviršiuje - valomo vandens besiliejančio per rezervuaro kraštą "veidrodyje" koncentruoto tipo impulsinė elektros iškrova. Šis būdas pasirodė efektyvus, bet iškrovos veikimo zona nepakankamai plati ir valymo sistema pasirodė jautri apdorojamo vandens srauto sluoksnio storio svyravimams.

Šio išradimo tikslas - sukurti efektyvų nutekamųjų vandenų valymo būdą, naudojant elektros iškrovas.

Kitas išradimo tikslas - sukurti tokio kontūro srautą, kad apdorojimo krūviais zonoje būtų maži skysčio sluoksnio storio svyravimai.

Dar vienas išradimo tikslas - sudaryti galimybę viena ir ta pačia kompaktine schema apdoroti įvairios sudėties vandenį, pradedant sąlyginai švariais vandenimis ir baigiant smarkiai užterštais organiniais arba neorganiniais srautų teršalais.

Pagal šio išradimo būdą nutekamųjų vandenų srautas tuo pačiu metu veikiamas terminiu smūgiu, ozonu, ultragarsiniu ir ultravioletiniu spinduliavimais, o taip pat lydinčiais faktoriais, atsirandančiais dėl nutekamųjų vandenų srauto apdorojimo trumpais ir galingais E,H laukų impulsais. Be to, apdorojamo srauto konfigūracija ir sistemos parametrai parenkami tokiu būdu, kad būtų galima maksimaliai veikti intensyviu ultravioletiniu spinduliavimu, o taip pat oru, iškrovos metu prisotintu ozonu, kuris, savo ruožtu, suaktyvintas magnetiniu lauku, lydinčiu spinduliavimu ir radikalais, didinančiais jo nuklenksminantį aktyvumą.

Būdo pagal šį išradimą įgyvendinimui, nutekamųjų vandenų srautą pirmiausia praleidžia per įprastus mechaninius filtrus ir per įrenginį, sulaikantį smulkias daleles;

- po to, plyšių formuotuvo dėka, formuoja nepertraukiamą uždara krentantį nutekamųjų vandenų srautą;
- reikiamos konfigūracijos ir reikiamo storio nutekamųjų vandenų srautą nukreipia į tarpelektrodinę reaktoriaus 5 erdvę;
- tarpelektrodinėje reaktoriaus erdvėje srautą apdoroja trumpais ir galingais E,H laukų impulsais, panaudojant potencinius ir ekvipotencinius elektrodus, išdėstytus keliuose lygiuose atitinkama tvarka. Savo smaigaliais 10 elektrodai nukreipti krintančio srauto link, bet jo neliečia, be to, potenciniai elektrodai uždaro kontūro viduje išdėstyti taip, kad iškrovos vyktų statmenai srautui pagal jo kontūrą. Iškrovos nuo potencinių 15 elektrodų į ekvipotencinius vyksta per valomo skysčio sluoksnį dažniu, atitinkančiu impulsų dažnį. Greitas energijos išsiskyrimas plazminės elektros iškrovos kanale sudaro sąlygas staigiam lokaliai temperatūros padidėjimui (iki 5000-15000 °C), vadinamam termosmūgiui. Jo metu vyksta organinių medžiagų - alyvos, riebalų, 20 naftos produktų, - degimas, bet nepastebėta vandens masės kaitimo;
- iš reaktoriaus zonos apdorojamas srautas patenka į ežektorių; ten pat, srauto dėka, iš reaktoriaus zonos įsiurbiamas oras, prisotintas ozonu ir turintis iškrovų 25 pasekoje atsiradusių peroksidų. Pageidautina naudoti priemones, padedančias pereiti nuo laminarinės tekės į turbulentinę (pvz., antiturbinas, suteikiančias srautui sukamąjį judesį) ir taip dar labiau padidinančias fazių atskyrimo paviršių ir valymo efektyvumą. Srautas laisvai 30 prateka pro ežektorių ir patenka į įprastą reakcijos kamerą (kai ruošiamas geriamasis vanduo), arba į įprastą nusodintuvą (kai apdorojami nutekamieji vandenys). Vanduo nusodintuve laikomas ne mažiau 20 min.
- 35 Kai nutekamųjų vandenų srautas žinomais būdais yra veikiamas stacionariais E, H laukais, esant lauko

stiprumui maždaug 250 mA/m, pasiekiamas "išotininimo slenkstis", kai tolesnis lauko stiprumo didinimas beveik neturi įtakos valymo efektyvumui. Klasikinės valymo shemos (žr. Abramov "Vodopodgotovka" ir Žuk
5 "Kanalizacija") suderinimas su ozonavimu taip pat turi ribotą efektyvumą.

Šaltos plazmos trumpų impulsinių iškrovų seka pagal šią išradimą sukuria ne paprastą stacionarių laukų
10 superpoziciją (sanklotą), bet pastebimas sąryšinis stiprinantis efektas. Jo rezultate, sunaudojant nedaug energijos, pavyksta dešimtis kartų geriau išvalyti srautą. Be to, toks pats išvalymo lygis pasiekiamas dešimtis kartų greičiau (žr. 2-4 pavyzdžius).

15 1 lentelėje pateiktos nutekamųjų vandenų valymo ir nukenksminimo būdo pagal šią išradimą svarbiausios techninės charakteristikos.

20 Efektyviam valymui pagal šią išradimą svarbu ne tik užtikrinti 2500J energijos sukaukimą, bet ir ją iškrauti per kelias (ne daugiau 10) mikrosekundes. Kitaip sakant, energijos kaupiklis turi atitikti kritinės iškrovos sąlygą: talpumo ir induktyvumo sandauga [$\mu\text{F} \cdot \mu\text{H}$] ne
25 daugiau 3.

Tarpelektrodinėje reaktoriaus erdvėje sukurtas E-laukas turi būti nemažesnis 1000 V/cm. Šis išradimas realizuotas intervale, kai elektrinis lauko stiprumas E
30 siekia 100000 V/cm, bet pastebėta, kad Coli-tipo mikroorganizmai žūdavo jau esant 2000 V/cm.

Srauto, apdorojamo tarpelektrodinėje reaktoriaus erdvėje, storis turi būti optimaliai skaidrus, kad
35 galėtų būti paveiktas skvarbiu ultravioletiniu spinduliavimu.

1 lentelė

Nuotekų rūšis	Sąlyginai švarūs srautai				Nešvarios nuotekos			
Darbo našumas, m ³ /val	16	25	58	100	16	25	58	100
Tas pats, l/sek	4,5	7,0	16,0	28	4,5	7,0	16,0	28,0
Sukaupta energija, J	2,5	3,0	5,0	7,5	5	6	10	15
Nustatytas galingumas, kVA	7	10	25	40	14	20	50	80
Impulsinės energ. tankis, kJ/cm ²	20	20	20	20	40	40	40	40
UV energ. tankis, kJ/cm ²	3,5	3,5	3,5	3,5	7,0	7,0	7,0	7,0
Impulso ilgis, sek.10 ⁻⁶	5	5	5	5	5	5	5	5
Užimamas plotas, m ²	2	2	2,5	3,5	2	4	5	7

5 Realizuojant šį išradimą ultravioletinio spektro intensyvumas, kaip matyti iš 1 lentelės, dešimtį kartų didesnis, negu gaunant tokį spektrą UV lempomis.

10 Be to, iškrovos parametrai apsprendžia ultravioletinio ir ultragarsinio spinduliavimo santykį, kad maksimaliai skvarbiu ultravioletiniu spinduliavimu būtų galima sunaikinti dideles bakterinės floros molekules.

15 Nukenksminimo procesas tęsiasi prisotinto ozonu oro veikimo dėka ir po to, kai srautas išteka iš reaktoriaus.

Fig. 1 pavaizduotas scheminis lauko išsklotinės fragmentas, kai elektrodų sistema išdėstyta keliais lygiais šachmatine tvarka (šachmatų laukas).

5 Fig. 2 pavaizduotas reaktoriaus fragmentas, kai potenciniai ir ekvipotenciniai elektrodai išdėstyti trimis lygiais.

Fig. 3 pavaizduota principinė apdorojimo ir
10 nukenksminimo pagal siūlomą būdą schema.

Išradimas iliustruojamas konkrečiais nutekamųjų vandenių valymo ir nukenksminimo būdo pavyzdžiais. Pateikti pavyzdžiai neapriboja išradimo apimtį.

15

1 pavyzdys.

Vandenių, smarkiai užterštų organiniais teršalais, valymas.

20 Iš kiaulių auginimo komplekso hidronupylimo sistemos per mechaninius filtrus ir smėlio gaudyklę nutekamųjų vandenių srautą (išėities parametrai: CHDS 20000 mg/l, bakterinė flora 1×10^{12} vnt/ml, bendroji skenda 100 mg/ml) 2 m/sec greičiu paduoda į srauto formuotuvą (1).
25 Šiame pavyzdyje naudojamas srauto formuotuvai, turintis vamzdžio su kvadratinio pjūviu pavidalą, kuris išlenktas žiedu apskritimo formoje. Siekiant "užsukti" srautą, jis paduodamas į formuotuvą žiedo apskritimo liestinės kryptimi.

30

Išlenkto vamzdžio apačioje pagal visą apskritiminio žiedo perimetrą yra kalibruotas, pvz. 5 mm pločio,

plyšys. Pratekėdamas plyšį, formuojasi vientisas
35 cilindro formos krentantis srautas, kurio spindulys atitinka srauto formuotuvo žiedo spindulį, o skysčio sluoksnio storis neviršija 5 mm (plyšio storio).

Srautas krenta į tarpelektrodinę reaktoriaus erdvę, suformuotą poromis potencinių ir ekvipotencinių elektrodų, išdėstytų trimis lygiais šachmatine tvarka.

5

Iš aukštos įtampos maitinimo šaltinio (2) per energijos kaupiklį (3), dėka didelės elektros srovės energijos valdymo rakto (4) per srovės laidininką (5) į potencinius elektrodus, išdėstytus srauto viduje reaktoriaus zonoje (6), paduoda 500 000 kW galingumo ir 100 Hz dažnio (impulso laikas 5 μ sek) impulsus. Per krantančio srauto storį nuo potencinių elektrodų į ekvipotencinius elektrodus vyksta iškrovų seka.

15 Srautas, apdorotas šalta plazma, per vandens nukreiptuvą patenka į ežektorių (7), sujungtą vamzdeliu su centrine reaktoriaus zonos dalimi (6). Veikiant vandens srautui, iš centrinės reaktoriaus dalies į ežektorių įsiurbiamas praturtintas ozonu oras ir susimaišo su apdorotu srautu.

20

Šiame pavyzdyje panaudojamas ežektorius, turintis antiturbiną, kuri sukuria pseudosuskystintos terpės turbulentinį srautą.

25 Apdorotas vanduo iš ežektoriaus patenka į radialinį nusodintuvą, kur laikomas bent jau 20 min. Paduodant vandenį ne didesniu kaip 20 mm/sek greičiu kietos dalelės nusėda nusodintuve.

30 Vandens temperatūra išėjime iš reaktoriaus zonos yra lygi vandens temperatūrai įėjime.

Energijos poreikis, kai valomi smarkiai užteršti nutekamieji kiaulių auginimo komplekso vandenys, yra 1 kW/m³.

35

Apdoroto vandens parametrai reaktoriaus išėjime: CHDS 300 mg/l, bakterinė flora 3 vnt/l, riebalai 1,5 mg/l, bendroji skenda 50 mg/l.

5 Palyginamieji pavyzdžiai 2-4.

Abipusio stiprinančio efekto išaiškinimui buvo lyginami klasikinės schemos rezultatai su papildomu ozonavimu, tokio paties valymo su ozonavimu ir UV lempos švitinimu, ir valymo pagal šį išradimą.

Rezultatai pateikti 2 lentelėje. (Pavyzdys 2: ozonavimas; pavyzdys 3: ozonavimas + UV; pavyzdys 4: būdas pagal šį išradimą, kaip pavyzdyje 1).

15

2 lentelė

Pavyzdys/	Veikimo laikas						
	0	30sek	1min	5min	7min	10min	12min
Fenolas,mg/l	4			0,45	0,2	nerasta	nerasta
2. Fe ²⁺ , mg/l	5			0,4	0,3	0,12	0,12
Oksidavimas,mg/l	6,4			4,9	3,0	1,8	1,8
Bakterijų kiekis*	+			+	+	+	-
	(7val)			(10val)	(12val)	(21val)	
Fenolas,mg/l	4			0,4	0,1	nerasta	
3. Fe ²⁺ , mg/l	5			0,3	0,2	0,1	
Oksidavimas,mg/l	6,4			4,0	1,8	1,6	
Bakterijų kiekis*	+			+	-	-	
	(7val)			(20val)			
Fenolas,mg/l	4	0,1		nerasta			
4. Fe ²⁺ , mg/l	5	0,2		0,1			
Oksidavimas,mg/l	6,4	1,8		1,6			
Bakterijų kiekis*	+			-			
	(7val)						

*) Esamo bakterijų kiekio testas buvo laikomas neigiamu, jeigu 24 val. bėgyje nesikeitė užsėtojo mėginio žalia spalva.

5 5-8 pavyzdžiai

Specialiai paruoštus modelinius pesticidų tirpalus apdorojo pagal 1 pavyzdžio metodiką, esant 100 mm/sek srauto greičiui. Apdorojimą atliko esant 100 J sukauptai energijai, bet iškrovų dažnį keitė nuo 50 iki 1000 Hz.

10 Pesticidų koncentracija (mg/l) iki ir po valymo buvo nustatoma chromatografiškai ir pateikta 3 lentelėje.

(Pradinės koncentracijos:

5 pavyzdys: metafosas, 10 mg/l;

6 pavyzdys: karbofosas, 50 mg/l;

15 7 pavyzdys: fosfamidai, 50 mg/l;

8 pavyzdys: chlorofosas, 50 mg/l).

3 lentelė

Pesticidų koncentracija po valymo pagal šį išradimą, mg/l

20

Pavyzdys/	Iškrovų dažnis, Hz				
	50	100	300	500	1000
5.	6,1	4,3	2,8	1,3	0,4
6.	40	30	21	9,0	4,0
7.	20	10	5	1,5	0
8.	45	35	20	10	0,6

Būdas pagal šį išradimą, be valymo efektyvumo, pasižymi šiais privalumais:

25 - mažais gabaritais (valymo sistemai pagal šį išradimą naudojamas 2-7 m² plotas, kai darbo našumas 16-100 m³/val);

- energijos ekonomišku (energijos sunaudojimas nuo 0,35 kW/m³, esant sąlyginai švariam vandeniui, iki ne daugiau 1 kW/m³, kai nutekamieji vandenys smarkiai

30 užteršti, kaip kiaulių auginimo komplekso nuotekos);

- paprastas aptarnavimas (valymas automatiniam režime).

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Nutekamųjų vandenų valymo ir nukenksminimo būdas, veikiant nutekamųjų vandenų srautą elektros lauku, 5 ozonavimu, ir ultragarsiniu ir ultravioletiniu spinduliavimais, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad - nutekamuosius vandenį praleidžia per srauto formuotuvą,
- suformuotą ištisą krentantį nustatyto pločio ir 10 konfiguracijos srautą nukreipia į tarpelektrodinę reaktoriaus erdvę,
- apdorojamą reaktoriuje atlieka trumpais aukštos įtampos impulsais, tuo pačiu metu veikiant srautą E,H - lauku, skvarbiu ultravioletiniu ir ultragarsiniu 15 spinduliavimu, o taip pat veikiant aktyvuotu ozonu, spontaniškai atsirandančių iškrovos metu aukštos įtampos trumpų impulsų, ir
- apdorotą reaktoriuje srautą nukreipia į ežektorių, kur papildomai jį veikia praturtintu ozonu oru.
- 20
2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad naudoja uždaro kontūro plyšio formos srauto formuotuvą.
- 25
3. Būdas pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad plyšio kontūras sudaro apskritimą, o plyšio plotis yra 3-5 mm.
- 30
4. Būdas pagal 1-3 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tarpelektrodinę reaktoriaus erdvę sukuria potencinių - ekvipotencinių elektrodų porų dėka, juos išdėstant keliais lygiais šachmatine tvarka ir orientuojant juos į srovės pusę, be to, potencinius elektrodus talpina srauto kontūro viduje.
- 35

5. Būdas pagal 1-4 punktus, b e s i s k i r i a n t i s
tuo, kad apdorojimą reaktoriuje vykdo į potencinius
elektrodus paduodant energijos impulsus, kurių energijos
tankis ne mažesnis 10 kJ/cm², trukmė ne ilgiau 10 μsek
5 ir dažnis 50-1000 Hz.

6. Būdas pagal 1-5 punktus, b e s i s k i r i a n t i s
tuo, kad reaktoriuje sukuria elektros lauką, kurio
įtampa ne žemesnė 1000 V/cm, o iškrova lydima skvarbiu
10 ultravioletiniu spinduliavimu, kai ultravioletinės
energijos tankis 3,5 - 7,0 kJ/cm², ir ultragarsiniais
reiškiniiais.

7. Būdas pagal 1-6 punktus, b e s i s k i r i a n t i s
15 tuo, kad iškrova vykdo remiantis kritinės iškrovos
sąlyga, kur talpumo ir induktyvumo sandauga ne didesnė
3.

8. Būdas pagal 1-7 punktus, b e s i s k i r i a n t i s
20 tuo, kad reaktoriuje srautą iš laminarinio keičia į
turbulentinį, o praturtintą ozonu orą tiekia iš
reaktoriaus zonos.

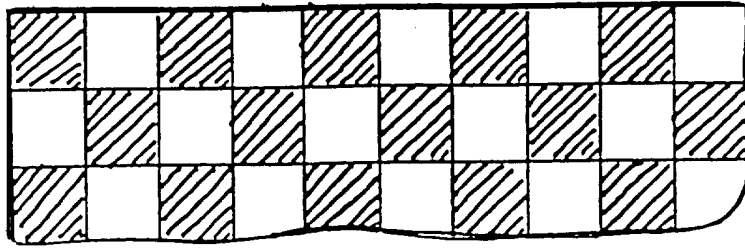


Fig. 1

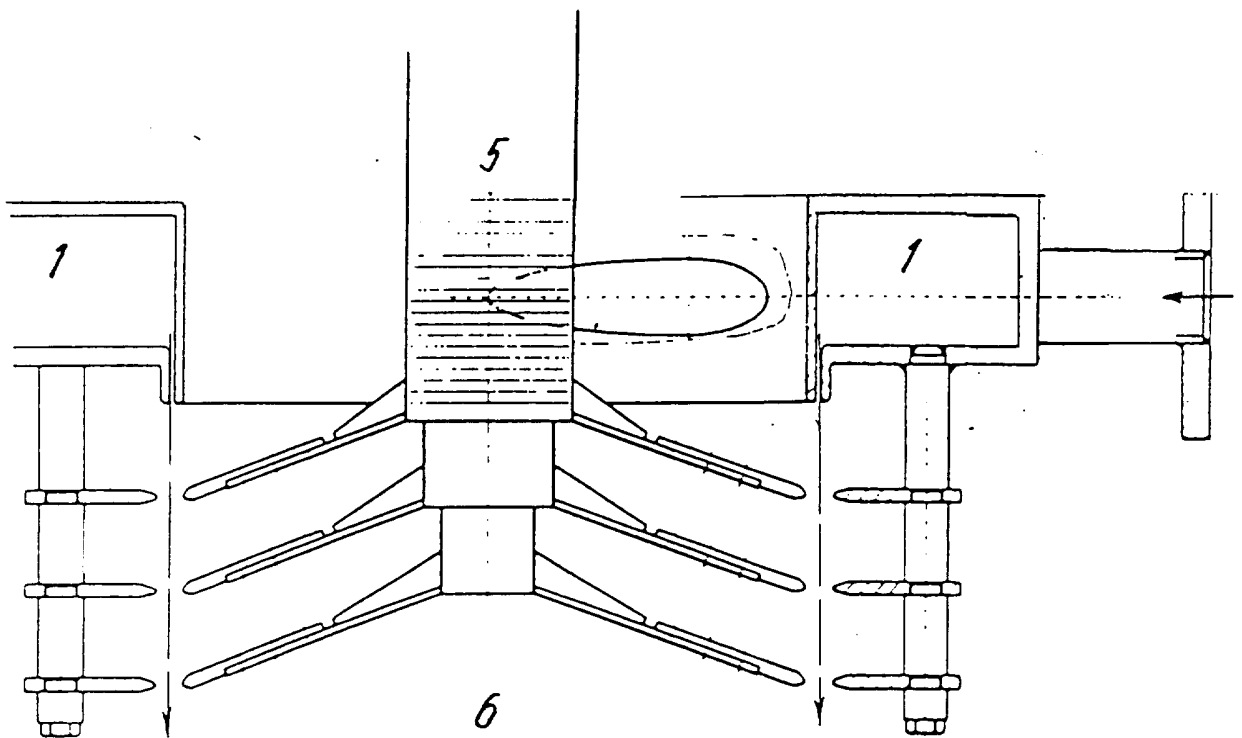


Fig. 2

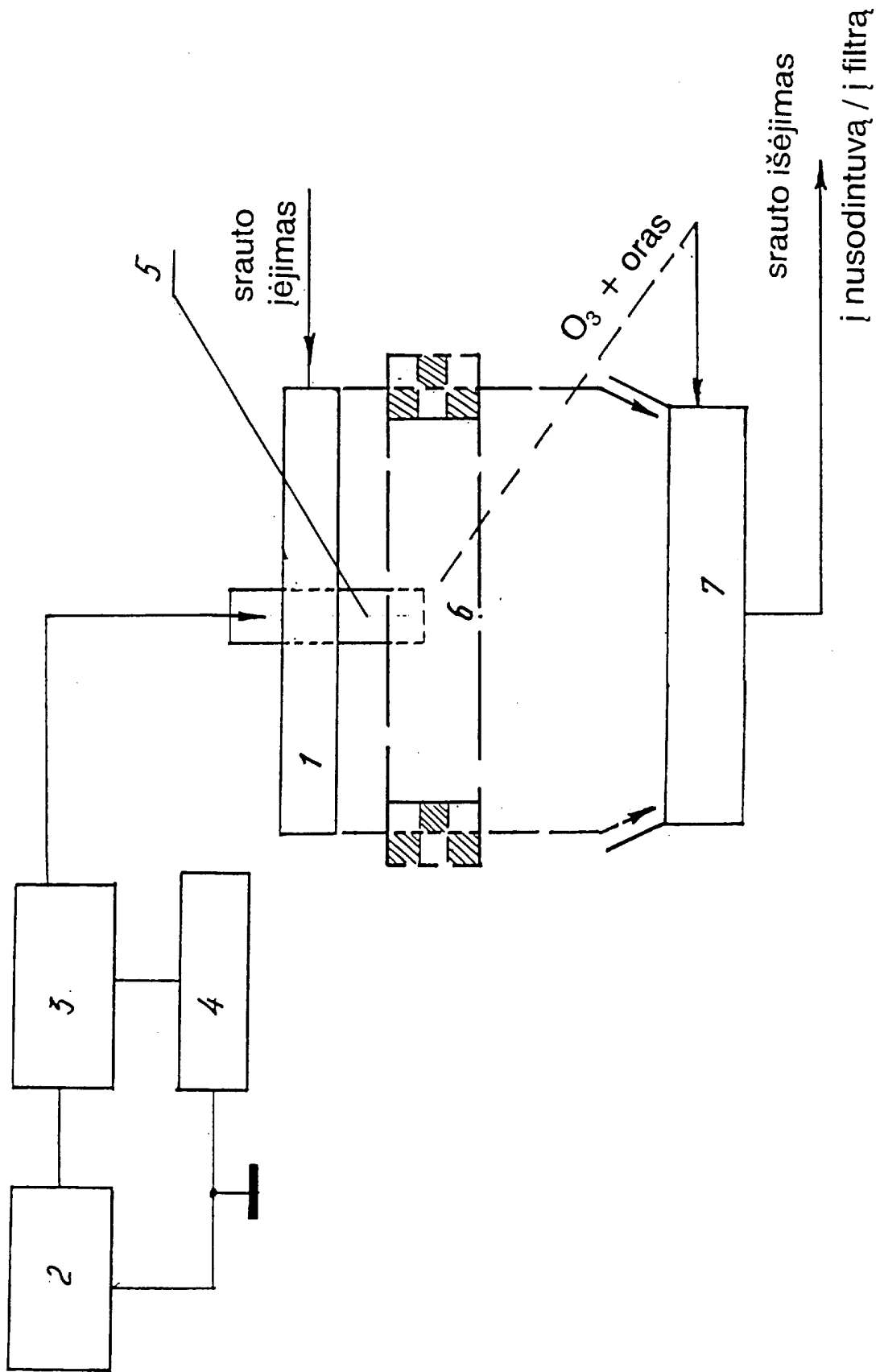


Fig. 3