

(19)



(10) **LT 6314 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6314**

(51) Int. Cl. (2016.01): **F25B 17/00**
F28C 1/00

(21) Paraiškos numeris: **2014 147**

(22) Paraiškos padavimo data: **2014-12-18**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2016-06-27**

(45) Patent paskelbimo data: **2016-09-12**

(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: —

(72) Išradėjas:

Naum MIRMOV, IL
Vladimir SOBOROVER, IL
Andrey DOBKIN, IL
Aleksey VASSILIEV, IL

(73) Patent savininkas:

Naum MIRMOV, P. O. Box 3682, Ma'a lot 2105906, Str. Jerusalem 38/10, IL
Vladimir SOBOROVER, Hahagana Str. 22/3, Ma'a Lot 2105020, IL
Andrey DOBKIN, P. O. Box 7363, Ma'a Lot 2107149, Odem Str. 33 „B“, IL
Aleksey VASSILIEV, Haim Bar-Lev Str. 23/6, Haifa 3288420, IL

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Leonas Antanas KUČINSKAS, Dr. Leono A. Kučinsko patentinių paslaugų
firma, Kaštonų g. 5-7, LT-01107 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Sauso aušinimo bokštas su įtaisais atšaldymo oro paruošimui

(57) Referatas:

Siūlomas sauso aušinimo bokštas su atšaldymo oro paruošimo sistema turi keletą skiriamųjų savybių. Sauso aušinimo bokštas yra vertikalus arba horizontalus sekinis aparatas kvadratiniam arba stačiakampiame korpuse. Aparatas gali turėti vieną arba daugiau lygiagrečiai arba nuosekliai išdėstytų šilumokaičio sekcijų. Kiekvieną sekciją sudaro dvi darbinės kameros: vandens aušinimo kamera ir atšaldymo oro pūtimo kamera. Atšaldyto vandens šilumos pašalinimas atliekamas šilumos vamzdžiais (ŠV) arba uždarais dviejų fazių termosifonais (UDFT). Šilumos vamzdžių garavimo zona įrengta aušinimo vandens kameroje, o šilumos vamzdžių

kondensacijos zona yra oro kameroje. Šilumos vamzdžių kondensacijos zonos sekcijos turi spiralines arba kitokio tipo vageles. Aparate su vertikaliai išdėstytais sekcijomis šilumos vamzdžiai turi būti įrengti ne mažesniu kaip $5-8^\circ$ kampu į horizontalią plokštumą. Aparate su horizontaliai išdėstytais sekcijomis šilumos vamzdžiai turi būti įrengti vertikaliai. Ši aušinimo bokšto konstrukcija yra paprastesnė, kompaktiška, gali būti gaminamos jos stacionari ir mobili versijos. Sauso aušinimo bokštas gali būti naudojamas chemijos, maisto ir naftos perdirbimo pramonėje, šaldymo technikoje ir kondicionavimo įrenginiuose.

Sausojo aušinimo bokštas su įtaisu šaldančiam orui paruošti gali būti naudojamas chemijos, maisto ir naftos perdirbimo pramonėje, šaldymo technikoje ir oro kondicionavimo įrenginiuose.

Sausojo aušinimo bokštas – tai horizontalus arba vertikalus sekcinis aparatas kvadratinio arba stačiakampio formos korpusu. Aparate gali būti viena ar kelios lygiagretaus arba nuoseklaus jungimo šilumos mainų sekcijos. Kiekvieną sekciją sudaro dvi darbinės kameros: vandeniui atšaldyti ir šaldančiam orui prapūsti.

Šiluma nukreipiama nuo šaldomo vandens šiluminiais vamzdeliais (ŠV) arba uždaraais dvifaziais termosifonais (DTS). Šiluminių vamzdelių garinimo zonos sekcijos yra kameroje, skirtoje vandeniui atšaldyti, o šiluminių vamzdelių kondensacijos zonos sekcijos yra oro kameroje. Šiluminių vamzdelių garinimo zonos sekcijos turi spiralines ar kitokias briaunas.

Jei aparato sekcijos statomos vertikalios, šiluminiai vamzdeliai pakreipiami 5° – 8° laipsnių kampu horizontalės atžvilgiu.

Jei aparato sekcijos išdėstytos horizontalios, šiluminiai vamzdeliai statomi vertikalios. Tokio sausojo aušinimo bokšto konstrukcija paprastesnė, kompaktiška. Galimi tiek stacionarūs, tiek mobilūs konstrukcijos variantai. Kai aparato sekcijos išdėstytos horizontalios, vandens kameros dugnas kartu yra ir jos padėklas, į kurį iš vandens kameros nupilamas atšaldytas vanduo, dangtis. Vandens kameros dugne yra išpylimo angos. Išpylimo angose esančios reguliuojančiosios sklendės leidžia reguliuoti sausojo aušinimo bokšto našumą ir šaldomo vandens judėjimo greitį.

Įtaise šaldomam oro paruošti yra biologinis oro drėkiklis – samanos [*Moss Sphagnum* arba *Sphagnum peat*]. Be to, įtaise galima naudoti tiek natūralias sausas samanas, tiek ir kompozicinę medžiagą, kurio pagrindą sudaro *Moss Sphagnum*. Drėgnos samanos arba jų pagrindu sukurtos medžiagos pasižymi puikiais absorbcinėmis savybėmis. Tokį įtaisą su drėgnomis samanomis arba jų pagrindu sukurtomis medžiagomis galima vadinti „žaliaja kamera su biologiniu drėkikliu“, toliau tekste jis sutrumpintai vadinamas „žaliaja kamera“. Žalioji kamera gali būti stačiakampio arba kvadrato formos dėžė be dviejų sienelių arba daroma įleisto į gruntą šulinio formos. Į žaliąją kamerą dedami padėklai su samanomis. Į padėklus sukrauta samanų masė visada prisodrinta drėgmės ir užtikrina, kad šaldančiojo oro temperatūra nukristų iki šlapio termometro temperatūros.

Technikos lygis

Esama garintuvo tipo aušinimo bokštų, kurie skirti apytakiniam vandeniui atšaldyti. Yra ir mišraus tipo kombinuoto tipo aušinimo bokštų. Sausojo aušinimo bokštai vis sėkmingiau naudojami vietovėse, kuriose jaučiamas didelis techninio vandens trūkumas. Sausojo aušinimo bokštuose vanduo ir oras tiesiogiai nesusiliečia, o antgalis pakeičiamas šilumokaičiu. Dažniausiai naudojami briaunotų vamzdžių šilumokaičiai. Esama ir sausojo aušinimo bokštų su plokšteliniais šilumokaičiais. Daugybė įmonių gamina įvairių tipų sausojo aušinimo bokštus. Labiausiai paplitę yra šių gamintojų sausojo aušinimo bokštai: „Garrier“ (JAV), EGI (Vokietija), „Refrion“ (Vokietija), „ALFA LAVAL“ (Švedija) ir kt.

Pirmiau nurodytų įmonių sausojo aušinimo bokštai sukonstruoti taip, kad šaldomas vanduo (arba šilumnešis) pumpuojamas šilumokaičio vamzdžiais. Ant šilumos mainų vamzdžių paviršiaus pučiamas oras. Orui prapūsti naudojami ašiniai ventiliatoriai (tam tikrais atvejais naudojami išcentriniai ventiliatoriai). Nepaisant konkrečių sausojo aušinimo bokštų konstrukcinių sprendimų, jie visi pasižymi virtine trūkumų:

- žemas šilumos perdavimo efektyvumas aparate;

- dideli gabaritai ir svoris;

- didelės sąnaudos energijos, naudojamos vamzdžių su spiralinėmis ar kitokiomis briaunomis pluoštų prapūtimui;

- sausos aušinimo bokšto šiluminis našumas priklauso nuo aplinkos oro temperatūros, todėl siekiant užtikrinti stabilų jo funkcionavimą tenka pasitelkti papildomus įtaisus;

- minėtų gamintojų sausojo aušinimo bokštai yra brangūs.

Patente RU 2392555 (ICN F28C1/00) pasiūlyta įtaisas apytakiniam vandeniui atšaldyti. Šiame įtaise cirkuliacinio vandens temperatūrai sumažinti naudojamas kompresorius ir Ranko-Hilšo vamzdis (sūkurinis vamzdis). Kompresorius pumpuoja orą į sūkurinį vamzdį, kur šis pasidalina į du srautus. Šaltas oro srautas (apie 25–30 proc. visos sunaudojamos oro masės) iš sūkurinio vamzdžio tiekiamas į sausojo aušinimo bokšto šilumokaitį vandeniui atšaldyti, o vėliau išmetamas į atmosferą. Karštas oras suka dujų turbinos mentes. Taigi šiame patente pasiūlyta sistema

šaldomam orui paruošti. Tokios sistemos trūkumai yra:

nepakankamai efektyvus ir itin brangus šaldomo oro paruošimas naudojant didelio slėgio orui gauti kompresorių ir sukurinį vamzdį;

žemas sukurinio vamzdžio šaldymo koeficientas;

orui kompresoriuje suspausti reikia itin didelių energijos sąnaudų.

Populiarios sausojo aušinimo bokštų konstrukcijos, kurių šilumos perdavimo elementai – šiluminiai vamzdeliai. JAV patente 4,033,406 (U. S. Cl. 165/272; 165/104.26; 165/110, 273, 274, 299, 900) pasiūlytas šilumos mainų aparatas vandeniui atšaldyti (cheminiam pramoniniam šilumnešiui) naudojant šiluminius vamzdelius. Siūlomo techninio sprendimo novatoriškumas – dujų reguliavimo šiluminių vamzdelių naudojimas. Tokių šiluminių vamzdelių kondensacijos zona užpildyta inertinėmis dujomis (oru). Dujų reguliuojami šiluminiai vamzdeliai naudojami aušinimo sistemos apkrovai reguliuoti. Tokio reguliavimo ir pačių šiluminių vamzdelių konstrukcijos trūkumai yra šie:

dujų reguliavimo vamzdeliai pasižymi didesne inercija nustatčius nuolatinę kondensacijos temperatūrą;

sudėtingas ir daug darbo reikalauja kiekvieno vamzdelio užpildymo dujomis su nustatytu inertinių dujų kiekiu procesas;

palyginti sudėtinga ir brangi šiluminio vamzdelio su silfonu konstrukcija.

Sausojo aušinimo bokštą pagal patentą US 6,446,942 B1 U.S. Cl. 261/156, 261/28, 115; 261/DIG.11 sudaro horizontalios pertvaros sudarytos kameros. Pertvaroje sumontuoti vamzdžiai šilumai perduoti. Vamzdelių šilumai perduoti paviršiai, esantys viršutinėje kameroje, turi spiralines briaunas. Ant vamzdelių paviršiaus tiekiamas vanduo, kuris purškiamas naudojant purkštuvus. Į apatinę kamerą tiekiamas šiltas vanduo. Viršutinėje kameroje, ant priešpriešinių jos sienų, įtaisyti du ventiliatoriai, kurie užtikrina oro cirkuliaciją kameroje. Tokiu būdu šiluma nuo vamzdelių paviršiaus perduodama iš dalies vandeniui ir iš dalies – orui. Vanduo per pertvaroje esančius langus, kurie nepažymėti brėžinyje, nuteka iš viršutinės kameros į apatinę kamerą. Galima daryti prielaidą, kad vamzdeliai šilumai perduoti veikia „šiluminio vamzdelio“ arba termosifono principu. Aušinimo bokšto konstrukcija palyginti paprasta ir nesudėtinga. Tačiau šis aušinimo bokštas turi daug esminių

trūkumų:

viršutinėje kameroje pašildytas vanduo susimaišo su šaldomu vandeniu, kuris tiekiamas iš technologinės sistemos;

nukreipiant oro ir vandens mišinį iš viršutinės kameros patiriami dideli purškiamo vandens nuostoliai;

srautams susimaišant apatinėje kameroje nėra galimybių atšaldyti vandenį žemiau šlapio termometro temperatūros;

purkštukų veikimą užtikrinančio siurblio ir ventiliatorių pavara sunaudoja itin daug energijos.

Panašiausias techninis sprendimas – Izraelio patentinė paraiška Nr. 205556; Int. Cl.F25B17/00; B01J20/02;

Nurodytoje paraiškoje pasiūlytas sausojo aušinimo bokštas su vertikaliai ir horizontaliai išdėstytomis kameromis. Patentinėje paraiškoje taip pat pasiūlyta sistema šaldančiam orui paruošti. Vanduo aušinimo bokšte atšaldomas naudojant šiluminius vamzdelius arba uždarus dvifazius termosifonus. Šaldančiojo oro paruošimo sistemą sudaro šulinys, kuriame yra kapiliarų ir porų struktūra, ir oro vamzdinių sistema.

Tokios aušinimo bokšto konstrukcijos trūkumai:

sudėtingas aparato su vertikaliai išdėstytomis šilumos mainų sekcijomis gamybos ir montavimo procesas;

sistemoje orui paruošti naudojamas drėgmės kaupiklis – kapiliarų ir porų struktūra iš poliuretano – sudaro puikią terpę plisti grybelinėms ligoms;

galimas tik stacionarus aušinimo bokšto variantas.

Esama patentų ir kitų sausojo aušinimo bokštų bei sistemų šaldomam vandeniui paruošti konstrukcijų projektų:

Patent US 3,290,025; U. S. Cl.62/290, 289, 288; 165/181;

Patent US 3,881,548; U. S. Cl.165/110, 122; 60/690, 693; 261/DIG/11;

Patent US 3,916,638; U. S. Cl.62/238, 324, 160; 62/159, 325;

Patent US 3,925,523; U. S. Cl.261/151; 261/65, 109; 261/DIG.11, 77, 86;

Patent US 4,033,406; U. S. Cl.165/272; 165/104.26; 165/110, 273, 274, 299, 900;

Patent US 4,119,140; U. S. Cl.165/67, 115, 166, 172, 178;

Patent US 4,215,692; U. S. Cl.128/287, 162/92; 128/284, 285;

Patent US 4,366,106; U. S. Cl.261/156, 152; 165/60, 178, 182;

Patent US 4,648,441; U. S. Cl.165/111, 115, 184; 261/156; 261/140,2;

Patent US 4,874,035; U. S. Cl.165/38, 35, 76; 165/103, 170, 900;

Patent US 4,893,669; U. S. Cl.165/38, 46; 165/103, 166, 170, 900, 905; 261/153;

Patent US 5,661,997; U. S. Cl.73/73; 209/2;

Patent US 5,944,094; U. S. Cl.165/166, 900, 177; 261/DIG.11;

Patent US 6,126,151; U. S. Cl.261/136, 138, 146;

Patent US 6,446,942 B1; U. S. Cl.261/156; 261/28, 115; 261/DIG.11;

Patent US 6,499,728 B2; U. S. Cl.261/109; 111; 261/DIG.11; 165/900;

Patent US 6,601,404 B1; U. S. Cl.65/480; 62/457.9; 62/101, 476; 65/104/12;

Patent US 6,890,651 B2; U. S. Cl.428/402, 535, 537.1; 604/358, 364, 367, 374, 375;

Patent US 7,472,896 B1; U. S. Cl.261/142, 156; 261/DIG.65; 261/104;

Patent US 7,600,743 B2; U. S. Cl.261/152, 165/60, 903; 261/112.2, 129;

Patent US 7,603,774 B2; U. S. Cl.29/890.03; 261/42; 261/64.1; 261/153, 160;

Patent US 7,887,030 B1; U. S. Cl.261/109, 110, 158, 159; 165/900; 261/DIG.77;

Patent RU 2075019; Int. Cl.F28B9/06; F28C1/00; F28F25/00;

Patent RU 2392555; Int. Cl.F28C1/00;

Patent KR 20100110655; Int. Cl.F28C1/02, 04; F28C1/14;

Patent WO 2010110980; Int. Cl.F28C1/00, 02; F25F25/00, 02;

Patent WO 2010120791; Int. Cl.F28C1/00, 02; F25F25/00, 02; F28F25/06;

Patent WO 2010129538; Int. Cl.F28C1/00, 02; F25F25/00, 02;

US Patent Application 2009/0283245 A1; Int. Cl.F28C1/14;

US Patent Application 2010/0276129 A1; U. S. Cl.165/157, 185;

Patent Application of Israel 205556; Int Cl.F25B17/00; Cl.F25B17/08; B01J20/02;

Kiti leidiniai

Походаев С. Б. И др. Новые конструктивные решения комбинированных градирен. „Мир нефтепродуктов“, № 7, 2007.

David R. Knighton & Vance Fiegel. "Making the most of" moss.www.WQPMA@com, September 2012.

Finlay I. C., Grant W. D. „Thermal Design of Evaporative coolers“, part of NEL REpt. 534, National engineering Laboratory, Glasgow, 1972.

Užrašai po iliustracijomis

1 pav. Aušinimo bokšto su sistema šaldančiam orui paruošti su horizontaliai išdėstytais sekcijomis konstrukcinė schema.

1a pav. Aušinimo bokšto konstrukcinė schema (pjūvis E–E).

1b pav. Šiluminių vamzdelių išdėstymas vamzdžių gardelėje (pjūvis F–F).

1c pav. Pertvarų išdėstymas vandens kameroje (pjūvis G–G).

2 pav. Įtaisas su biologiniu oro drėkikliu, skirtas šaldančiam orui paruošti.

2a pav. Įtaiso šaldančiam orui paruošti prijungimas prie difuzoriaus.

3 pav. Aušinimo bokšto su vertikaliai išdėstytais sekcijomis konstrukcijos schema.

3a pav. Įtaiso orui tiekti ir šaldančiam orui paruošti konstrukcijos schema.

3b pav. Pagilinto tipo įtaisas šaldomajam orui paruošti su biologiniu oro drėkikliu.

Įrenginys statikos būklėje

1, 1a, 1b, 1c pav. pateikta aušinimo bokšto su sistema šaldančiam orui paruošti su vertikaliai išdėstytais šiluminiais vamzdeliais ir horizontaliai išdėstytais

darbinėmis kameromis konstrukcijos schema. Priklausomai nuo šaldomo vandens kiekio aušinimo bokštas gali būti sudarytas iš vienos arba kelių vandens atšaldyti ir oro prapūsti skirtų kamerų. Pavyzdžiui, aušinimo bokšte gali būti viena darbinė kamera šaldančiam orui prapūsti (1), viena vandens kamera (2) ir padėklas (3). Vandens kamera (2) atskirta nuo oro kameros (1) vamzdžių gardele (4). Šiluminiai vamzdeliai (ŠV) ar dvifaziai termosifonai (DTS) įtvirtinti vamzdžių gardelėje (4). Šiluminių vamzdelių (ŠV) garinimo zonų sekcijos (5) sumontuotos vandens kameroje (2), o šiluminių vamzdelių (ŠV) kondensacijos zonų sekcijos (6) –kameroje šaldančiam orui prapūsti (1). Kondensacijos zonų sekcijų (6) briaunos (7) yra spiralės ar kitokios formos, tai leidžia padidinti kondensacijos zonų šilumos mainų paviršių. Paviršių šilumai tiekti ir aušinti santykis ne mažesnis kaip vienas su trimis. Tai leidžia labai sumažinti aparato konstrukcijos matmenis.

Vandens kameros dugne (8) yra išpylimo angos (9) atšaldytam vandeniui išpilti į padėklą (3). Be to, vandens kameros dugnas (8) yra ir padėklo dangtis (3). Dugnas (8) yra 1^0-2^0 laipsnių kampu pakreiptas išpylimo angų (9) kryptimi. Vandens kameroje (2), priešais šilto vandens įleidimo atvamzdį (10), įtaisytas srauto skirstytuvas (11), leidžiantis tolygiai paskirstyti vandens srautą per visą vandens kameros tūrį. Be to, kameroje dar sumontuotos pertvaros (12), kurios užtikrina turbulentiškumą ir daugiapradį vandens srautą [žr. 1c pav.]. Pertvaros (12) sumontuotos taip, kad būtų užtikrintas vandens perėjimas į kiekvieną šiluminių vamzdelių (ŠT) eilę. Už paskutinės eilės (ŠV) prieš išpylimo angas (9) per visą vandens kameros (2) plotį įtaisyta perpildymo pertvara (13). Pertvaros (13) aukštis – $2/3$ vandens kameros aukščio.

Vandens kameros dugne (8) esančiose išpylimo angose (9) įtaisytos reguliuojančiosios sklendės (14). Šios sklendės skirtos šilumos mainų procesui vandens kameroje (2) reguliuoti.

Padėkle (3) yra atvamzdis (15), kuriuo atšaldytas vanduo nukreipiamas į technologinę sistemą, kurioje jis naudojamas. Atvamzdis (16) skirtas vandeniui išpilti atliekant profilaktinius remonto ar valymo darbus. Padėklo (3) dugnas yra pakrypęs išleidžiamojo atvamzdžio (16) kryptimi. Padėkle taip pat įtaisytos remonto angos (17).

Ant vienos iš galinių kameros sienelių įtaisytas difuzorius (18), kuriame sumontuotas ventiliatorius (19). Difuzorius (18) skirtas šaldančiam orui tiekti į oro kamerą (1). Tolygų tiekiamo oro srauto paskirstymą po visą oro kameros angos plotą

užtikrina keli ventiliatoriai. Visi difuzoriai turi atvamzdžius (20), kurie sumažina srauto greitį ir neleidžia susidaryti sąsūkoms. Naudotam orui išmesti ant kameros dangčio (1) įstatomas ventiliacijos skėtis (21). Aušinimo bokšto korpusas padengtas šilumos izoliacija (22). Aušinimo bokšto statomas ant atramų (23). Ventiliatorius (19) su elektros pavara (24). Prie difuzoriaus (18) prijungiama „Žalioji kamera“ (25), skirta šaldančiam orui ruošti. Šaldančiojo oro paruošimas reiškia, kad padidinama oro drėgmė (kai santykinė drėgmė mažesnė nei 55 proc.), o oro temperatūra, atitinkamai, sumažinama iki šlapio termometro temperatūros.

„Žalioji kamera“ (25), skirta šaldančiam orui ruošti [žr. 2, 2a pav.], yra sudaryta iš dėžinio korpuso (2.1), ant kurio šoninių sienelių įtvirtintos atraminės plokštelės (2.2). Ant atraminių plokštelių statomas padėklas (2.3) su maitinamąja terpe, sudaryta iš drėgnų natūralių samanų (2.4). Pavyzdžiui, samanos [*Moss Sphagnum* arba *Sphagnum peat*] naktį sugeria ore esančią drėgmę, o dieną ją išskiria – tokiu būdu užtikrinamas į kamerą (1) tiekiamo oro drėkinimas ir atšaldymas. Taigi samanos – tai ekologiniu požiūriu švari ir natūrali oro drėkinimą ir atšaldymą užtikrinanti medžiaga. Be to, samanos neleidžia oro ir vandens kamerų sienelėms apaugti grybeliais, apsaugo nuo korozijos metalines aušinimo bokšto dalis. Korpuso sienelėse (2.1) sumontuotos žaliuzės (2.5) su apsauginiais tinkleliais, per kurias išorės oras patenka į įtaisą ir toliau – į kamerą (1). „Žaliojoje kameroje“ įtaisyti kolektoriai (2.6) ir (2.7), prie kurių prijungti tiekimo vamzdeliai (2.8). Minėtais vamzdeliais (2.8) į maitinamąją terpę su samanomis tiekiamas skystas maitinamasis tirpalas. Maitinamasis tirpalas tiekiamas periodiškai – priklausomai nuo to, kaip auga samanos. Korpuso (2.1) skersgaliuose vietoj sienelių įtaisyti apsauginiai tinkleliai (2.9), kurie dulkėms ir smulkioms šiukšlėms neleidžia patekti į įtaisą ir oro kamerą (1). „Žalioji kamera“ (25) turi atramas (2.10), kurios gali būti nejudrios arba judrios (ritininės atramos).

3 pav. pateikta aušinimo bokšto su vertikaliai išdėstytomis kameromis, pavyzdžiui, su viena vandens kamera, viena oro kamera ir oro imtuvo sekcija, kuri sujungta su oro kamera, principinė konstrukcinė schema.

Aušinimo bokštas padarytas iš vienos ar kelių šilumos mainų sekcijų (3.1), oro imtuvo sekcijos (3.2) ir padėklo (3.3), turinčių kvadrato ar stačiakampio formos pjūvį. Šilumos mainų sekcijose (3.1) įstatytos pertvaros (3.4), kuriose sumontuotos vamzdžių gardelės (3.5), su jose išdėstytais elementais, skirtais šilumai perduoti.

Kaip elementai šilumai perduoti naudojami šiluminiai vamzdeliai (ŠV) arba uždari dvifaziai termosifonai (DTS). Šiluminiai vamzdeliai (ŠV) vamzdžių gardelėje įstatyti ne mažesniu kaip 5° – 8° laipsnių kampų. Pagal indeksaciją 1 pav. šiluminis vamzdis sudarytas iš garinimo zonos sekcijos ir kondensacijos zonos sekcijos (6). Kondensacijos zonos sekcijoje įtaisytos spiralinės briaunos (7). Pertvaros (3.4) sudaro darbinės kameras: vandens kamerą (3.6) vandeniui atšaldyti ir oro kamerą (3.7) šaldančiam orui per ją prapūsti. Kondensacijos zonos sekcijos (6) įtaisytos oro kameroje (3.7). Oro kameros (3.7) išvado dalyje yra ventiliacijos skėtis (3.8). Prie oro imtuvo sekcijos (3.2) pritvirtintas priėmimo kolektorius (3.9) [žr.: 3 ir 3a pav.], kuriame sumontuoti paskirstymo įtaisai (3.10). Siekiant, kad oras būtų tolygiai tiekiamas, paskirstymo įtaisai pagaminti su skaičiuojamojo dydžio angos pjūvio susiaurėjimu. Priėmimo kolektoriuje (3.9) įtaisytos reguliuojančiosios sklendės (3.11). Oro imtuvo sekcija (3.2) atskirta nuo padėklo (3.3) dangteliu (3.12). Oro imtuvo sekcijoje (3.2) prie oro kameros angos įtaisyta nukreipiamoji plokštelė (3.13), kuri užtikrina, kad oras tolygiai patektų į oro kamerą (3.7). Šiltas vanduo (arba gamybinis šilumnešis) į vandens kamerą (3.6) per atvamzdį (3.14) tiekiamas į kolektorių (3.15) su išpurškiamosiomis tūtomis (3.16). Vandens kameroje (3.6) yra šiluminių vamzdelių (ŠV) garinimo zonų sekcijos (5). Aušinimo bokštas turi atramas (3.17) ir (3.18), atramų aukštis skirtingas. Šilumos mainų sekcijos (3.1), oro imtuvo sekcija (3.2) ir padėklas (3.3) turi šilumos izoliaciją (3.19). Padėkle (3.3) yra atvamzdis (3.20), kuriuo atšaldytas vanduo nukreipiamas į atšaldyto vandens naudojimą sistemą, ir atvamzdį (3.21), per kurį vanduo išpilamas atliekant remontą.

Kiekviena šilumos mainų sekcijoje (3.1) ir padėkle (3.3) yra angos (3.22), per kurias atliekamos apžiūros, valymai ir remonto darbai.

Oro aušinimo bokštui su vertikaliai išdėstytomis sekcijomis skirta „žalioji kamera“ (3.23) šaldomam vandeniui paruošti (3a ir 3b pav.), pagaminta kaip įgilintas šulinys su biologiniu drėkikliu – samanomis [*Moss Sphagnum* arba *Sphagnum parf*].

„Žalioji kamera“ (3.23) susideda iš šulinio (3.24), įleisto į gruntą žemiau padėklo (3.3) dugno lygio. Šulinį sudaro betoninės sienelės (3.25), išilgai vidinių sienelių įtaisyta kamera (3.26), į kurią kartu su vandeniu periodiškai tiekiamas maitinamasis tirpalas. Kamera (3.26) užtikrina, kad maitinamoji terpė ir samanos būtų nuolat prisodrintos drėgmės esant aukštai išorės oro temperatūrai ir žemai santykinei oro drėgmei. Naktį ar esant pakankamai aukšto laipsnio išorės oro drėgmei (apie 65–

100 proc.) samanų (3.27) drėkinamos natūraliai. Kameros sienelės yra perforuotos. Biologinis drėkiklis – samanų (3.27) laikomas kontaineriuose (3.28), kurie susiliečia su perforuotomis kameros sienelėmis (3.26). Samanos (3.27) galima keisti kompozicine medžiaga, pagaminta *Moss Sphagnum* pagrindu. Tokia medžiaga pasižymi geresnėmis mechaninėmis savybėmis ir ją tikslinga naudoti įgilinto šulinio formos „Žaliojoje kameroje“.

Į kamerą (3.26) atvamzdžiu (3.29) kartu su vandeniu periodiškai patiekiamas (kai santykinė išorės oro drėgmė žemesnė nei 50 proc.) maitinamasis tirpalas. Šulinio sienelėse padaryti oro kanalai (3.30), per kuriuos atliekamas papildomasis oro siurbimas. Oro kanalai (3.30), siekiant apsaugoti juos nuo užsiteršimo, uždengti grotelėmis (3.31). Kad biologinį drėkiklį pasiektų šviesa, šulinys (3.24) uždengiamas skaidriu stogeliu (3.32). Ventilatorius (3.33) su išvadu (3.34) statomas ant atramų (3.35). Ventilatoriaus (3.33) žiotyse (3.36) yra atvamzdis (3.37), įrengtas virš biologinio drėkiklio, ir užtikrina tolygų oro nusiurbimą iš šulinio (3.24). Priėmimo kolektorius (3.9), kuriame sumontuoti paskirstymo įtaisai (3.10), atvamzdžiu (3.38) ir išvadu (3.34) sujungtas su ventilatoriumi (3.33).

Paskirstymo įtaisai (3.10) daromi difuzorių formos. Priėmimo kolektoriuje (3.9) montuojamos sklendės (3.11), kurios atidaromos esant santykinai žemai išorės oro temperatūrai, kad oras galėtų laisvai cirkuliuoti. Tokia pati sklendė įtaisoma ir ant išvado (3.34).

1, 1a, 1b, 1c pav. pavaizduotas sausojo aušinimo bokštas veikia taip:

Prieš įjungiant „Žaliąją kamerą“ (25) šaldančiam oro paruošti, tikrinama temperatūra ir oro drėgmė korpuso viduje (2.1). Jei santykinė oro drėgmė korpuso viduje yra mažesnė nei 50 proc., per kolektorius (2.6) ir (2.7) paskirstymo vamzdelius (2.8) į samanas (2.4) nukreipiamas vanduo su maitinamuoju tirpalu. Kai biologinis drėkiklis (2.4) prisodrinamas drėgmės, įjungiami ventiliatoriai (19). Sudrėkintas ir atšaldytas oras patenka į oro kamerą (1), kur sugeria šilumą nuo kondensacijos sekcijų paviršiaus (6). Naudotasis oras išmetamas per ventiliacijos skėtį (21).

Šiltas vanduo (arba koks nors šiltas pramoninis šilumnešis) per atvamzdį (10) paduodamas į vandens kamerą (2). Prieš įleidimo atvamzdį (10) įtaisytas skirstytuvas (11), kuris užtikrina vandens srauto judėjimą tarp vandens kameros (2) pertvarų (12) [žr. 1 c pav.]. Užpildęs tarp pertvarų esančias ertmes, vanduo apsemia aklinąją

pertvarą (13) ir per išpylimo angas patenka į padėklą (3). Vandens judėjimo kameroje (2) greitis ir aušinimo bokšto našumas reguliuojamas naudojant reguliuojančiąsias sklendes (14).

Šiltas vanduo, tekėdamas per šiluminių vamzdžių garinimo zonų sekcijas (5), sušildo šilumnešį, esantį nurodytų šiluminių vamzdžių garinimo zonų viduje. Taip nukreipus tarp vamzdžių tekančio vandens šilumą, šiluminių vamzdžių viduje užverda šilumnešis. Šiluminių vamzdžių ertmėje susidarantys šilumnešio garai teka į kondensacijos zoną (6). Atiduodamas šilumą, vanduo kameroje (2) atšąla ir per dugno (8) angas (9) nuteka į padėklą (3). Iš kameros (2) nupilamo vandens kiekis reguliuojamas atidarius reguliuojančiąsias sklendes (14). Tokiu būdu taip pat reguliuojamas šilumos mainų procesas kameroje atšalant vandeniui. Atšalęs vanduo iš padėklo (3) per atvamzdį (15) imamas ir paduodamas naudoti į technologinę sistemą.

Šilumnešio garai šiluminiuose vamzdeliuose patenka į kondensacijos zoną (6), kur kondensuojasi šalinant kondensacijos šilumą šaltu oru. Oras, kuriuo apipučiamas kondensacijos zonų paviršius, įšyla. Oras teikiamas naudojant ventiliatorių (19) per difuzorių (18) ir atvamzdį (20). Naudotas pašildytas oras per ventiliacijos skėtį (21) išmetamas į atmosferą.

Rudens – žiemos laikotarpiu, kai oro temperatūra santykinai žema, orui prapūsti per oro kamerą užtenka natūralios konvekcijos. Išjungus ventiliatorių (19), oras įsiurbiamas į kamerą (1) per žaliuzes (2.5), sušyla, sugeria šiluminių vamzdelių kondensacijos sekcijų paviršiaus šilumą ir išeina į atmosferą per ventiliacijos skėtį (21).

Nurodytame aušinimo bokšte vykdomas priešsrovinis šilumnešių – šaldomo vandens ir šaldančiojo oro – judėjimas. Atsižvelgę į tai, kad oro judėjimo pusėje yra briaunos, ir į priešsrovinį oro ir vandens judėjimą, pasiekiame didžiausią šilumos mainų intensyvumą.

3. 3a, 3b pav. pavaizduotas sausojo aušinimo bokštas veikia taip: oras, atšaldytas iki šlapio termometro temperatūros „Žaliojoje kameroje“ (3.23), per priėmimo kolektorių (3.9) ir paskirstymo įtaisus (3.10) patenka į oro imtuvo sekciją (3.2). Toliau oras patenka į oro kamerą (3.7), kur sugeria kondensacijos zonų sekcijų paviršių (6) šilumą. Naudotas oras per ventiliacijos skėtį (3.8) išmetamas į atmosferą.

Šiltas vanduo (arba koks nors šiltas pramoninis šilumnešis) per atvamzdį (14) paduodamas į vandens kamerą (3.6). Prieš įleidimo atvamzdžio (3.14) angą įtaisytas skirstytuvas (3.15) su tūtomis (3.16). Per tūtas (3.16) vanduo išpurškiamas ant pirmosios vandens judėjimo kryptimi šilumos mainų sekcijos (3.1) šiluminių vamzdelių (ŠV) garinimo zonų (5) sekcijų paviršiaus ir toliau patenka ant apatinių vamzdžių eilių. Vanduo plonos plėvelės pavidalu nuteka garinimo zonų (5) sekcijų paviršiais ir sušildo šiluminiuose vamzdeliuose esantį šilumnešį. Kai tiekama šiluma, šiluminiuose vamzdeliuose esantis šilumnešis pradeda virti, o susidarantys garai patenka į kondensacijos zoną (6). Apipučiant kondensacijos zonų (6) paviršius šaltesniu oru ir vykstant kondensacijos procesui šiluminiuose vamzdeliuose, užtikrinamas aušinimas.

Eksplatuojant įrenginį rudens – žiemos laikotarpiu, kai oro temperatūra santykinai žema, o drėgmės didelė, orui prapūsti per oro kamerą (3.7) užtenka natūralios konvekcijos. Ventilatorius (3.33) išjungiamas, praveriamos arba [Originale veikiausiai praleistas žodis „visai“. Vert. pastaba] atidaromos visos sklendės (3.11), įtaisytos ant priėmimo kolektoriaus ir išvado (3.34). Šaltas atmosferos oras patenka tiesiai į oro kamerą (3.7), sušyla sugerdamas šilumą iš vandens ir išmetamas išorėn per ventiliacijos skėtį (21).

Šiluminiuose vamzdeliuose (ŠV) naudojamas binarinis šilumnešis, pavyzdžiui, metanolio ar etanolio pagrindu. Žemoje temperatūroje verdančio komponento koncentracija šiluminio vamzdelio ertmėje kiek didesnė apatinėse eilėse, kurios išsidėsčiusios vandens nutekėjimo vandens kameroje kryptimi. Aušinimo bokšte naudojamas priešsrovinis šilumnešių – šaldomo vandens ir šaldančiojo oro – judėjimas. Todėl apatinėse šiluminių vamzdelių eilėse virimo temperatūra žemesnė nei viršutinėse eilėse. Todėl vandenį galima atšaldyti iki oro temperatūros, kuri atitinka šlapio termometro temperatūrą.

Čia pristatomame aušinimo bokšte vyksta priešsrovinis šilumnešių judėjimas: šiltas vanduo nuteka žemyn, o šaldantysis oras kyla aukštyn. Toks judėjimas užtikrina aukščiausias vandens šilumos perdavimo orui koeficiento vertes. Beje, kiekvienoje darbinių kamerų šiluminių vamzdelių eilėje nustatomas tam tikras mažiausias oro ir vandens temperatūrų skirtumas. Pavyzdžiui, jei įleidžiamo šilto vandens temperatūra 400, o oro – 22 °C, tai prie išvado gauname tokius skaičius: atšaldyto vandens temperatūra apie 24–25 °C, o į atmosferą išmetamo oro

temperatūra – apie 37–39 °C. Esant tiems patiems pradiniais šaldomo vandens ir šaldančiojo oro parametrams, garavimo aušinimo bokšte gauname: vandens temperatūra po aušinimo bokšto – apie 31–33 °C, oro temperatūra – apie 25–26 °C. Atsižvelgiant į tai, kad oro judėjimo pusėje yra briaunos, ir į priešsrovinį oro ir vandens judėjimą, pasiekiamas didžiausias šilumos mainų intensyvumas.

Svarbiausi sausojo aušinimo bokšto pranašumai

Svarbiausi pristatomo sausojo aušinimo bokšto su įtaisu šaldančiam orui paruošti pranašumai leidžia pasiekti išradimo tikslą: jokių vandens nuostolių garinimui, aukšta šilumos perdavimo geba, mažesni gabaritiniai matmenys, mažesnės elektros energijos sąnaudos. Svarbiausi sausojo aušinimo bokšto su įtaisu šaldančiam orui paruošti pranašumai:

5.1. Nėra su garavimu susijusių vandens nuostolių, nes vanduo (šilumnešis) atšaldomas „sausuoju būdu“.

5.2. Žiemą elektros energija taupoma, nes vyksta natūrali šaldančiojo oro cirkuliacija.

5.3. Naudojant šiluminius vamzdžius, užtikrinamas aukštas vandens šilumos perdavimo orui koeficientas.

5.4. Visų konstrukcijų sausojo aušinimo bokštų šilumos mainų paviršių santykis yra ne mažesnis nei vienas su trimis, todėl labai sumažėja aušinimo bokšto konstrukcijos matmenys.

5.5. Nedidelės eksploatacijos išlaidos dėl mažesnės oro temperatūros paruošimo sistemoje.

5.6. Iš šiluminių vamzdelių pagamintų šilumos perdavimo įtaisų patikimumas mažiausiai 2,0 kartus didesnis už visų kitų šilumos mainų aparatų patikimumą.

5.7. Šiluminiuose vamzdeliuose naudojant binarinius šilumnešius, kurių užšalimo temperatūra yra žema, žiemą neleidžia susidaryti ledui.

5.8. Biologinį drėkiklį naudojant įtaise šaldančiam orui paruošti, galima kaupti drėgmę orui drėkinti nenaudojant tam papildomo vandens.

5.9. Sausojo aušinimo bokšte vyksta priešsrovis šilumnešių – šaldomo vandens ir šaldančiojo oro – judėjimas, todėl aparate intensyviau vyksta šilumos

mainai.

5.10. Įtaise, skirtame šaldančiam orui paruošti, naudojant samanas ar kompozicines medžiagas samanų pagrindu aušinimo bokšto sienelės neapauga grybeliais, o metalinės aušinimo bokšto dalys apsaugomos nuo korozijos.

Apibrėžtis

1. Sausojo aušinimo bokštas su įtaisu šaldančiam orui paruošti su vertikaliai ir horizontaliai išdėstytomis kameromis ir sistema šaldančiam orui paruošti, o šiluma perduodama šiluminiais vamzdeliais arba dvifaziais termosifonais, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sujungtame su oro kamera įtaise šaldančiam orui paruošti yra biologinis oro drėkiklis ir aušintuvas – samanų [*Moss Sphagnum* arba *Sphagnum peat*] arba jų pagrindu padarytos kompozicinės medžiagos, sausojo aušinimo bokšte su vertikaliai išdėstytomis šilumos mainų sekcijomis yra prie oro kameros prijungta oro imtuvo sekcija, sausojo aušinimo bokšte su horizontaliai išdėstytomis šilumos mainų sekcijomis ir vertikaliai išdėstytais šiluminiais vamzdeliais tarp vandens ir oro kamerų yra pertvara – vamzdžių gardelė šiluminiams vamzdeliams tvirtinti, sausojo aušinimo bokšte su horizontaliai išdėstytomis šilumos mainų sekcijomis yra kamera vandeniui atšaldyti, kurios dugnas yra ir jos padėklas, į kurį iš vandens kameros nupilamas atšaldytas vanduo, dangtis, o sausojo aušinimo bokšto vandens kamera su horizontaliai išdėstytomis šilumos mainų sekcijomis turi koridoriaus tvarka sumontuotas skersines pertvaras, kurių ilgis mažesnis už vandens kameros plotį, užtikrinančias daugiapradį vandens judėjimą jį aušinant;

2. Sausojo aušinimo bokštas, kaip nurodyta 1 punkte, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įtaisas orui drėkinti ir atšaldyti yra dėžės su atviromis skersgalio sienelėmis tipo.

3. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įtaisas orui drėkinti ir atšaldyti gaminamas į gruntą įgilinto žemiau padėklo su atšaldytu vandeniu šulinio formos.

4. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ant įtaiso orui drėkinti ir atšaldyti korpuso montuojamos žaliuzės su apsauginiais tinkleliais.

5. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įtaise biologiniam orui drėkinti ir atšaldyti montuojamos kelios eilės padėklų su maitinamąja terpe ir samanomis, į kurias vamzdeliais tiekiamas skystas maitinamasis tirpalas.

6. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad paskutinė pagal vandens judėjimo kryptį vandens kameros pertvara dengia visą kameros pjūvį ir yra ne mažesnio nei $2/3$ vandens kameros aukščio.

7. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad šiluminiai vamzdeliai yra vamzdžių gardelėje išilgai lygiakraščio trikampio sienelių.

8. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad šiluminių vamzdelių oro ir vandens kameroje šilumos mainų paviršių santykis ne mažesnis kaip vienas su trimis.

9. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ant oro imtuvo sekcijos paskirstymo įtaisų yra sklendės, kurios užtikrina aušinimo bokšto veikimą išjungus ventiliatorių, kai oro kameros prapučiamos natūralia oro judėjimo konvekcija.

10. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad šulinio formos oro paruošimo įtaise yra oro kanalai, kurie sujungia šulinio ertmę su atmosfera, o šių kanalų įleidimo angos uždengtos grotelėmis.

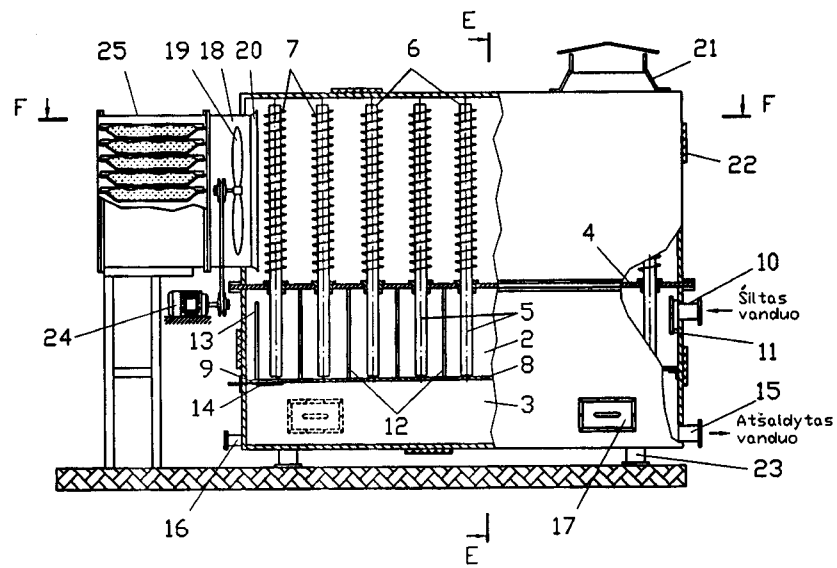
11. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įtaiso šaldančiam orui paruošti šulinyje įtaisyta kamera su maitinamuoju tirpalu, kurios sienelės susisiečia su drėgnų samanų kontaineriais.

12. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įtaisas šaldančiam orui paruošti yra sujungtas su oro kameros skersgalyje

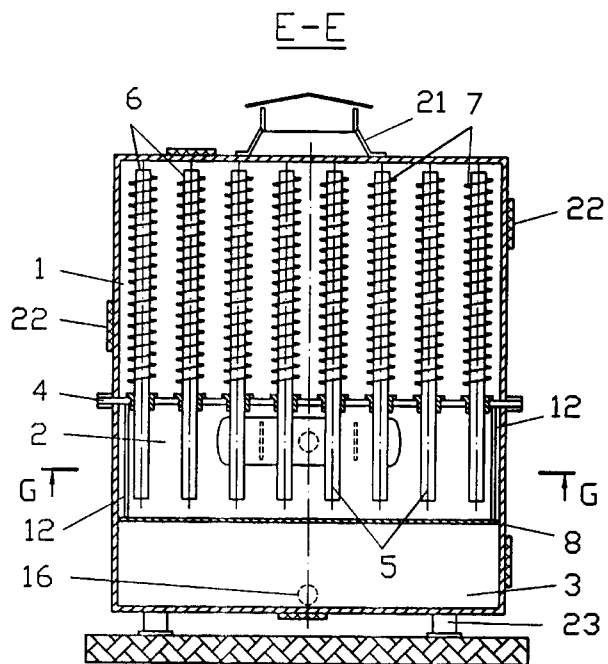
montuojamu difuzoriumi, kuriame yra atvamzdis ir ventiliatorius.

13. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vandens kameroje prieš įleidžiamąjį atvamzdį įtaisytas vandens srauto skirstytuvas.

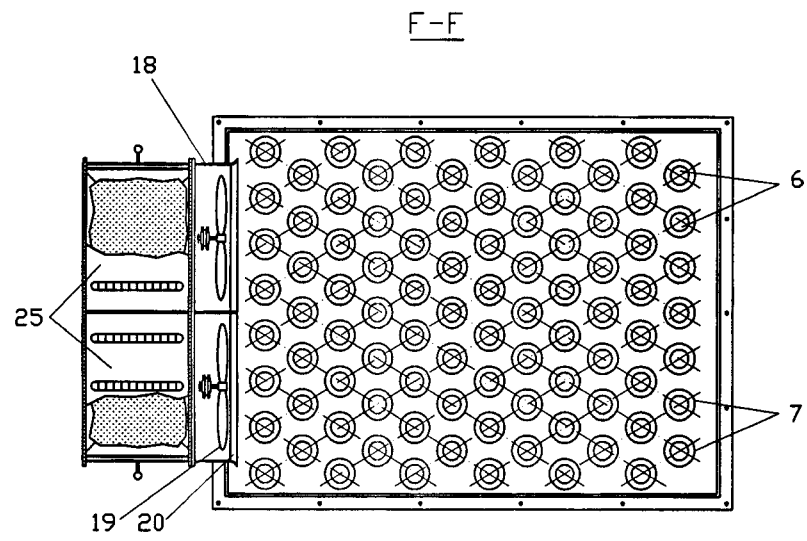
14. Sausojo aušinimo bokštas, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vandens kameros dugne esančios išpylimo angose yra reguliuojančiosios sklendės.



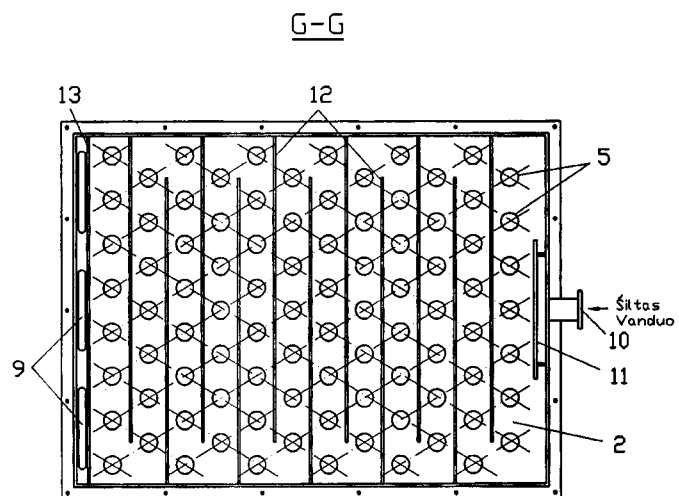
Pav. 1



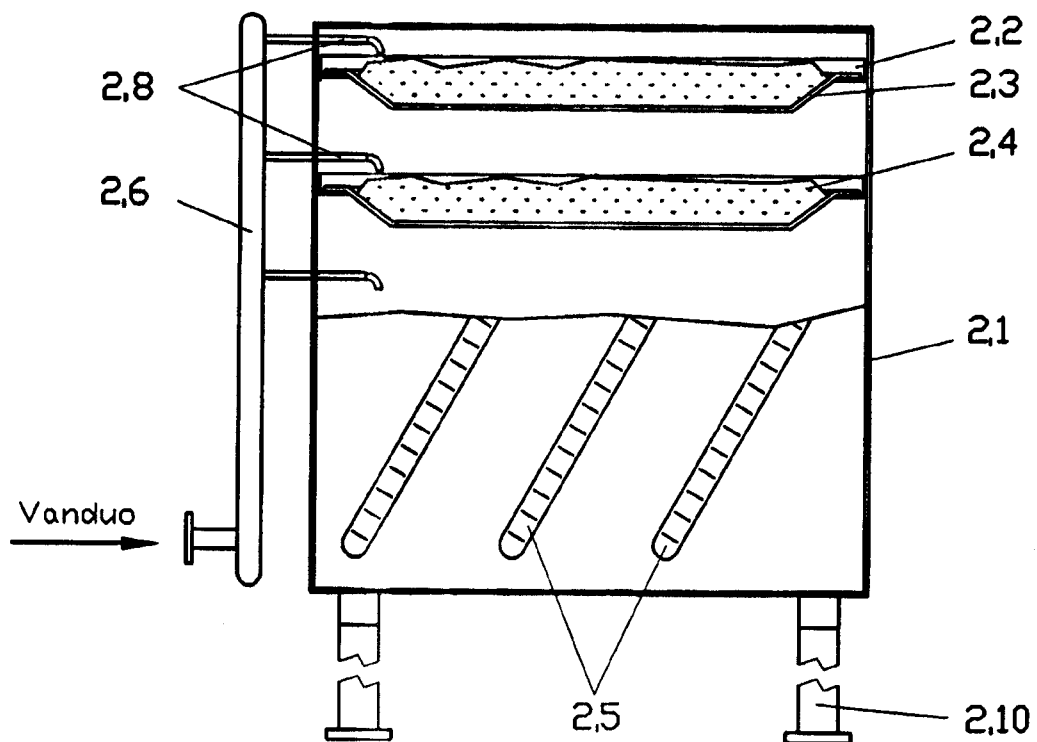
Pav. 1a



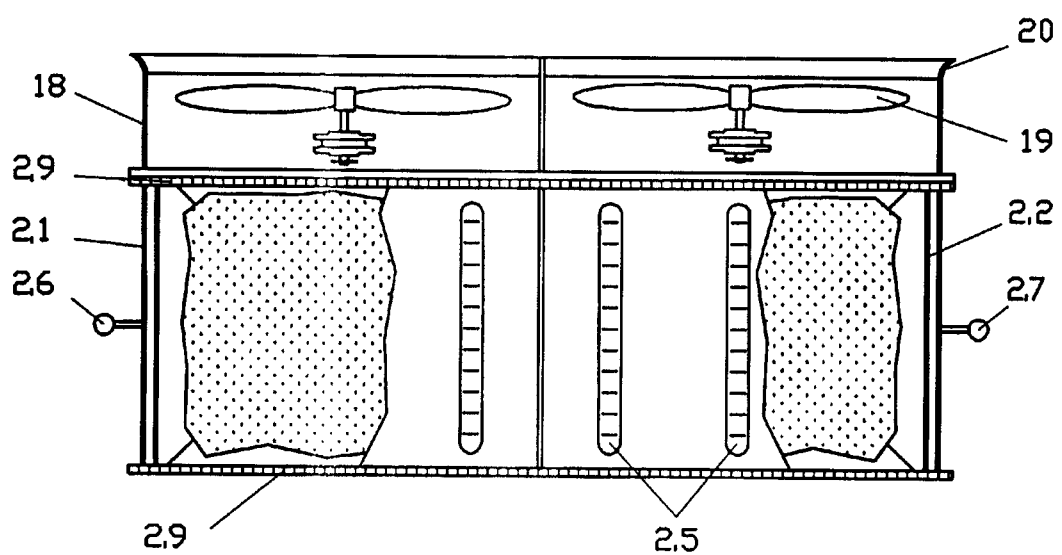
Pav. 1b



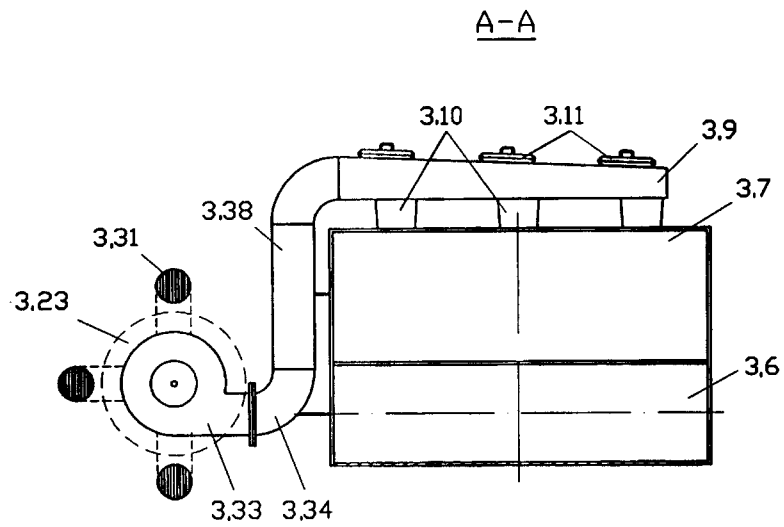
Pav. 1c



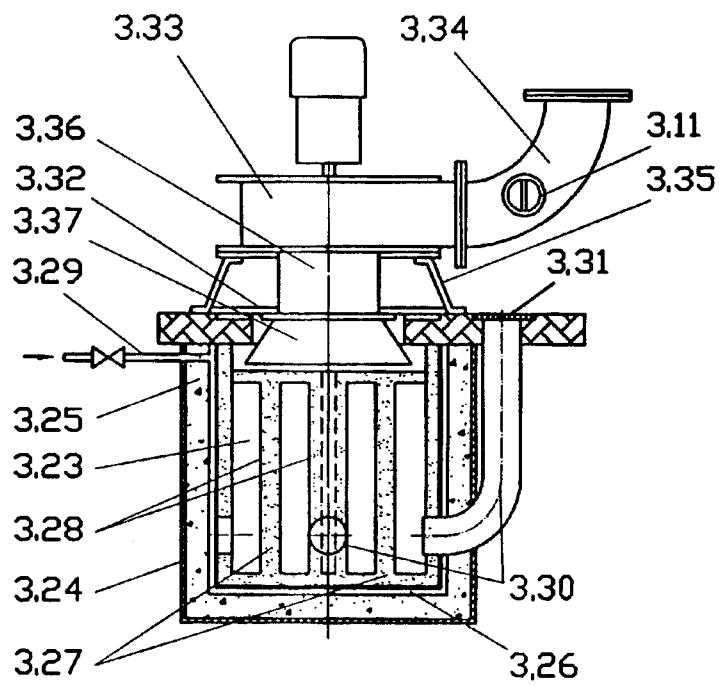
Pav. 2



Pav. 2a



Pav. 3a



Pav. 3b