

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2024 541**  
(22) Paraiškos padavimo data: **2024-11-13**  
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2025-11-25**  
(45) Patento paskelbimo data: **2025-12-29**

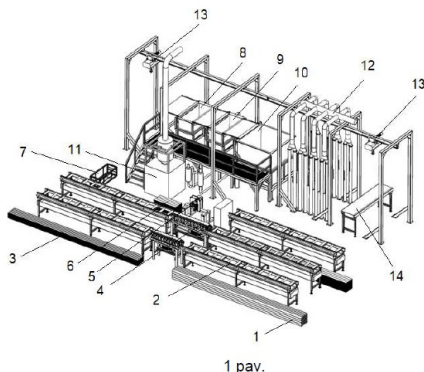
(73) Patento savininkas:  
**UAB Aksonas, B. Sruogos g. 15-2, Kaunas, LT**  
(72) Išradėjas:  
**Vytautas DANIULAITIS, LT**  
**Aleksandr ORYŠAKA, LT**  
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:  
**Reda ŽABOLIENĖ, 7, METIDA, Verslo centras „VERTAS“, Gynėjų g. 16, LT-01109 Vilnius, LT**

**LT 7176 B**

(54) Pavadinimas:  
**Radioaktyviai užterštų vamzdžių deaktyvavimo ir radiacinės patikros sistema ir būdas**

(57) Referatas:

Išradimas aprašo ekonomišką būdą efektyviai deaktyvuoti vamzdžius, išmontuotus nutraukiant atominės elektrinės eksploataciją, arba remonto metu iš šilumokaičių pašalintus vamzdžius. Kitas šio išradimo tikslas yra užtikrinti viso paviršiaus radioaktyviosios taršos (švaros) kontrolę ir sumažinti radioaktyviųjų atliekų kiekį. Trečiasis tikslas yra saugesnis ir ekologiškesnis nukenksminimo, kontrolės ir paruošimo pakartotiniam metalo naudojimui procesas. Aukščiau pateiktas metodas apima šiuos veiksmus: vamzdžių (1) pjovimas išilgai bent vienu pjūviu; vamzdžių plokštinimas (tiesinimas); ištiesintų vamzdžių karpymas ir išdėstymas kasetėse (7); kasetėlių (7), užpildytų ištiesintomis metalinėmis juostomis (6), mirkymas; radionuklidų pašalinimas iš metalinių plokščių paviršių, deaktyvuojant jas impulsinėje elektrocheminėje ir ultragarso vonioje (9), užpildytoje rūgšties tirpalu; antrinių atliekų tvarkymas; tirpalo pašalinimas iš metalinių plokštelių, esančių kasetėse (7); metalinių plokščių radioaktyvumo (švaros) lygio nustatymas; nukenksminimo veiksmų pakartojimas, kol bus pasiektas 100% saugos lygis; metalinių juostų (6), dedamų į kasetes (7), džiovinimas.



## TECHNIKOS SRITIS

Išradimas yra susijęs su branduoline energija ir yra skirtas mechaniniam vamzdynų paruošimui ir radioaktyviai užteršto vamzdžio paviršiaus deaktyvavimui, panaudojant impulsinio – atvirkštinio elektrocheminio būdo ir ultragarso silpnoje rūgštinėje aplinkoje būdo sinergetinį poveikį.

## TECHNIKOS LYGIS

Visi techninės įrangos, technologijos ir proceso parametrai buvo parinkti, atsižvelgiant į naujausias tendencijas ir iššūkius, su kuriais susiduria daugelis šalių branduolinės energijos naudojimo srityje, spręsdamos sudėtingus klausimus, susijusius su aplinkai nekenksmingu ir ekonomiškai efektyviu branduolinių objektų ir kitų radioaktyviai užterštų pramoninių įrenginių eksploatavimo nutraukimu.

Atominėse elektrinėse metaliniai vamzdynai plačiai naudojami aušinimo skysčio pernešime ir šilumos mainų procesuose. Daugumos vamzdynų skersmuo yra mažesnis nei 120 mm, o sienelių storis mažesnis nei 4 mm. Vamzdžių gamyboje naudojami įvairūs metalai – nerūdijantis plienas, anglinis plienas, vario-nikelio ir cirkonio lydiniai.

Naudojant vamzdynus, vamzdynų paviršius užteršiamas radioaktyviais nuklidais. Šie radioaktyvieji nuklidai kaupiasi plonoje oksido plėvelėje, kuri yra tvirtai prikibusi prie vamzdynų paviršiaus. Mechanškai sunku efektyviai 100 % pašalinti šias oksido plėveles. Kitas radioaktyviųjų atliekų tvarkymo būdas yra cheminė deaktyvacija, ypač metalų, iki saugaus leistino lygio ir pakartotinis jų panaudojimas pramonėje.

"Saugus lygis" reiškia, kad 100 % nėra radioaktyviosios taršos. TATENA dokumente "Nuklenksminimo metodai atominių elektrinių gedimų metu – įgyta patirtis ir pamokos" (TATENA-TECDOC-1946, 2021) aprašomi ultragarsu pagrįsti nuklenksminimo įrenginiai ir elektrocheminiai įrenginiai. Šie įrenginiai leidžia pagerinti deaktyvavimo procesus ir išsaugoti cheminius reagentus.

Dukovany AE naudoja deaktyvavimą ultragarsu 3,5 m<sup>3</sup> vonioje su 18 ultragarso keitiklių, su šildymo įrenginiu ir krepšiu nuklenksmintoms dalims. Šio įrenginio trūkumai yra sunkus stipriai prikibusių oksido plėvelių pašalinimas ir nedidelis ultragarso poveikio atstumas (iki 0,5 m atstumu).

Antrasis Dukovany atominės elektrinės įrenginys yra elektrocheminė deaktyvavimo sistema nerūdijančio plieno vonioje su elektrolitu. Anodas yra deaktyvuota dalis, nuo kurios paviršiaus pašalinama radioaktyviojo oksido plėvelė. Nukenksminimo koeficientas siekia iki 500, tačiau yra apribojimų: paviršius turi būti lygus ir be teršalų (alyvos, nuosėdų ar dangų).

Rusijos Federacijos patento paraiškoje RU2008107119 (A) aprašytas metalinių dalių deaktyvacijos būdas. Naudojami elektrocheminis būdas (apdorojama detalė yra anodas) ir ultragarso keitikliai, tvirtai pritvirtinti prie deaktyvavimo vonios korpuso. JP2005337778 (A) paraiškoje yra siūloma išilgai pjauti vamzdį ir chemiškai deaktyvuoti vidinį bei išorinį vamzdžio paviršius. Po to vykdoma abiejų paviršių radioaktyvumo kontrolė.

Kitoje patentinėje paraiškoje Nr. JP2007085796(A), aprašomas vidinio vamzdžio paviršiaus užteršimo matavimo, apvalaus vamzdžio vidinio paviršiaus deaktyvavimo, nenaudojant išilginio vamzdžio pjovimo įtaiso, būdas. Vamzdis iš šilumokaičio, kuris yra užterštas, supjaustomas į atitinkamus segmentus. Kiekvienas segmentas yra suspaudžiamas iki plokščios juostos, o kraštai nupjaunami peilio tipo įtaisu. Tokiu būdu gautos dvi metalinės juostelės deaktyvuojamos ir patikrinamas jų radiacinis užterštumas. Nupjauti vamzdžių kraštai utilizuojami kaip radioaktyviosios atliekos. Aukščiau minėti išradimai yra svarbūs tuo, kad jie pateikia sprendimą kaip saugiai deaktyvuoti metalinius vamzdžius.

RU2008107119 (A) aprašo elektrolitinę vonią, skirtą vamzdžių deaktyvavimui ultragarsu. Pagrindinis šio išradimo trūkumas yra prietaisų, suvartojančių daug elektros energijos, panaudojimas, nes vamzdžių vidiniams paviršiams paveikti reikia daug galios. Taip pat reikalingi rūgštiniai tirpalai, turintys didesnę koncentraciją, ir ilgas deaktyvacijos laikas. Dėl to deaktyvavimo metu yra ištirpinamas didesnis metalo kiekis ir iš išorinio paviršiaus, o tai sąlygoja antrinių atliekų padidėjimą ir metalo medžiagos nuostolius. Be to, apvaliems vamzdžiams yra sunkiai atliekama radiacinė kontrolė ir tai neužtikrina 100 % patikimumo.

Patentas LT6682 aprašo sistemą ir būdą vamzdinių metalinių elementų vidinių ir išorinių paviršių dezaktyvacijai. Dezaktyvavimo sistema apima pjovimo liniją, plokštinimo liniją, ištiesintų elementų talpinimo priemones ir plovimo liniją. Dezaktyvacijos procesas apima šiuos žingsnius: vamzdinio metalinio elemento prapjovimą išilgai vienos elemento pusės; vamzdinio metalinio elemento ištiesinimą į

metalo plokštę; metalo plokštės pakrovimą į talpinimo priemones; laikymo priemonių, pakrautų su metalinėmis plokštėmis, mirkymą; taršos dalelių panaikinimą nuo metalinių plokščių plovimo žingsnio metu; panaikintų liekanų tvarkymą; likusio antrojo tirpalo nuplovimą nuo talpinimo priemonių; talpinimo priemonių, pakrautų su metalinėmis plokštėmis, džiovinimą; metalinių plokščių radiacijos lygio nustatymą; deaktyvacijos proceso pakartojimą tuo atveju, jeigu saugumo lygis nebuvo pasiektas.

Šis išradimas skiriasi tuo, kad papildomai yra įvedama elektrocheminio deaktyvavimo pakopa, kuri padidina proceso greitį ir pagerina galutinio rezultato kokybę.

### TRUMPAS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Šio išradimo tikslas – pateikti ekonomišką būdą efektyviai deaktyvuoti vamzdžius, išmontuotus nutraukiant atominės elektrinės eksploataciją, arba remonto metu iš šilumokaičių pašalintus vamzdžius. Kitas šio išradimo tikslas yra užtikrinti viso paviršiaus radioaktyviosios taršos (švaros) kontrolę ir sumažinti radioaktyviųjų atliekų kiekį. Trečiasis tikslas yra saugesnis ir ekologiškesnis nukenksminimo, kontrolės ir paruošimo pakartotiniam metalo naudojimui procesas.

Šis išradimas pašalina anksčiau minėtus techninius trūkumus ir pateikia sistemą ir būdą vidinių ir išorinių užterštų šilumokaičių vamzdžių ar kitų užterštų metalinių vamzdinių elementų paviršių deaktyvavimui. Pagrindinis šio būdo principas yra vamzdžio išplokštinimas, nesukuriant radioaktyviųjų atliekų, tokių kaip drožlės ar dulkės. Sistema apima vamzdžio pjovimo liniją, vamzdžio išplokštinimo liniją, valymo liniją ir specialius prietaisus, skirtus deaktyvuotų medžiagų radiologinei patikrai. Visos deaktyvavimo pakopos yra optimizuotos ir apjungtos į vieną pramoninį procesą, siekiant geriausio rezultato, garantuojant aukščiausią darbuotojų saugą ir mažiausią neigiamą poveikį aplinkai.

Užterštų metalinių elementų, kurie gali būti vamzdžiai, plokštės, vidinių ir išorinių paviršių deaktyvacijos būdas apima metalinių elementų paruošimą deaktyvacijai, pjaunant juos išilginiu pjūviu bei išplokštinant į metalines juostas. Metalinės juostos yra pakraunamos į laikymo priemones ir mirkomos bei patalpinamos į deaktyvavimo vonią, kurioje metalinių juostų deaktyvavimas atliekamas panardinant kasetę į paruoštą deaktyvavimo tirpalą ir tuo pačiu metu veikiant plokšteles elektros

srove ir reikiamo dažnio ultragarso bangomis. Po to kasetė su metalinėmis juostomis yra plaunama, džiovinama bei atliekama metalinių elementų radioaktyvumo lygio kontrolė. Elektrocheminis ultragarsinis apdorojimas yra atliekamas naudojant elektrocheminę deaktyvavimo kasetę su metalinėmis juostomis. Elektrocheminė deaktyvavimo kasetė sujungia metalines juostas kaip anodą ir katodą su atvirkštiniu apdorojimu. Elektrocheminio ultragarsinis apdorojimas yra atliekamas deaktyvavimo vonioje, apimančioje ultragarso bangų šaltinį ir katodo-anodo maitinimo šaltinį, kaip elektrolitą yra naudojant rūgštinį tirpalą, kuris pageidautina yra 0,5–1,5 % azoto rūgšties tirpalas.

Šis išradimas taip pat pateikia užterštų vamzdinių elementų vidinių ir išorinių paviršių deaktyvacijos sistemą, apimančią pjovimo liniją, plokštinimo liniją, laikymo priemones, skirtas talpinti elementams plovimo etapo metu, elektrocheminės deaktyvacijos liniją, apimančią metalines juostas, kasetę, deaktyvavimo vonią, kuri yra pagaminta iš medžiagų, kurios nereaguoja su rūgštimis, elektrolitą, ultragarso bangų šaltinį ir katodoanodo maitinimo šaltinį.

Elektrocheminės deaktyvacijos linija papildomai apima skysčių pripildymo ir išleidimo įrenginiai, pagalbinės cirkuliacinės priemonės, filtrai, siurbiai ir valdikliai, leidžiantys antrąją vonią užpildyti tirpalu ir užtikrinantys proceso valdymą. Katodo-anodo maitinimo šaltinis sumontuotas nuolatinės srovės impulsams generuoti ir periodiniam poliškumo pasikeitimui tarp metalinių juostų.

## TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

1 pav. pavaizduotas bendras deaktyvavimo linijos vaizdas.

2 pav. pavaizduotas išilginio pjovimo įrenginys (2) su metalinių vamzdinių elementų (1) pjovimo linijos schema deaktyvacijos sistemoje. Pjovimo linija apima volelius (15) ir vamzdžio pjovimo priemones (16), kurios yra įdiegtos staklėse tam, kad voleliai (15) stumtų metalinį vamzdinį elementą (1) palei pjovimo priemones, padalinant metalinį vamzdinį elementą (1) išilgai.

3 pav. pavaizduota principinė pjovimo linijos schema su daugybe volelių (15), išdėstytų palei pjovimui pritaikytą aštrią geležtę.

4 pav. pavaizduota vamzdžio plokštinimo schema (4). Plokštinimo linija (4)

apima plokštinimo priemones (16), kurios yra įdiegtos į stakles taip, kad plokštinimo priemonės (16) laipsniškai suplotų vamzdį į metalinę juostą (6).

5 pav. pavaizduotas supjaustytų metalinių vamzdžių elementų išplokštinimo į metalines juostas įrenginys. Plokštinimo priemonės (16) turi volo tipo centrinės vietas, kurių skersmuo laipsniškai didėja, idant plokštinimo procesas vyktų sklandžiai ir efektyviai.

6 pav. pavaizduota dalinai suplokštinta metalinė juosta (6), kuri yra apdorojama plokštinimo linijoje (4).

7 pav. pavaizduota kasetė su metalinėmis juostomis (6), kurios yra išdėstytos kasetėje (7) su tarpais tam, kad jų plovimas būtų efektyvus.

8 pav. pavaizduotas metalinių juostų (6), supakuotų į kasetes (7) impulsinio-reversinio elektrocheminio ir ultragarsinio deaktyvavimo rūgštiniame tirpale darbo baras.

9 pav. vaizduoja plovimo etapo schemą. Vaizdas iš viršaus.

10 pav. vaizduoja metalinių juostų (6) deaktyvavimo schemą. Deaktyvavimo pakopa apima pirmąją (8), antrąją (9) ir trečiąją (10) vonias, garų neutralizavimo priemones (11), džiovinimo priemones (12), kėlimo priemones (13).

11 pav. pavaizduota elektrolito filtravimo sistema; vaizduoja principinį plovimo linijos išdėstymą, apimantį garų surinkimo prietaisus.

12 pav. impulsinio-reversinio elektrocheminio deaktyvavimo detali schema antrojoje vonioje (9).

Kad išradimo sprendiniai būtų aiškiai ir glaustai pateikti, brėžiniuose nebus pavaizduoti elementai, nesusiję su išradimo esme. Taip pat svarbu tai, kad elementų matmenys yra padidinti arba elementai parodyti tik schematiškai. Kiekvienos dalies matmenys gali neatspindėti faktinių elementų matmenų.

## DETALUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Šis išradimas aprašo sistemą ir būdą, skirtus tiek vidinių, tiek išorinių metalinių vamzdžių elementų paviršių deaktyvacijai. Šios sistemos ir būdo tikslas – naujos elektrocheminio deaktyvavimo pakopos, kuri yra vykdoma vonioje su elektrocheminio

deaktyvavimo kasete, kuri atlieka elektrodų funkciją. Šis išradimas yra unikalus dėl savo gebėjimo saugiai prapjauti, suplokštinti ir deaktyvuoti metalinius vamzdinius elementus, nesukuriant sunkiai sutvarkomų radioaktyviųjų atliekų. Čia ir toliau metaliniais vamzdiniais elementais laikomi radialiniai, pageidautina tuščiaviduriai metaliniai elementai bei metalinės plokštės, užteršti radioaktyviosiomis dalelėmis.

Šis išradimas pateikia metalinių vamzdinių elementų vidinių ir išorinių paviršių deaktyvavimo sistemą ir būdą. Šis išradimas yra unikalus tuo, kad aprašo visiškai saugų metalinių vamzdinių elementų pjaušymo, išplokštinimo ir deaktyvavimo būdą, nesukuriant radioaktyviųjų atliekų, kurias brangu utilizuoti.

Sistemą sudaro šie įrenginiai:

- Išilginio metalinių vamzdinių elementų (1) pjovimo įrenginys (2).
- Supjaustytų metalinių vamzdinių elementų (1) išplokštinimo į metalines juostas įrenginys (4).
- Išplokštintų metalinių juostų (6) karpymo pageidaujamais ilgiais įrenginys (5).
- Metalinių juostų pakavimo į specializuotas kasetes darbo baras (7).
- Metalinių juostų (6), supakuotų į kasetes (7), mirkymo vonioje, impulsinio-reversinio elektrocheminio ir ultragarsinio deaktyvavimo rūgštiniame tirpale darbo baras (8–9 pav.).
- Metalinių juostų (6) plovimo darbo baras (10 pav.)
- Deaktyvuotų metalinių juostų (6) džiovavimo (12) ir radiacinės patikros (14) darbo baras.
- Nukenksminimo tirpalo valymo nuo mechaninių dalelių įrenginys (11 pav.).
- Deaktyvavimo kameros oro valymas nuo radioaktyviųjų cheminių aerosolių.

Vamzdinių metalinių elementų (1) išilginis pjovimo etapas realizuojamas pjovimo linijoje (2), atliekant bent vieną išilginį vamzdinio metalinio elemento (1) pjūvį. Vamzdinių metalinių elementų (1) pjovimo stadijoje, priklausomai nuo apdorojamos medžiagos, naudojamas vienas iš šių pjovimo įrankių: plazminio srauto pjaušytuvai, lazerinis pjaušytuvai, aštrus peilis arba vandens srauto pjaušytuvai.

Supjaustytų metalinių vamzdinių elementų (1) išplokštinimo į metalines juostas (6) įrenginys užtikrina vienodą metalo ištirpinimą nuo paviršiaus, kai jis yra veikiamas

elektros srovės ir cheminio tirpalo kasetėje (7).

Metalinės juostos (6) yra sukarpos segmentais pagal kasetės ilgį ir pakuojamos į kasetę (7) su tarpais tarp jų, užtikrinant vienodą prieigą prie tirpalo ir ultragarso poveikį visiems apdorojamų dalių paviršiams.

Deaktyvavimo linija apima tris vonias (8, 9, 10), garų neutralizavimo įrenginį (11), metalo juostų džiovavimo mazgą (12), kėlimo mechanizmus (13). Papildomai linijoje yra pagalbiniai įrenginiai ir mazgai, tokie kaip atraminės konstrukcijos, maitinimo šaltiniai ir įtaisai, skysčių, oro ar garų srautų tiekimo ir pašalinimo vamzdynai ir kanalai. Specialistams turėtų būti aišku, kad atramų elementai, maitinimo šaltinis, vamzdynų jungtys yra standartiniai elementai, kurie naudojami pagal tiems elementams taikomas saugos taisykles, todėl čia jie nebus išsamiai aprašyti. Be to, vonių skaičius neturėtų riboti šio išradimo apimtį, nes specialistams turėtų būti aišku, kad mirkymo procesą galima atlikti bent su viena vonia, tačiau norint pasiekti geresnių rezultatų, galima naudoti papildomą vonių skaičių. Deaktyvavimo procesai atliekami efektyviau, kai elektrocheminiai ir ultragarsiniai valymo ir mirkymo etapai atliekami atskirose voniose. Tokiu atveju nereikia keisti vonios turinio (rūgšties tirpalo, vandens ir kt.).

Pirmoji vonia yra mirkymo vonia (8), pageidautina pagaminta iš neoksiduojančių medžiagų, tokių kaip nerūdijantis plienas arba tinkamas plastikas. Mirkymo vonia (8), kuri yra užpildoma ploviklio tirpalu, yra naudojama pirminiam metalinių juostų (6) drėkinimui. Specialistui turėtų būti aišku, kad pirmoji vonia nėra būtina šiam procesui įgyvendinti, o tik padidina deaktyvavimo proceso efektyvumą.

Antroji vonia yra deaktyvavimo vonia (9), pageidautina pagaminta iš medžiagų, kurios nereaguoja su rūgštimis. Deaktyvavimo vonia (9) užpildyta 0,5–1,5 % azoto rūgšties tirpalu. Be to, deaktyvavimo vonioje (9) yra sumontuota katodo-anodo maitinimo šaltinis (21) nuolatinės srovės impulsams generuoti ir periodiniam poliškumo pasikeitimui bei ultragarsiniai bangų generatoriai (17), kurie sumontuoti taip, kad generuojamų bangų vektorius būtų orientuotas lygiagrečiai metalinių juostų (6a, 6b) plokštumoms (12 pav.) Ultragarsiniai bangų generatoriai (17) yra vonios apačioje. Deaktyvavimo vonioje (9) gali būti skysčių pripildymo ir išleidimo įrenginiai, pagalbinės cirkuliacinės priemonės (19), filtrai (18), siurbiai ir valdikliai (20), leidžiantys deaktyvavimo vonią (9) užpildyti tirpalu ir užtikrinantys proceso valdymą pašalinant (filtruojant) visas mechanines daleles, kad valymo procesas būtų efektyvus. Be to, šios priemonės užtikrina saugų radioaktyviųjų dalelių surinkimą filtravimo įrenginiuose (18).

Tirpalas deaktyvavimo vonioje (9) yra šildomas ir garinamas, sugeriant generatorių gaminamų ultragarso bangų energiją, kuri paverčiama vidine tirpalo energija. Ultragarsinis keitiklis, keitiklio galia arba dažnis yra sureguliuoti, atsižvelgiant į deaktyvuojamas medžiagas.

Naudojamos specialios kasetės (7), pagamintos iš patvarios medžiagos, turinčios didelį mechaninį ir cheminį atsparumą, pvz. nerūdijančio plieno. Kasetėje (7) sudedamos metalinės juostos (6), paruoštos mirkymo etapui. Kasetėje (7) esančios metalinės juostos (6) yra lygiagrečios viena kitai su atstumu tarp jų, todėl mirkymas yra efektyvesnis ir tirpalų srautas tolygiai pasiekia visų juostų paviršius. Be to, metalinės juostos (6) dedamos į kasetę (7) keliais aukštais. Kasetės (7) konstrukcija leidžia tolygiai apdoroti visas metalines juostas (6), o tai taupo laiką, reagentus ir sumažina ištirpusio metalo atliekas.

Priemonės, skirtos neutralizuoti išsiskiriančias dujas ir aerozolius, apima paviršiaus erdvės vėdinimo per nukenksminimo vonios šonines angas priemones, plovimą purškiamu šarminiu tirpalu skruberyje ir vėlesnį oro valymą aerozoliniais filtrais prieš išleidžiant į specialią ventiliaciją.

Trečioji vonia yra plovimo vonia (10), pagaminta iš chemiškai ir mechaniškai atsparaus plastiko arba nerūdijančio plieno. Plovimo vonioje (10) yra priemonės, kuriomis tiekama aukšto slėgio vandens srovė. Aukšto slėgio srovė pašalina rūgštinio tirpalo ir oksido plėvelės likučius iš metalinių juostų (6), neišimant juostų iš kasetės (7) su minimaliomis vandens sąnaudomis.

Džiovinimo įrenginys (12) yra aukšto slėgio oro srauto generatorius, kuris generuoja oro srautus link metalinių juostų (6), džiovinant juostas kasetėje (7).

Kėlimo įtaisai (13) yra vienas ar daugiau kėlimo mechanizmų, pritvirtintų prie pagalbinių konstrukcijų. Kėlimo įtaisai (13) naudojami perkelti kasetę (7) su metalinėmis juostomis (6) iš vienos vonios į kitą.

Taip pat šis išradimas pateikia radioaktyviai užterštų metalinių vamzdžių (1), kurių skersmuo mažesnis negu 120 mm, arba metalinių juostų (6) deaktyvavimo būdą. Vamzdinio metalinio elemento (1) pjovimo išilgai vienos elemento pusės etapas apima užteršto vamzdinio metalinio elemento padavimą į pjovimo įrenginį (2), kur įrenginys pjauna vamzdžio elementą (1), atlikdamas bent vieną išilginį pjūvį. Pjovimo priemonės gali būti aštrus peilis, lazerio spindulys, plazmos srautas arba itin aukšto slėgio

vandens srovė. Taikant visus šiuos alternatyvius pjovimo būdus, susidaro tam tikras atliekų kiekis, o atitinkami oro filtravimo būdai pritaikomi taip, kad būtų užtikrintas atitinkamo pjovimo proceso saugumas.

Vamzdinio elemento (1) plokštinimo pakopa apima prapjauto vamzdinio metalinio elemento (1) padavimą išilginiu pjūviu į išplokštinimo įrenginį (3), kur įtaisas išlygina vamzdinį elementą (1), palaipsniui išplokštindamas jį iki plokščios juostos (6). Naudojant radioaktyviai užterštas plokštes, pjovimo ir plokštinimo stadijos yra nenaudojamos.

Išplokštintos metalinės juostos (6) yra sukarpos segmentais pagal kasetės (7) ilgį, naudojant karpymo įrenginį (5) ir supakuojamos į kasetę (7), tarp metalinių juostų paliekant tarpus.

Elektrocheminė deaktyvavimo kasetė (7) sujungia metalines juostas (6) kaip anodą (6a) ir katodą (6b) su atvirkštiniu (reversiniu) apdorojimu ir užtikrina vienodą ultragarso bangų poveikį. Elektrocheminio deaktyvavimo kasetė (7) atlieka elektrodų funkciją, nes ji yra elektros laidininkas. Elektrolito funkciją atlieka silpnas rūgštinis tirpalas (21). Visas procesas atliekamas ultragarso įtakoje, kuri elektrocheminiam procesui suteikia sinerginį efektą, kuris padidina proceso greitį ir pagerina galutinio rezultato kokybę. Pagrindiniai proceso parametrai yra įtampa, srovės kryptis, srovės krypties keitimo dažnis, elektrolito koncentracija, ultragarso galia ir dažnis, tirpalo temperatūra, deaktyvavimo laikas ir elektrolito sudėtis.

Kasetė (7) su metalinėmis juostomis (6) yra patalpinama į pirmąją vonią, kuri yra mirkymo vonia (8), užpildyta silpnu ploviklio tirpalu, mirkoma apie 30 s – 2 min. Metalinių plokščių mirkymo naudojant silpną ploviklio tirpalą etapas suteikia:

- a. Paviršiaus paruošimą vienodam nukenksminimo tirpalo poveikiui panardinus į nukenksminimo vonią.
- b. Apdorojimo laiko nukenksminimo vonioje sutrumpinimą.
- c. Mechaninių dalelių pašalinimą nuo paviršiaus ir atitinkamai antrosios vonios nukenksminimo tirpalo išsaugojimą.

Po to kasetė (7) yra panardinama į antrąją vonią (9), kuri yra deaktyvavimo vonia, užpildyta 0,5–1,5 % azoto rūgšties tirpalu. Vonia yra pagaminta iš specialaus plastiko, chemiškai atsparios, ne sorbentinės medžiagos. Deaktyvavimo vonios (9)

konstrukcinė medžiaga yra garso ir elektros izoliatorius.

Metalinės juostos (6) dedamos į vertikalios orientacijos kasetes (7) ir panardinamos į deaktyvavimo vonią (9) vertikaliai. Kasetės (7) leidžia efektyviai naudoti nukenksminimo vonios tūrį (apdoroto nukenksminimo ploto ir nukenksminimo vonios tūrio santykį).

Metalinių juostų (6) deaktyvavimas atliekamas panardinant kasetę (7) į paruoštą deaktyvavimo tirpalą ir tuo pačiu metu veikiant elektros srovei ant plokštelių (anodo) ir reikiamo dažnio ultragarso bangų iš galingos ultragarso apatinės plokštės. Elektrocheminė deaktyvavimo kasetė (7) sujungia metalines juostas kaip anodą ir katodą su atvirkštiniu (reversuojamu) apdorojimu ir užtikrina vienodą ultragarso bangų poveikį. Elektrocheminio deaktyvavimo kasetė atlieka elektrodų funkciją, nes ji yra elektros laidininkas. Elektrolito funkciją atlieka silpnas rūgštinis tirpalas. Ultragarsinės plokštelės (16) elektrinė galia leidžia pakaitinti tirpalą deaktyvavimo vonioje iki optimalios temperatūros.

Metalinės juostos (6) tuo pačiu metu apdorojamos elektrocheminiu būdu ir ultragarsu silpnos rūgšties tirpale, reikalingas apdorojimo laikas sutrumpėja dėl sinergetinio poveikio:

- a. Pašalinamas viršįtampis dėl geresnio vandens sluoksnio maišymo plokščių paviršiuje.
- b. Geresnis elektrolizės dujų pašalinimas iš anodo ir katodo plokščių.
- c. Oksido plėvelės ir nuosėdų pašalinimas iš plokštelių kavitaciniu ultragarso poveikiu.

Didelės galios ultragarso generatorius (16) yra dedamas ant deaktyvavimo vonios (9) dugno be standaus tvirtinimo, o tai gali efektyviau panaudoti ultragarso energiją. Ultragarso generatorius (16) dėl savo išdėstymo ir formos leidžia tolygiai veikti ant plokščių per visą deaktyvavimo vonios (9) tūrį. Reguliuojamas ultragarso plokštės dažnis leidžia optimaliai pasirinkti parametrus, priklausomai nuo medžiagos, nukenksminimo plokštės storio ir užteršimo tipo.

Elektrocheminio ir ultragarsinio valymo metu neištirpusios oksido plėvelės dalelės atskiriamos nuo metalinių juostų (6) paviršių ir nusodinamos apatinėje deaktyvavimo vonios (9) dalyje, o rūgštiniai oksidai, vandenilio ir deguonies dujos ir

aerozoliai dėl elektrolizės proceso pašalinami iš vandens paviršiaus per deaktyvavimo vonios (9) šonines angas.

Neištirpusios oksido plėvelės dalelės yra surenkamos, naudojant cirkuliacinę filtravimo sistemą. Elektrolitas yra filtruojamas per filtro (17) kapsules. Panaudotos kapsulės toliau laikomos kietomis radioaktyviosiomis atliekomis. Išvalytas nuo mechaninių priemaišų, rūgšties tirpalas grąžinamas atgal į viršutinę deaktyvavimo vonios (9) dalį ir, jei reikia, atkuriami reikiama koncentracija.

Elektrocheminiam deaktyvavimui skirtas impulsinis atvirkštinis (reversuojamas) nuolatinės srovės šaltinis suteikia:

- a. Srovės impulsų ir trukmės reguliavimą, kuris sumažina elektrodų viršįtampį ir padidina efektyvumą.
- b. Srovės krypties perjungimas kasetėje leidžia pakaitomis naudoti juostas kaip anodą ir katodą.
- c. Leidžia išvalyti katodą nuo radioaktyviųjų nuosėdų (ALARA principas).
- d. Sumažina nukenksminimo vonios tūrį ir apdorojimo laiką, nes kaip katodas naudojamos deaktyvuojamos juostos vietoj papildomo inertinio katodo.

Kasetė (7) perkeliama į trečiąją vonią, kuri yra plovimo vonia (10), kurioje yra sumontuotos priemonės, kuriomis tiekama aukšto slėgio vandens srovė. Aukšto slėgio srovė pašalina rūgštinio tirpalo ir oksido plėvelės likučius iš metalinių juostų, neišimant metalinių juostų (6) iš kasetės (7) su minimaliomis vandens sąnaudomis.

Iš plovimo vonios kasetė yra džiovinama džiovinimo įrenginyje, kuris yra aukšto slėgio oro srauto generatorius, kuris generuoja oro srautus link metalinių juostų, džiovinant juostas kasetėje.

Toliau kasetė (7) yra praleidžiama pro džiovinimo priemonės (12), kurios yra aukšto slėgio oro srauto generatoriai, kurie generuoja oro gūsius link metalinių juostų (6), džiovindami jas iki juostų paviršius yra pilnai sausas.

Radioaktyvios spinduliuotės lygio nustatymo pakopa apima metalinių juostų (6) paviršiaus spinduliuotės lygio matavimą specialiai įrengtoje vietoje (14), naudojant pramoninės spinduliuotės matavimo prietaisus, tokius kaip Geigerio jutiklis ir reikiamo jautrumo beta spinduliuotės skaitiklis.

Šio deaktyvavimo būdo pranašumas yra tas, kad proceso metu metalinės juostos (6) yra visiškai ištiesintos, ir matavimų metu pasiekiamas viso metalinių juostų (6) paviršių prieinamumas, kad būtų užtikrintas efektyvus ir patikimas beta dalelių aptikimas.

Deaktyvavimo procesas yra kartojamas, jei nepasiekiamas saugos lygis. Jei išmatuota vertė yra didesnė už reikalaujamą vertę, kartojami šie veiksmai: radioaktyviųjų dalelių pašalinimas iš metalinių juostų deaktyvavimo linijoje ir pakartotinis metalinių juostų spinduliuotės lygio nustatymas.

Papildomai deaktyvavimo būdas apima nuklenksminimo tirpalo valymą nuo mechaninių dalelių bei nuklenksminimo kameros oro aplinkos valymą nuo radioaktyviųjų ir cheminių aerosolių. Remiantis radiologinio apibūdinimo rezultatais, galima atlikti pakartotinį nuklenksminimą. Papildomas metalinių juostų nuklenksminimas pagal matavimo rezultatus bus atliekamas antroje vonioje, plaunant trečioje vonioje ir džiovinant, tik toms juostoms, kuriose nepasiektas saugos lygis.

Siūloma technologija yra energiją taupanti dėl sinergetinio dviejų būdų veikimo vienu metu viename deaktyvavimo rezervuare. Vienu metu naudojant elektrocheminį apdorojimą ir poveikį ultragarsu, deaktyvavimo laikas žymiai sutrumpėja, palyginti su apdorojimu atskirai.

Taikant aukščiau aprašytą išradimą, pasiekiamas visiškas užterštų metalinių paviršių deaktyvavimas ir pilnas užterštų atliekų pašalinimas specialioje kompaktiškoje filtro talpykloje. Deaktyvuotas metalas gali būti toliau naudojamas po radiacinės patikros.

Šis kompleksas leidžia viename įrenginyje nuklenksminti medžiagas iš nerūdijančio plieno, anglinio plieno, vario-nikelio ir cirkonio lydinių vamzdynų. Deaktyvavimo metu išsiskiriančios dujos ir aerosoliai nuolat pašalinami iš tirpalo paviršiaus per vonios šonines ventiliacijos angas ir valomi didelio efektyvumo šarminiame dujų plautuve. Pašalina vandenilio kaupimąsi pavojingais kiekiais.

Įranga leidžia deaktyvuoti vamzdynus, pagamintus iš įvairių medžiagų, naudojant ultragarso ir (arba) elektrocheminius ir (arba) impulsinius atvirkštinius (reversuojamus) elektrocheminius metodus rūgštinių deaktyvavimo tirpalų terpėje. Įrangos konstrukcija ir matmenys, vamzdynų paruošimo ir apdorojimo metodai užkerta kelią radioaktyviųjų dulkių susidarymui, aerosolių plitimui, atitinka pramoninės saugos

reikalavimus ir ALARA principus.

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Užterštų metalinių elementų vidinių ir išorinių paviršių deaktyvacijos būdas, apimantis metalinių elementų pjovimą, išplokštinimą, pakrovimą į laikymo priemones, metalinių elementų mirkymą, plovimą, džiovinimą bei metalinių elementų radioaktyvumo lygio kontrolę,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad būdas apima metalinių elementų elektrocheminio-ultragarsinio apdorojimo pakopą, kurioje metalinių elementų deaktyvavimas atliekamas panardinant kasetę su pakrautais metaliniais elementais į paruoštą deaktyvavimo tirpalą ir tuo pačiu metu veikiant metalinius elementus elektros srove ir reikiamo dažnio ultragarso bangomis.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad metaliniai elementai yra išplokštintos metalinės juostos.

3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad elektrocheminio ultragarsinis apdorojimas yra atliekamas deaktyvavimo vonioje, apimančioje ultragarso bangų šaltinį ir katodo-anodo maitinimo šaltinį.

4. Būdas pagal bet kurį iš 1–3 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad elektrocheminis ultragarsinis apdorojimas yra atliekamas naudojant elektrocheminę deaktyvavimo kasetę su metalinėmis juostomis.

5. Būdas pagal bet kurį 1–4 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kaip elektrolitas yra naudojamas rūgštinis tirpalas.

6. Būdas pagal bet kurį 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad rūgštinis tirpalas yra 0,5–1,5 % azoto rūgšties tirpalas.

7. Būdas pagal bet kurį 1–6 punktus, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad elektrocheminė deaktyvavimo kasetė sujungia metalines juostas kaip anodą ir katodą su atvirkštiniu (reversuojamu) apdorojimu.

8. Būdas pagal bet kurį 1–7 punktus, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad metaliniai elementai yra vamzdžiai, juostos.

9. Užterštų vamzdinių elementų vidinių ir išorinių paviršių deaktyvacijos sistema, apimanti plovimo liniją, pjovimo liniją, plokštinimo liniją, laikymo priemonės, skirtas talpinti elementams plovimo etapo metu,

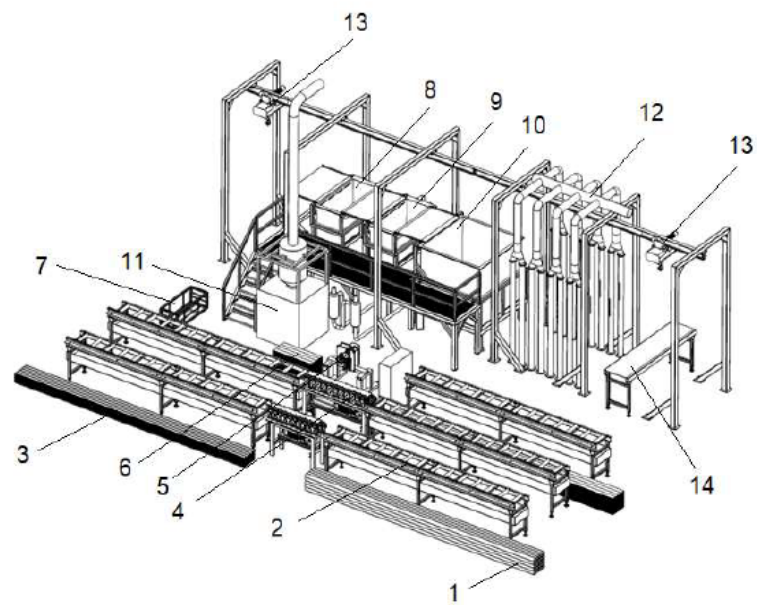
**besiskirianti** tuo, kad sistema apima elektrocheminės deaktyvacijos liniją, apimančią metalines juostas, kasetę, deaktyvavimo vonią, elektrolitą, ultragarso bangų šaltinį ir katodo-anodo maitinimo šaltinį.

10. Sistema pagal 9 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad elektrolitas yra rūgštinis tirpalas.

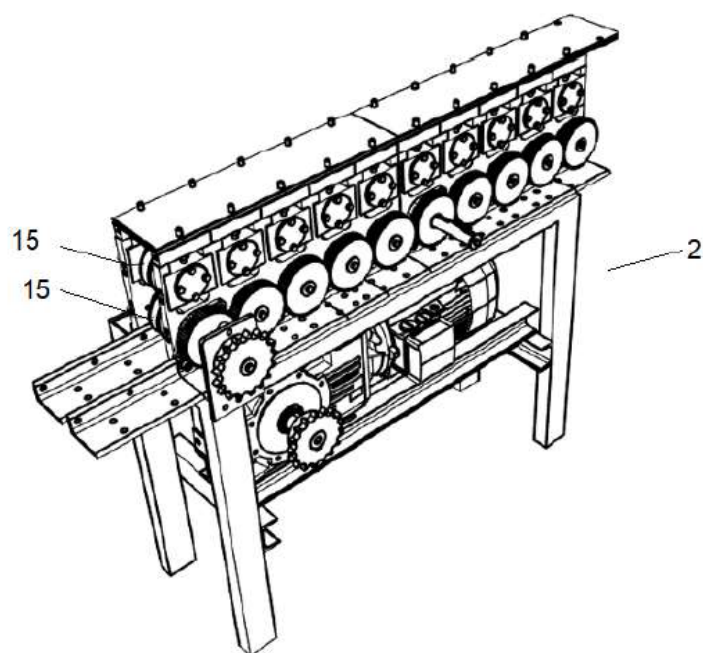
11. Sistema pagal 9 arba 10 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad elektrocheminės deaktyvacijos linija papildomai apima skysčių pripildymo ir išleidimo įrenginiai, pagalbinės cirkuliacinės priemonės, filtrai, siurbiai ir valdikliai, leidžiantys antrąją vonią užpildyti tirpalu ir užtikrinantys proceso valdymą.

12. Sistema pagal bet kurį iš 9–11 punktų, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad deaktyvavimo vonia yra pagaminta iš medžiagų, kurios nereaguoja su rūgštimis.

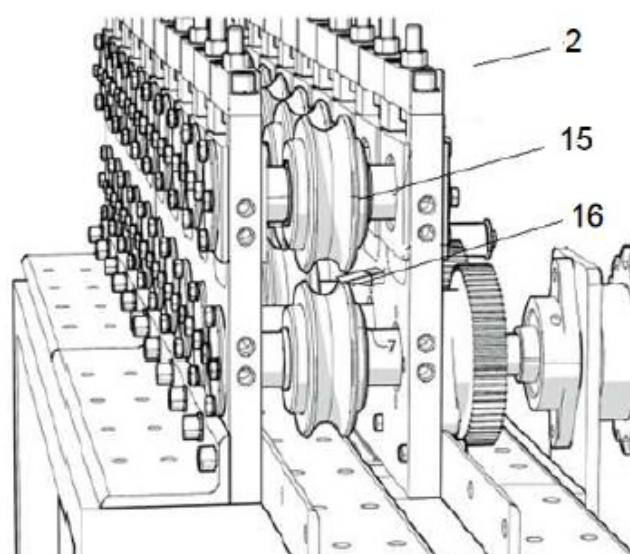
13. Sistema pagal bet kurį iš 9–12 punktų, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad katodo-anodo maitinimo šaltinis sumontuotas nuolatinės srovės impulsams generuoti ir periodiniam poliškumo pasikeitimui tarp metalinių juostų.



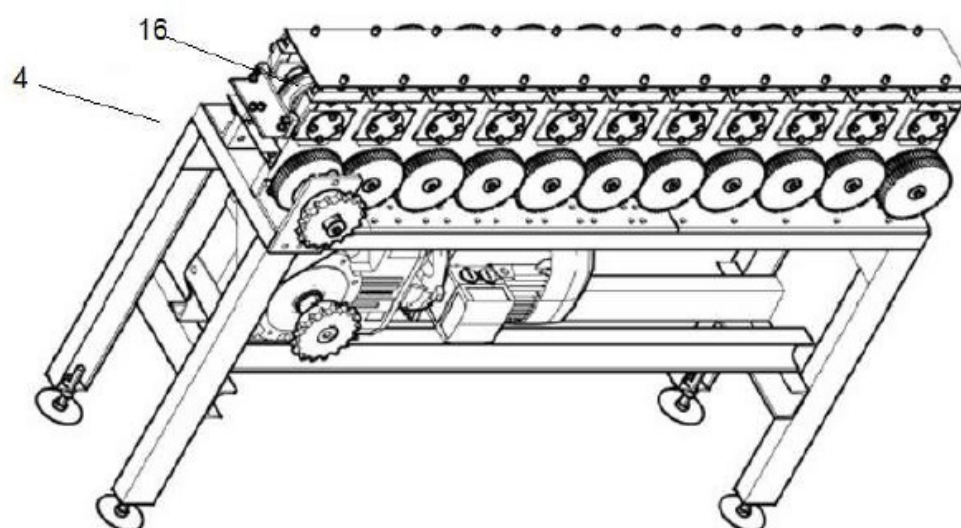
1 pav.



2 pav.

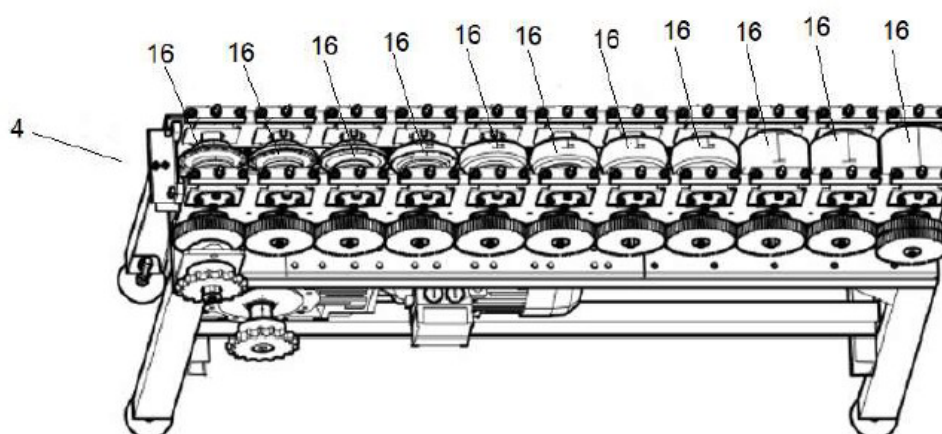


3 pav.



4 pav.

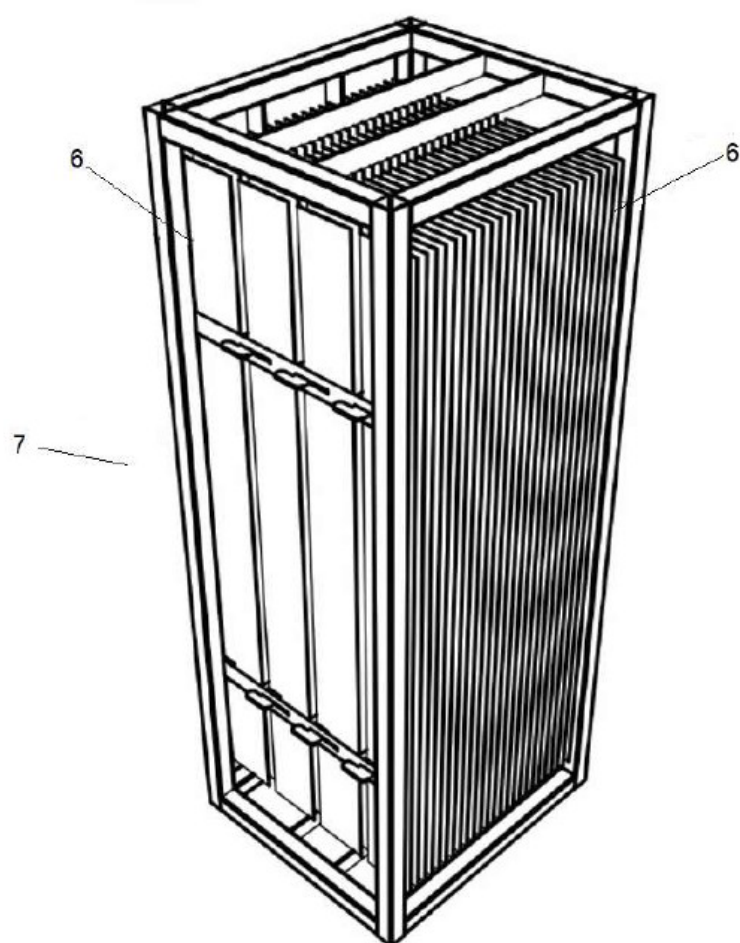
# LT 7176 B



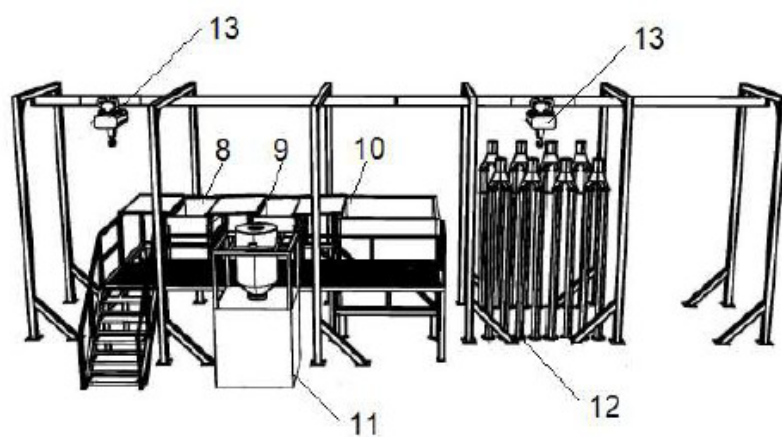
5 pav.



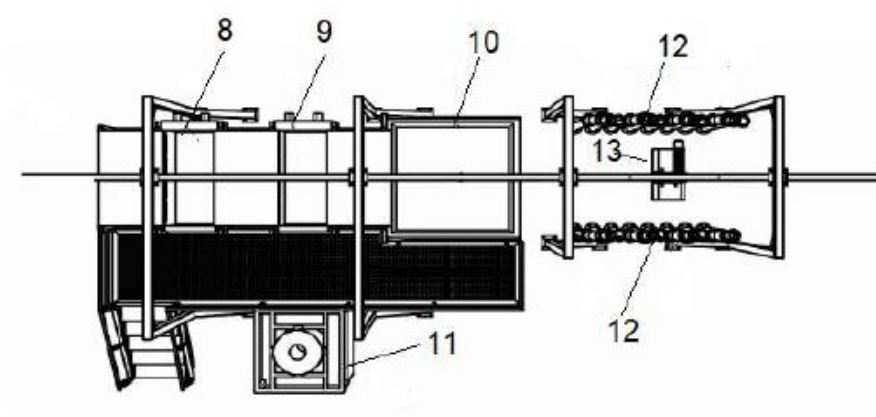
6 pav.



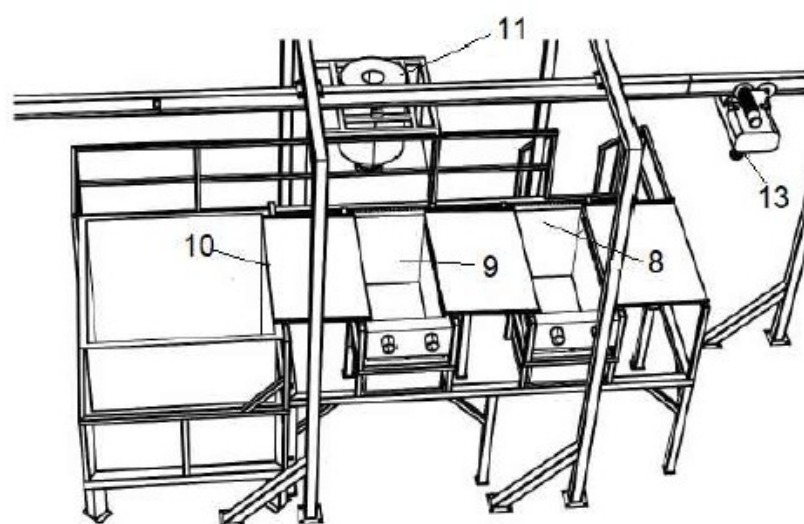
7 pav.



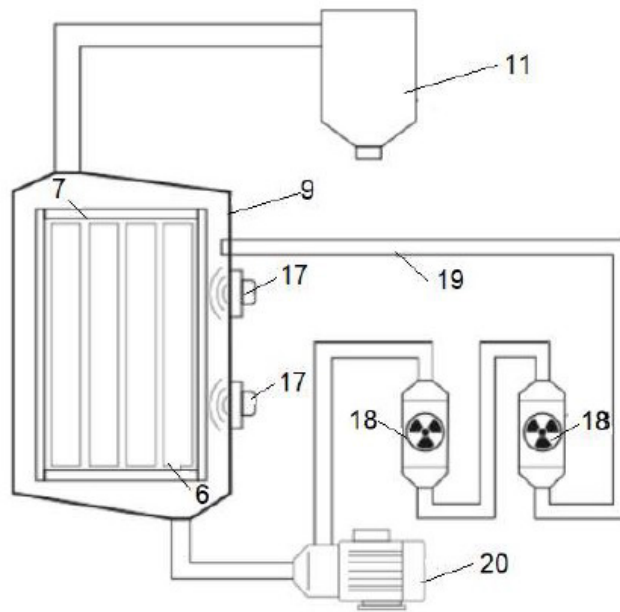
8 pav.



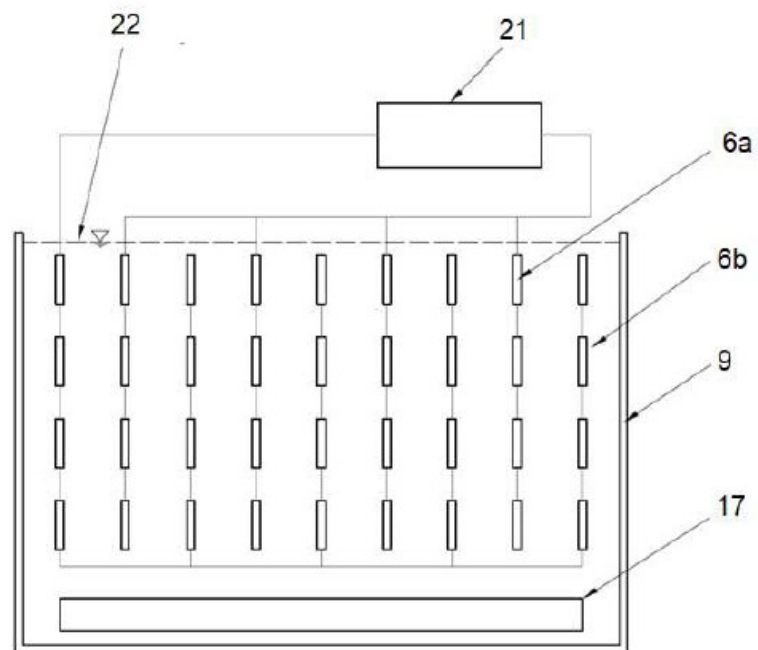
9 pav.



10 pav.



11 pav.



12 pav.