

Lietuvos  
Respublikos  
valstybinis  
patentų biuras

(11) **LT 6891 B**

(51) Int. Cl. (2022.01):

**F24T 10/00**  
**F24T 50/00**

## (12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2020 030**

(22) Paraiškos padavimo data: **2020-08-03**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-01-25**

(45) Patento paskelbimo data: **2022-02-10**

(73) Patento savininkas:

**Kęstutis USEVIČIUS, Šeškinės g. 17-17, 07153 Vilnius, LT**

(72) Išradėjas:

**Kęstutis USEVIČIUS, LT**

(54) Pavadinimas:

**Geoterminė elektrinė**

(57) Referatas:

Išradimas iš energetikos srities, kaip išnaudoti menkavertę žemės gelmių šilumą karštam vandeniui ir elektrai generuoti. Nauja geoterminė elektrinė tinka dirbti su mažos temperatūros, plačiai paplitusiais, todėl gerokai pigesniais, paprastesniais, esančius gana negiliai ir gausiai geoterminės energijos šaltiniais. Su šiuo išradimu galima be išorinės energijos iš šalies iš tos pačios iš žemės gelmių išgautos energijos dalį jos panaudoti karšto vandens iš šilto vandens gamybai.

**LT 6891 B**

Išradimas iš energetikos srities, kaip išnaudoti menkavertę žemės gelmių šilumą karštam vandeniui ir elektrai generuoti. Vakarų Lietuvoje maždaug 1 km gylyje glūdi šilti apie 30–45 °C temperatūros druskingi vandens klodai. Juos bandyta išnaudoti. Daugiau kaip dešimt metų veikusi Klaipėdos parodomoji geoterminė jėgainė buvo vienintelė tokia Lietuvoje, Latvijoje, Estijoje. Žemiau pateiktas trumpas geoterminės jėgainės, kuri pasirinkta analogu, aprašymas ir sunkumai, su kuriais susidūrė minėta įmonė. Naudojant minėtą atvejį kaip analogą, prototipą tikslinga aptarti, kaip veikia esama geoterminė elektrinė ir kokie nauji siūlomo sprendimo skirtumai ir pranašumai.

„Klaipėdos geoterminė jėgainė eksploatuoja 4 gręžinius. Siurbliai pumpuoja 38 °C druskingą šilumos geoterminį vandenį iš 1135 metrų gylyje esančio devono sluoksnio. Iš dviejų gręžinių per valandą galima gauti iki 700 m<sup>3</sup> vandens, tačiau žemė atgal tepriima tik 450 m<sup>3</sup>. Geoterminio vandens šiluma atimama absorbciniais šilumos siurbliais (4x12 MW), kuriuose šilumą absorbuojančiu darbo agentu naudojamas 54 % koncentracijos ličio bromido (LiBr) vandeninis tirpalas. Atėmus šilumą druskingas geoterminis vanduo galingais siurbliais grąžinamas į kitą gręžinį už poros kilometrų. Deginant dujas ličio bromido tirpalas kaitinamas 175 °C temperatūros vandeniui, paruoštu jėgainės vandens šildymo katiluose (3x16 MW)“. atkeliaujančiam termofikaciniam vandeniui šildyti iki 70 °C. Geoterminės jėgainės galia yra 10-35 MW. Geoterminės kilpos debitas – 160–210 m<sup>3</sup>/h. „Klaipėdos geoterminė elektrinė“ ([www.lgeos.lt](http://www.lgeos.lt))“

Esminiai skirtumai tarp analogo ir naujos geoterminės elektrinės:

Klaipėdos geoterminė jėgainė iš gelmės pirmojo gręžinio kelia šiltą druskingą vandenį (T= 30–35 °C) ir gražina į kitą nutolusį gręžinį atšalusį vandenį (T=10–15 °C). šiltam vandeniui (T= 30–35 °C) pašildyti iki T=70 °C papildomai naudojama sudegintų dujų šiluma.

Nauja geoterminė elektrinė veikia kitu principu. Siūlomoje geoterminėje elektrinėje nauja yra:

- Bazinė idėja
- Veikimo principai
- Naudojamos technologijos ir būdai

- Techninės konstrukcijos
- Pritaikymo sritys
- Gerokai didesnis naudos ir mažesnis sąnaudų dydis
- Galimybė veikti visai be išorinės iš šalies tiekiamos energijos
- Galimybė veikti automatinio nuolatinio režimu visą parą, visus metus visai be žmonių įsikišimo.
- Galimybė kurti mažųjų geoterminių elektrinių pastochių tinklą, lokaliai aptarnaujančius nedideliu spinduliu įvairius pastatus, žemės ūkio ir pramonės objektus.

Bazinė idėja – visa reikalinga geoterminės elektrinės veiklai energija naudojama gauta tik iš žemės gelmių, o vartotojai gali gauti karštą ( $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šiltą ( $T = 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) šaltą ( $T = -10\text{--}0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vandenį ir geoterminės elektrinės generuojamą elektrą.

Veikimo principai – iš gelmių keliamas ne druskingas šiltas vanduo, o uždaru ratu cirkuliuojančio šilumnešiklio pagalba (gėlas vanduo, spiritas, vandens ir spirito mišiniai) pernešama šiluma ( $T = 30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Vartotojui tiekiamas karštas vanduo ( $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) gaunamas šiltas vanduo ( $T = 30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pašildžius šiluminės mašinos pagalba, perkeliant šilumą iš šiltų talpų ( $T = 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) į karštas talpas ( $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), t.y. papildomam šildymui nedingamas joks kuras. Naudojant giluminius variklius generuojama elektra tiekama vartotojams.

Naudojamos technologijos ir būdai – šiluminiai vamzdeliai, šiluminė mašina, pakopiniai šilumos mainai, šilumos paėmimo zondas, giluminis variklis, autonominio valdymo blokas. Geoterminė elektrinė visai nenaudoja šiluminių siurblių.

Techninės konstrukcijos – visa geoterminė elektrinė surenkama iš keturių pagrindinių modulių:

- giluminio gręžinio su šilumos paėmimo zonu modulis;
- šiluminės mašinos, kuri atskiria šaltus, šiltus ir karštus srautus modulis
- karšto ( $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šilto ( $T = 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ir šalto ( $T = -10\text{--}0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vandens talpų, skirtų vartotojams aprūpinti modulis;
- automatinio autonominio nuotolinio valdymo modulis.

Pritaikymo sritys- kilometru spinduliu reikiamu karštu, šiltu ir šaltu vandeniu ir elektra aprūpinami pastatai, gyvulių, paukščių, žuvų fermos, šiltnamiai, šaldytuvai, žemės ūkio ir pramonės objektai.

Naudos ir sąnaudų skirtumas – pati geoterminė elektrinė savo konstrukcija ir veikimu galėtų veikti naudingai dešimtimis kartų mažesnėmis sąnaudomis su nuolatine teigiama grąža. Įrengus šių mažų geoterminių elektrinių sąveikaujančią tinklą galima įvairia energija aprūpinti didelius šalies teritorijos plotus.

Savarankiški moduliai – geoterminė elektrinė gali būti mažos pastotės ar atskiro konteinerio dydžio. Autonominis geoterminės elektrinės modulis gali būti surenkamas atskirai kaip visuma masiškai pramoniniu būdu ir atvežtas ir greitai pastatomas vietoje. Galimas ir tikslingas mobilios geoterminės elektrinės variantas ant ratų. Tokio savarankiško autonominio modulinio pagaminimo, pastatymo ir naudojimosi kaštai dešimtimis kartu mažesni už esamus.

#### Technikos lygis

Naujai naudojamos jau išbandytos technologijos ir konstrukcijos: modulinis šilumos kaupiklis LT5636; pakopinis šilumos kolektorius LT5665; universali šiluminė talpa LT5739; didelio tūrio šiluminių talpų sistema LT5836; šiluminė mašina LT5917; kompresorius variklis LT6660; vandens elektrinė LT6751; šiluminiai vamzdeliai; giluminis variklis LT6786; autonominio nuotolinio valdymo blokas. Naujai sukurtas šilumos paėmimo zondas, leidžiantis pernešti šilumą į paviršių be šiluminių siurblių technologijos. Analogiškų mažų temperatūrų geoterminės energijos technologijų praktiškai nėra, nes esama inercijos nuostata, kad tai netikslinga, neleidžia pamatyti kokie, milžiniški yra žemės šilumos ištekliai. Taikant šaldomų šilumnešiklių technologiją galima padidinti keliamos šilumos diapazoną, pvz.:  $T = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $T = +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , t.y.  $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$  skirtumą, pernešant per kartą 20–30 % daugiau šilumos. Naudojama nauja technologija leidžia generuoti ir aukštesnę tiekiamo vandens temperatūrą, pvz.  $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nenaudojant pašildymui jokio papildomo kuro deginimo, o vien tik iš esamų iš žemės gelmių perneštos šilumos.

#### Apie naują šilumnešiklį

Tai labai svarbus išradimo elementas, būtini ne tik gerai ir patikimai nuolat veikiantys mechanizmai, geoterminės elektrinės konstrukcija, o ir visuma. Iš esmės, „visą darbą“ atlieka šilumnešiklis. Tai visai naujo tipo, su tinkamai parinktomis

savybėmis, pagrindinis šilumos pernešėjas. Galima tiksliai apibrėžti kokiomis savybėmis turi pasižymėti „idealus šilumnešiklis“:

- Paprastas, pigus, plačiai paplitęs, saugus žmonėms ir aplinkai, nekenkia įrengimams, nepavojingas, nesprogsta, nedega, negenda, pastovus, greitai ir lengvai pagaminamas, gerai ir dideliais kiekiais akumuliuoja, laiko ir perduoda šilumą, galintis dirbti plačiame temperatūrų diapazone, pvz.,  $T = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $T = +100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pasižymintis didele šilumine talpa, lengvas, mažesniu nei įprasta tankiu, lengvai keliamas ir pumpuojamas atgal. Reikalavimų sąrašas gan platus. Artimiausia pagal išvardintas charakteristikas medžiaga – mums gerai žinomas švarus gėlas vanduo. Kadangi norima dirbti ir neigiamų temperatūrų diapazone tikslinga naudoti įvairių koncentracijų vandens ir spirito mišinius. Pvz. „degtinė“, t.y. 40 % vandens ir spirito mišinys neužšąla net prie  $T = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Neužšalantis, pvz., prie  $T = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  mišinys padidina pernešamos energijos kiekį trečdaliu. Vandens ir spirito mišinys yra mažesnio tankio nei grynas vanduo, todėl lengviau ir greičiau keliamas.
- Esminė technologijos naujovė: į gręžinį patalpintą šilumos paėmimo zoną iš pradžių žemyn pumpuojamas atšaldytas šilumnešiklis, kuris leisdamasis žemyn į gilumą išoriniu vamzdžiu palaipsniui sušyla, o žemiausiame gręžinio taške, kur maksimali temperatūra, greitai perima šilumą, kurią iš aplinkos perduoda šiluminiai vamzdeliai, ir grįžta vidiniu, gerai izoliuotu vamzdžiu, pernešdamas į viršų paimtą šilumą. Tai skiriasi nuo įprastos technologijos, kur iš pat pradžių bandomą kelti sunkų druskingą šiltą vandenį. Nauja technologija kuria savas taisykles: į gręžinį kontrasto būdu turi leisti tokios temperatūros šilumnešiklis, kuris galėtų paimti gelmėje kuo didesnę šilumos kiekį. Todėl toks būdas tinka ir gręžiniams su skirtingais šiluminio vandens klodais ir gali sėkmingai veikti net ir mažesnio gylio gręžiniuose, t.y. tokios technologijos galimybės daros labai plačios.

#### Išradimo esmė

Maksimalus šilumos paėmimas vyksta karščiausioje, esamo gręžinio gilumoje zonoje. Brėžinyje tai pavaizduota lokalia šilto srauto zona h. Išradimo idėja paprasta - tikslinga imti šilumą ten, kur jos gausu. Palyginus su šioje aplinkoje esamu šilumos kiekiu, šiluminis zondas paima ir perneša į viršų labai nedidelę lokalia vietos

šilumą. Šiltos zonos tūris ženkliai viršija išnešamą šilumą, todėl imti ir pernešti šilumą praktiškai galima neribotais kiekiais ir labai ligą laiką. Ekonominiu ir techniniu požiūriu tai reiškia, kad nuleistas į gilumą šilumos paėmimo zondas sėkmingai gali veikti daugelį metų be perstojo. Kitas veiksmingas šios technologijos principas – imti šilumą, sudarius didžiausią temperatūros skirtumą, pumpuojant į gilumą atšaldytą šilumnešiklį. Pastarojo temperatūrą galima reguliuoti kaitaliojant jo sudėtį ir naudojant atšaldytus srautus. Be to, leisdamasis žemyn atšaldytas šilumnešiklis, tekėdamas išoriniu padavimo vamzdžiu, palaipsniui įšyla, nes teka gelmėn atstumu  $H$ , t.y. žemyn tekantis šilumnešiklis paima šilumą iš kitų geoterminio gręžinio lygmenų. Sekanti išradimo subtilybė – vietoje šiluminių siurblių šilumos perdavimą į vidinį, izoliuotą nuo aplinkos pernešantį vamzdį, atlieka šiluminiai vamzdeliai. Šis procesas gerokai greitesnis, nei vyksta šilumos perdavimas per įprasto vamzdžio sienelės, nes šiluma perduodama greitai garuojančių dujų pagalba (t.y. 3000-3500 karto greičiau nei įprasta). Todėl šiluminiai mainai gręžinio gelmėje gali būti labai greiti, t.y. pritekantis šaltas šilumnešiklis gali tekėti dideliu greičiu ir tuo pačiu pernešti didesnius šilumos kieki per trumpą laiką. Pakilęs į viršų šilumnešiklis labai greitai atiduoda šilumą per pakopinį šilumos keitiklį, atšąla ir vėlai gražinamas į gręžinio gelmę, t.y. šilumos mainai virš geoterminio gręžinio taip pat vyksta labai greitai. Principas labai paprastas - gelmių šiluma be jokių trukdžių turi būti perduota kitoms struktūroms, šiuo atveju šilumos mainų procesai persikelia į šiluminės mašinos modulį. Pagrindinė išradimo idėja – jūs negalite daug ir ilgam kaupti energijos, tai brangu, sudėtinga ir netikslinga. Energija turi nuolat judėti. Šiluminės mašinos modulis taip pat veikia kontrasto būdu. Naudojami šalto, šilto ir karšto srautų šiluminiai kaupikliai, pro kuriuos prateka atitinkami šalti, šilti ar karšti srautai, pernešantis šaltį ar šilumą į atitinkamas talpas. Tokiu būdu geoterminėje elektrinėje yra šalto, šilto, karšto vandens rezervai, galintys būti panaudoti bet kuriuo metu energijai pernešti. Energiją iš šaltesnio į šiltesnį šilumos kaupiklį priverstiniu būdu pernešama kompresorių variklių pagalba. Taip nuolat palaikomas energijos pernešimas norima kryptimi. Be šalčio rezervų geoterminė elektrinė negalėtų funkcionuoti taip veiksmingai. Principas, kad energijos negalima daug ir ilgam sukaupti, ją reikia nuolat kažkur perduoti, reiškia, kad turi būti numatytas ir labai aiškus tolimesnis šilumos perdavimo kelias. Todėl tikslinga, kad geoterminė elektrinė aptarnautų šilumos ir šalčio vartotojus kuo artimesniu atstumu. Pernešti aukštos temperatūros šilumą dideliais atstumais netikslinga, geriau tokiu atveju vartotojams įsigyti šiluminės mašinas, kurios vietoje

pakeltų šiluminių srautų temperatūrą iki reikiamo lygio. Šalia geoterminės elektrinės gali būti kuriami energijos vartotojai: šiltnamiai, gyvulių, paukščių žuvų fermos, džiovyklos, šaldytuvai, sandėliai, prekybos centrai, pramonės, žemės ūkio ir kiti objektai – subjektai, energijos vartotojai. Tai būtina sąlyga, nes jūs negalite ilgai kaupti daug naujai generuotos energijos. Energija turi nuolat judėti, cirkuliuoti.

Tai, kad šiluminės mašinos modulyje naudojamas giluminis variklis, turintis elektros generatorių, gali būti panaudojama elektros gamybai ir ji tiekama vartotojams. Tokiu būdu, geoterminė elektrinė savo poreikiams naudodama tik gelmių energiją, kaupia ir perduoda vartotojams karštus ( $T = 60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šiltus ( $T = 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ir šaltus ( $T = -10\text{--}0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) srautus ir elektros energiją. Todėl tokios geoterminės elektrinės naudingumo koeficientas nepaprastai didelis.

Panaudojant autonominio automatinio nuolatinio valdymo modulį su kompiuteriais, jutikliais ir davikliais, programomis, valdančiomis tiek atskirus procesus, tiek visus geoterminius elektrinės pokyčius galima turėti veikiančią savarankiškai elektrinę, kurią galima pilnai valdyti nuotoliniu būdu. Nuolat veikiančios techninės sistemos be nuolatinio žmonių dalyvavimo leidžia tokiu būdu kurti geoterminių elektrinių tinklą net ten, kur nėra žmonių, t.y. sudėtingose ir nepalankiose sąlygose.

#### Techninis rezultatas

Sukurta naujo tipo su nauja technologija geoterminė elektrinė, galinti nuolat ir ilgai tiekti vartotojams karštą, šiltą ir šaltą vandenį, elektros energiją, savo poreikiams veikti naudodama vien tik iš gelmių gautą energiją, galinti dirbti savarankiškai automatinio autonominio režimu be tiesioginio žmonių dalyvavimo.

Išradimas iliustruotas brėžiniais:

Fig.1 Šiluminės mašinos ir šilumos paėmimo moduliai

1. Šiluminė mašina
2. Šaldoma talpa
3. Šaldomas kaupiklis
4. Šiltas kaupiklis
5. Karštas kaupiklis

6. Karštoji kaupimo talpa
7. Kompresorius variklis
8. Kompresorius variklis
9. Giluminis variklis
10. Pakopinis šilumos mainų keitiklis
11. Šiltoji talpa
12. Vandens siurbiai
13. Ištekantis šaltas srautas, pumpuojamas į šilumos paėmimo zoną
14. Šiltas vandens srautas, pakeltas iš gelmės
15. Šiltas vandens srautas, pumpuojamas į šiltas kaupimo talpas
16. Šiltas vandens srautas vartotojams
17. Atšaldytas vandens srautas šiluminiam mainams
18. Atšaldytas šilumos srautas, pernešantis šilumą iš šaldomos talpos
19. Karštas vandens srautas į karšto vandens kaupimo talpas
20. Karštas vandens srautas vartotojams
21. Šilumos paėmimo zondas

Fig.2 Šilumos paėmimo iš geoterminio gręžinio zondas

Šilumos paėmimo zondas su geoterminiu gręžiniu

Apatinė šilumos zondo dalis, gramzdinama į geoterminį šilto vandens srauto sluoksnį h (padidintu masteliu)

13. Šaltas šilumnešiklio srautas, įtekantis į šilumos paėmimo zoną išoriniu vamzdžiu

14. Ištekantis šiltas šilumnešiklio srautas vidiniu zondo vamzdžiu

21. Šilumos paėmimo zondas

22. Geoterminis gręžinys

23. Pripučiami, elastingi, su didesniu slėgiu, šilumos zondo fiksatoriai – laikikliai

- 24. Vidinis, šiltą šilumnešiklio srautą iškeliantis vamzdis
- 25. Išorinis šiluminio zondo vamzdis, kurio žemyn leidžiasi atšaldytas šilumnešiklio srautas
- 26. Apatinė, gramzdinama į h gylį, šiluminio zondo dalis
- 27. Šiluminė izoliacija apie vidinį išnešantį šilumnešiklio vamzdį
- 28. Šiluminiai vamzdeliai
- 29. Į vidinį iškeliantį zondo vamzdį įtekantis šiltas šilumnešiklio srautas, perėmęs šilumą iš aplinkos

30. Apsauginis keraminis šilumos zondo sluoksnis

Fig.3 Geoterminės elektrinės modulių sistema

6,11,2,12 Karšto, šilto, šalto vandens kaupimo talpų su siurbliu ir vamzdiniais modulis

22. Geoterminis gręžinys su šilumos paėmimo zonu 21

31. Žemės gruntas su H sluoksniu

32. Šiltas geoterminio vandens sluoksnis h

33. Geoterminė elektrinė

34. Šiluminės mašinos modulis

35. Autonominio automatinio nuotolinio valdymo modulis

Duotoje schemoje parodyta iš kokių modulių galima surinkti įvairaus pobūdžio modulių visumą į bendrą energetinę sistemą, turinčią tam tikrą paskirtį, galią ir panaudojimo sritį.

Kaip viskas veikia

Kadangi didesnė dalis funkcinių energetinių modulių yra aprašyta kituose išradimuose pagrindinius geoterminės elektrinės veikimo principus aprašysime keliais glaustais sakiniais.

Fig.1 Šiluminės mašinos veikimo principas:

Atšaldytas šilumnešiklio ar vandens srautas iš 2 šaldomos talpos vamzdžiais siurblių 12 pagalba vamzdžiais nuolat pumpuojamas į atšaldytą kaupiklį 3. Iš kurio

šiluma kompresoriaus variklio 7 pagalba vamzdžiais perkeliama prieš šilumos gradientą į šildomą kaupiklį 4, o iš pastarojo prieš šilumos gradientą kompresoriaus variklio 8 pagalba vamzdžiais perkeliama į karštą kaupiklį 5, iš kurio nuolat cirkuliuojantis karštas vanduo siurblio 12 pagalba perkeliama į karštą kaupimo talpą 6. Visos šios nuolat besikartojančios operacijos metu šiluma iš šaltesnės talpos perkeliama į šiltesnę, karštesnę talpą. Tokios operacijos metu ne tik sugerama iš gelmės perkelta šiluma, o ir papildomai pakeliama kaupiamo karšto vandens temperatūra, t.y. gavome karštesnį vandenį nei yra aplinkoje nieko nedegindami ir nenaudodami papildomai išorinės energijos (pvz. elektros). Kompresoriai varikliai dirba nuo suslėgto oro. Šiluminė mašina negamina naujos šilumos, o tik perkelia šiluminius srautus ir labiau koncentruoja šiluminę energiją. Tai nepalyginamai pigiau ir greičiau nei papildomai šildyti šiltą vandenį deginant kurą. Šiluminių mašinų geoterminėje elektrinėje gali būti ne viena, o daug, jų kiekis ir galia parenkama pagal norimos sukaupti energijos kiekius.

Kaip veikia pakopinis šilumos mainų keitiklis 10.

Iš gelmės pakeltas šiluminis srautas 14 siurbliais 12 pumpuojamas pro pakopinį šilumos keitiklį taip, kad pakopomis tekėdamas šiltas vanduo 14, pratekėdamas pro šiluminius vamzdelius, išteka atšalusius srautu 13 ir toliau pumpuojamas į gelmėje esantį šilumos paėmimo zondą 21 išoriniu vamzdžiu 25 o ištekančias atšaldytas srautas 17, tekėdamas priešinga kryptimi išteka šiltu srautu 15 ir toliau pumpuojamas vandens siurbliais 12 į šilto vandens kaupimo talpas 11. Įvyksta greiti šiluminiai mainai: karštas srautas – atšąla, atšaldytas sušyla. Tokiu būdu galima greitai paimti šilumą ir pernešti ją kitomis kryptimis. Šaltas srautas – gelmėn, šiltas – kaupimui.

Fig.2 Šilumos pakėlimo zondo konstrukcija ir jo veikimo būdas

Geoterminiame gręžinyje 22 pripučiamų fiksatorių laikiklių 23 pagalba tvirtinamas šilumos paėmimo zondas 21. Šilumos paėmimo zondas, tai „matrioškos principu“ surinkta konstrukcija su: vidiniu, šiltą šiluminnešiklio srautą 14 iškeliančiu vamzdžiu 24, su išorine izoliacija 27; išoriniu vamzdžiu 25, kuriuo į gelmę leidžiasi šaldomas srautas 13; šiluminių vamzdelių apatinėje zondo dalyje 28, perduodančių aplinkos šilumą į vidų sluoksniu; besileisdamas šaltas šilumnešiklio srautas 13 sušyla ir srautu 29 įteka į vidinį zondo iškėlimo vamzdį 24 ir galiausiai kyla į viršų sušilusiu srautu 14. Apatinė šilumos zondo dalis 26 turi keramikinį apsauginį sluoksnį 30, kuris

apsaugo mechaniškai nuo pažeidimų, kartu gerai perduodamas šilumą per sienėles šiluminių vamzdelių sluoksniui 28, o pastarasis pratekančiam vis žemiau šylančiam srautui 13. Apatinė zondo šilumos paėmimo dalis 26 nugramzdinama į giluminį šilto vandens sluoksnį su gyliu  $h$ . Viršutinė šilumos paėmimo zondo dalis paprastesnė: išorinis vamzdis 25, šilumos izoliacija 27 ir vidinis iškeliantis šiltą srautą vamzdis 24, jos ilgis gręžinyje -  $H$ .

Fig.3 Geoterminės elektrinės bendra modulių schema

Antžeminė dalis: geoterminė elektrinė 33 su viduje esančia šilumine mašina ŠM 34 modulių; karšto 6, šilto 11, šalto 2 vandens kaupimo talpomis ir vamzdžiais su siurbliais 12 modulio, kuris skirtas karšto, šilto ir šalto vandens srautams vartotojams perduoti; automatinio autonominio nuotolinio valdymo modulio 35, leidžiančiu valdyti visus geoterminėje elektrinėje vykstančius procesus automatiniu būdu ir per atstumą be žmonių dalyvavimo; geoterminio gręžinio 22 ir geoterminio giluminio šilumos paėmimo zondo 21 su bendru gyliu  $H + h$ , o  $h$  gylį šilto vandens sraute patalpinama apatinė šiluminio zondo dalis 26. Palyginus su aukštesne dalimi  $H$  (apie 1 km gylio), mažesnio panardinama dalis  $h$  (gali būti 20-30 m ir daugiau gylio).

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Geoterminė elektrinė, sudaryta iš kelių geoterminių gręžinių su padavimo ir iškėlimo vamzdžiais, vandens siurbliais, šiluminiais siurbliais, šilto ir karšto vandens talpomis, karšto garo katiline, valdymo sistemos, kelianti iš gelmės druskingą šiltą vandenį, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad visa geoterminė elektrinė kaip visuma surenkama iš keturių pagrindinių modulių:

a) vieno giluminio gręžinio su į gelmę nuleistu šilumos paėmimo zonu modulio;

b) šiluminės mašinos, kuri atskiria šaltus ( $T = -10-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šiltus ( $T = 30-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ir karštus

( $T = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), srautus modulio;

c) vamzdžių, vandens siurblių, karšto ( $T = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šilto ( $T = 30-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ir šalto

( $T = -10-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vandens kaupimo talpų, skirtų vartotojams aprūpinti modulio;

d) automatinio autonominio nuotolinio valdymo modulio, su kompiuteriais, jutikliais, davikliais, programomis, valdančiomis tiek atskirus procesus, tiek visus geoterminius elektrinės sistemas ir modulius, veikia kaip visuma, šilumnešiklio pagalba pernešdama šilumą iš gręžinio gelmėje esančio šilto vandens sluoksnio šilumos paėmimo zonu į šiluminės mašinos modulį ir šalto ( $T = -10-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šilto

( $T = 30-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), karšto ( $T = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vandens kaupimo talpas, o iš jų vamzdžiais ir siurbliais perneša šaltus, šiltus ir karštus vandens srautus vartotojams.

2. Geoterminė elektrinė pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad į geoterminį gręžinį nuleistas šilumos paėmimo zondas su vidiniu šiltą

( $T = 30-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šilumnešiklį į viršų keliančiu vamzdžiu, kuris apsaugotas šilumine izoliacija ir patalpintas į išorinį šalto ( $T = -10-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), šilumnešiklio padavimo žemyn vamzdį, turi apatinę šiluminę zondo dalį, su šiluminiais vamzdeliais, gaubiančiais išorinį šalto šilumnešiklio pernešimo vamzdį ir apsauginį, keramika dengtą viršutinį sluoksnį, kuri nuleidžiama į geoterminio gręžinio šilto ( $T = 30-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vandens telkinį.

3. Geoterminė elektrinė pagal 1–2 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad

šilumos paėmimo zondas tvirtinamas ir palaikomas geoterminiame gręžinyje elastingų pripučiamų fiksatorių laikiklių pagalba.

4. Geoterminė elektrinė pagal 1–3 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad šiluminės mašinos modulyje atšaldytas ( $T = -10 - 0$  °C), šilumnešiklio srautas iš šaldomos talpos vamzdžiais siurblių pagalba nuolat pumpuojamas į atšaldytą kaupiklį, iš kurio šiluma kompresoriaus variklio pagalba vamzdžiais perkeliama prieš šilumos gradientą į šildomą ( $T = 30 - 40$  °C), kaupiklį, o iš pastarojo prieš šilumos gradientą kompresoriaus variklio pagalba vamzdžiais perkeliama į karštą ( $T = 60 - 70$  °C), kaupiklį, iš kurio nuolat cirkuliuojantis karštas vanduo siurblio pagalba perkeliama į karštą kaupimo talpą ( $T = 60 - 70$  °C), ir visos šios nuolat besikartojančios operacijos metu šiluma iš šaltesnės talpos perkeliama į šiltesnę, karštesnę talpas, o tokios operacijos metu ne tik sugerama iš gelmės perkelta šiluma, o ir papildomai pakeliama kaupiamo karšto vandens temperatūra.

5. Geoterminė elektrinė pagal 1–4 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad šiluminės mašinos modulyje iš gelmės pakeltas šiluminis srautas ( $T = 30 - 40$  °C), siurbliais pumpuojamas iš viršaus pro pakopinį šilumos keitiklį taip, kad pakopomis tekėdamas žemyn šiltas vanduo, pratekėdamas pro šiluminius vamzdelius, išteka atšalusiu srautu ( $T = -10 - 0$  °C) ir toliau pumpuojamas į gelmėje esantį šilumos paėmimo zondą išoriniu vamzdžiu, o įtekantis iš apačios į pakopinį šilumos keitiklį atšaldytas srautas ( $T = -10 - 0$  °C), tekėdamas priešinga kryptimi išteka šiltu srautu ( $T = 30 - 40$  °C), ir toliau pumpuojamas vandens siurbliais į šilto vandens ( $T = 30 - 40$  °C) kaupimo talpas, šios operacijos metu įvyksta greiti šiluminiai mainai: karštas srautas – atšąla, atšaldytas sušyla.

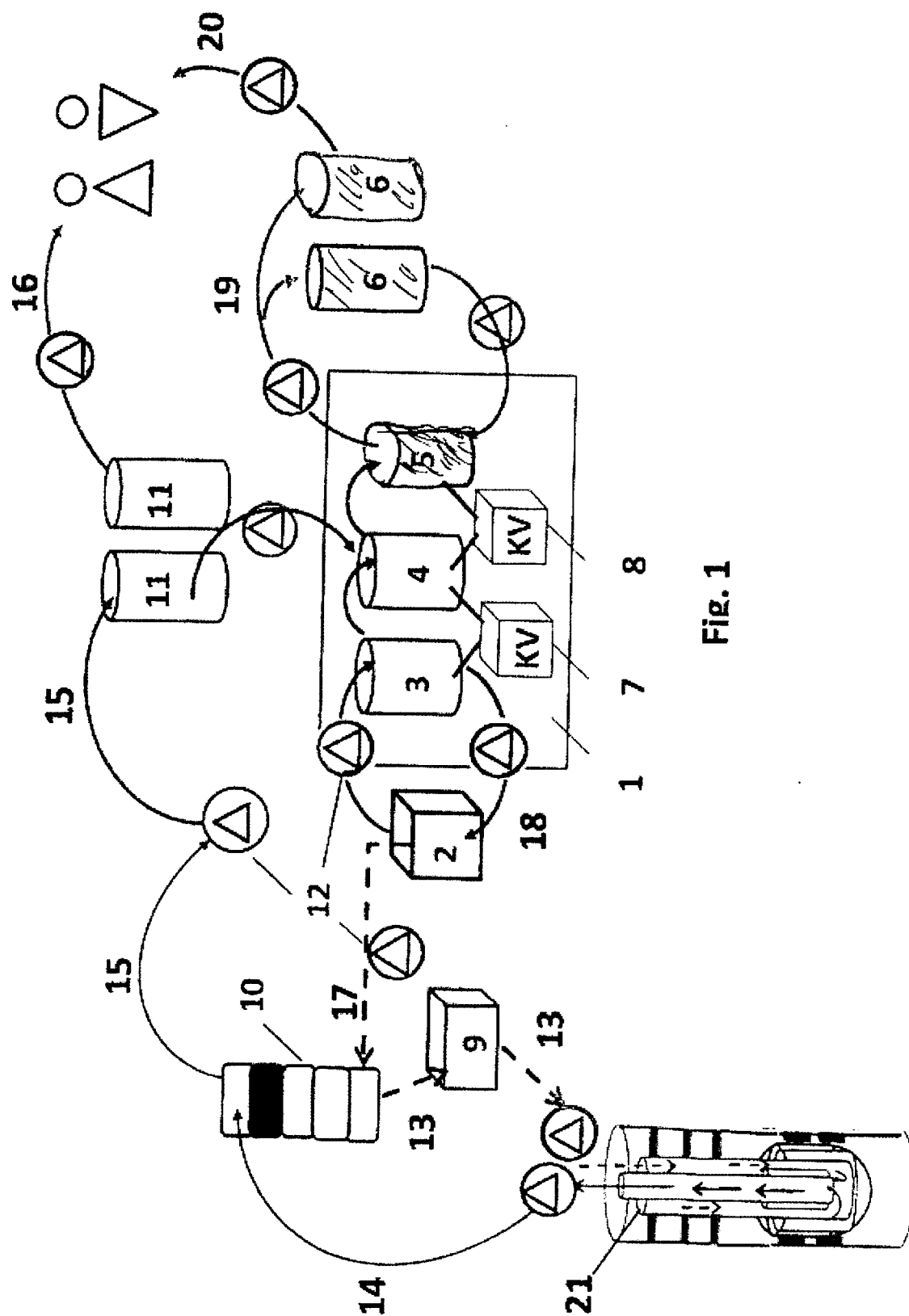
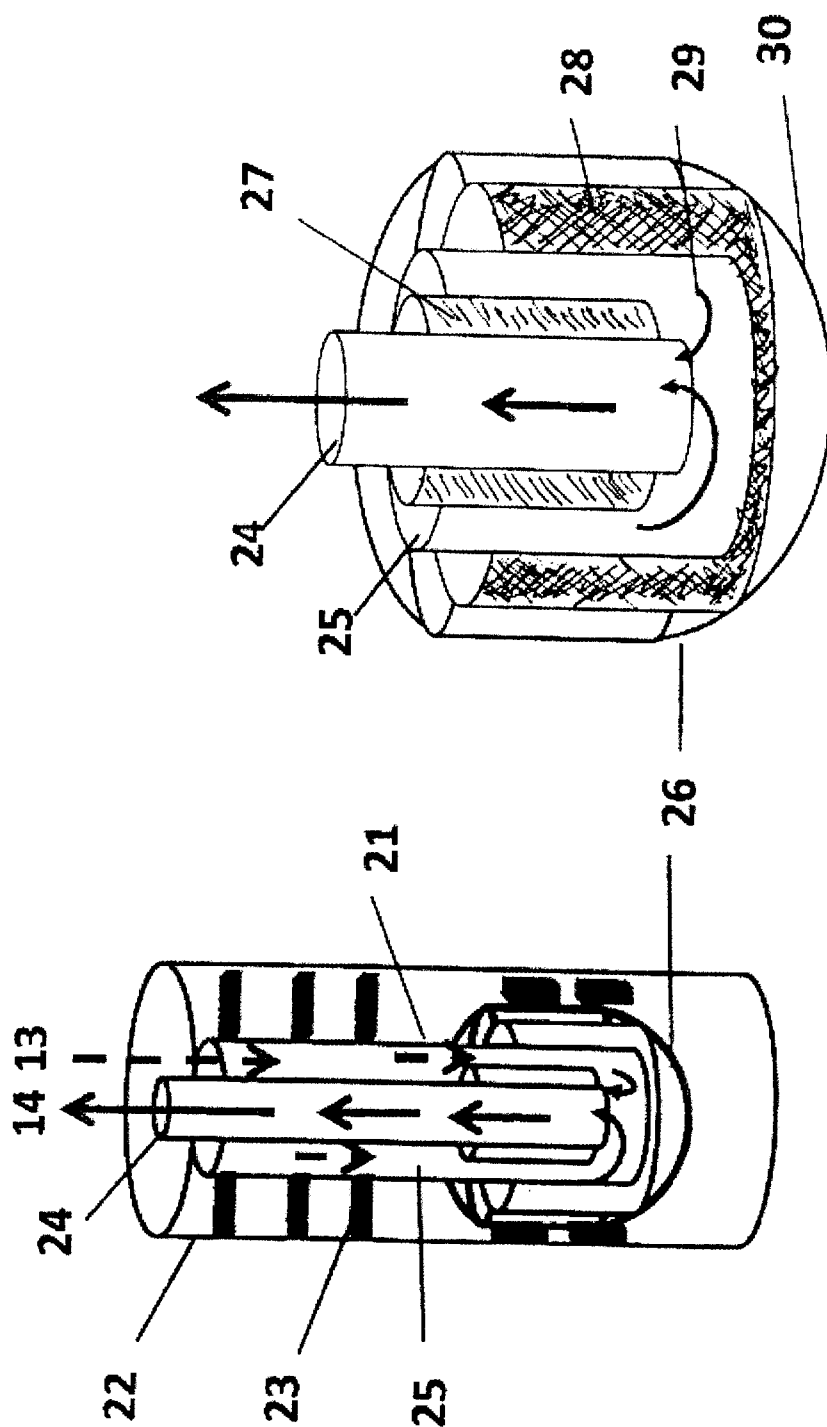


Fig. 1



b)

Fig.2

a)

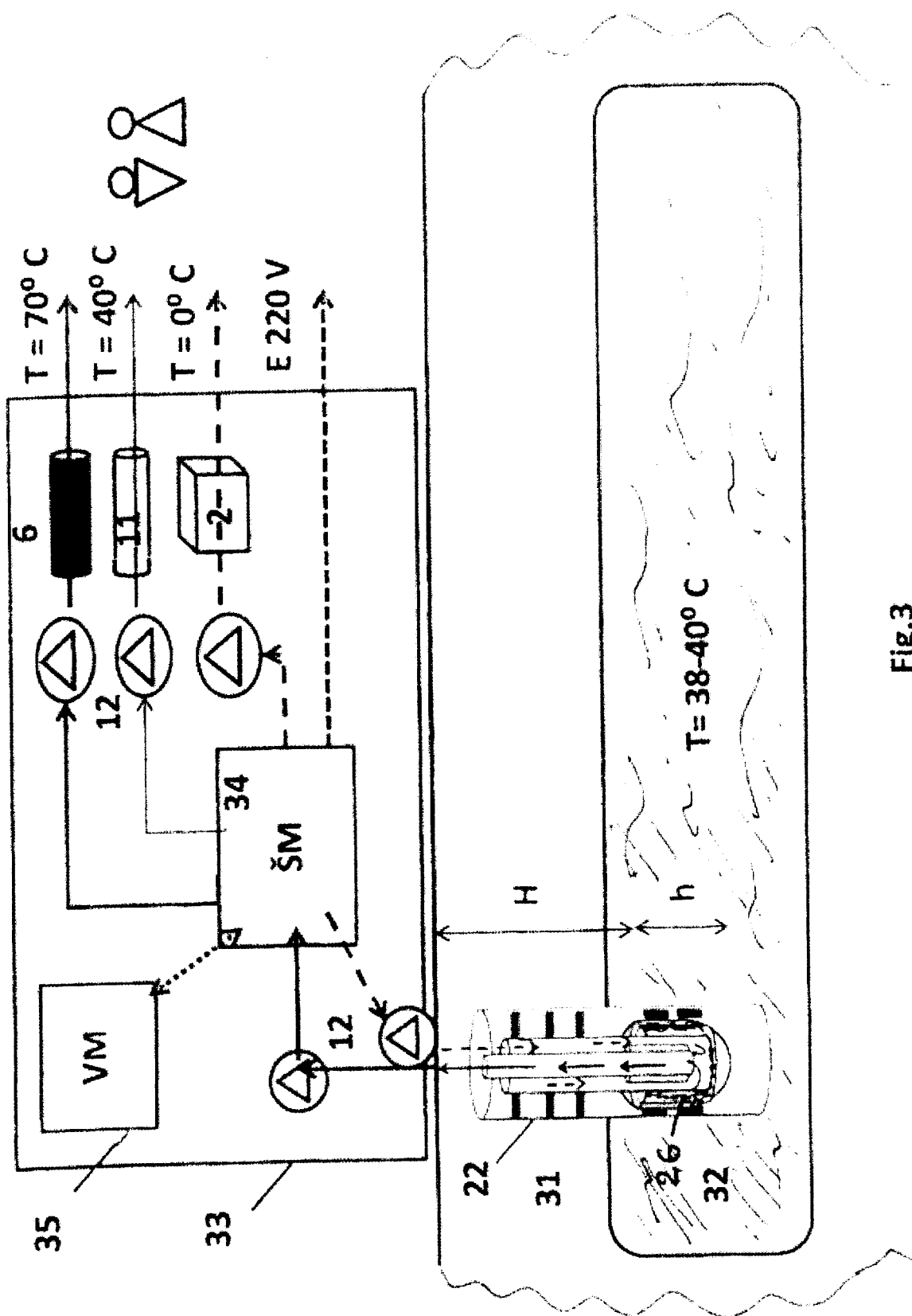


Fig.3