

(19)



(10) **LT 6090 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patento numeris: **6090** (51) Int. Cl. (2014.01): **F01K 17/00**
F24D 10/00
- (21) Paraiškos numeris: **2013 020**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2013 02 20**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 08 25**
- (45) Patento paskelbimo data: **2014 10 27**
- (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:
Vytautas DAGILIS, LT
- (73) Patento savininkas:
Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 44029 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Aurelija ŠIDLAIŠKIENĖ, Dr. V. Šidlauskas ir partneriai, UAB, K. Būgos g. 29, LT-44326 Kaunas, LT

- (54) Pavadinimas:
Kombinuota šilumos siurblio ir elektros jėgainė ir jos šilumos našumo reguliavimo būdas

- (57) Referatas:

Išradimas priskiriamas šilumos siurblių srčiai arba sistemoms, naudojančioms specifinius energijos šaltinius. Kombinuota šilumos siurblio ir elektros jėgainė susideda iš elektros jėgainės dujų kombinuoto ciklo šiluminio variklio (1), elektros generatoriaus (2), šilumos siurblio kompresoriaus (3) kondensatoriaus-garintuvo (4), srauto paskirstymo įrenginio (5), vandeniu aušinamo kondensatoriaus (6), siurblio (7), ekonomaizerio (8), perkaitintuvo (9), termofikacinio vandens kaitintuvo (10) ir droseliavimo įrenginio (11). Šiluminis variklis (1) suka elektros generatorių (2) ir šilumos siurblio kompresorių (3). Iš variklio išėjęs vandens garas kondensuojasi kondensatoriuje-garintuve (4) ir per šio srauto paskirstymo įrenginius (5) bei dalinai per vandeniu aušinamą kondensatorių (6) vandens siurbliu (7) yra grąžinamas atgal į variklį (1). Degimo produktai iš variklio (1) patenka į ekonomaizerį (8), kuriame jie ataušinami vandeniu. Karštas vanduo tiekiamas į šilumos siurblio perkaitintuvą (9), kur šilumą atiduoda šilumos siurblio darbo agentui. Darbo agento garai po to slegiami kompresoriuje (3), kondensuojami šilumos siurblio kondensatoriuje (9), gautas skystis droseliuojamas droseliavimo įrenginyje (10) ir išgarinamas garintuve, kuris kartu yra elektros jėgainės kondensatorius (4). Kombinuotos šilumos siurblio ir

elektros jėgainės šilumos našumas reguliuojamas nekeičiant elektros gamybos našumo. Jei šilumos poreikis yra mažesnis už nominalų, sruto paskirstymo įrenginiais (5) yra sumažinamas garo padavimas į kondensatorių (4), tuo pačiu padidinant srautą į vandeniu aušinamą kondensatorių (6). Jei šilumos poreikis yra didesnis už nominalų, įrenginiais (5) srautas į vandens aušinamą kondensatorių nepaduodamas, kartu padidinamas išeinančio iš variklio (1) vandens garo slėgis. Kai šilumos poreikis sumažėja keletą kartų iki nešildymo sezono šilumos poreikio, keičiamas šilumos siurblio jėgainės darbo agentas į tokį, kurio tūrinis našumas yra atitinkamai mažesnis.

Išradimas priskiriamas šilumos siurblių sričiai arba sistemoms, naudojančioms specifinius energijos šaltinius.

Yra žinomas žemo potencialo šilumos panaudojimo būdas bei juo veikianti šilumos siurblio jėgainė (patentas US 4033141, 1977 07 05). Būdas numato įprastinį atliekinės šilumos potencialo pakėlimą, tačiau šiuo atveju panaudojamas originaliai gauta mechaninė energija. Mechaninė energija gaunama panaudojant tą pačią atliekinę šilumą pasitelkus tiesioginį termodinaminį ciklą. Ciklo darbo agentas parenkamas toks, kad jo kondensacijos šilumą galima būtų nuvesti į aplinką, o skysčio išgarinimui pakaktų atliekinės šilumos temperatūros. Tačiau net teorinio Karno ciklo efektyvumas, tokiu atveju, yra labai žemas (jis yra mažesnis nei 20%) dėl nedidelio kondensacijos ir virimo temperatūrų skirtumo. Tai reiškia, kad tik maždaug dešimtadalis atliekinės šilumos būtų paverčiama į mechaninę energiją, o gautoji šio proceso atliekinė šiluma būtų ženkliai žemesnio potencialo palyginti su pirminės atliekinės šilumos potencialu. Tokios šilumos siurblio jėgainės efektyvumas yra žemas.

Yra žinomas optimalus kogeneracinės bei centralizuotos šilumos gamybos jėgainių veikimo būdas (Patento numeris US 6536215 B1 2003 03 25). Būdas numato šilumos siurblio veikimą kogeneracinės jėgainės sistemoje, siekiant aukštesnio elektros gamybos efektyvumo. Tačiau šilumos siurblio kompresorius, šiuo atveju, suka ne kombinuoto ciklo ar kitas variklis, kurio atliekinė šiluma yra garo būsenos, o vidaus degimo variklis. Be to, vidaus degimo variklio termodinaminis efektyvumas nėra aukštesnis už vidutinį elektros gamybos efektyvumą. Todėl nėra didelio skirtumo ar šilumos siurblio kompresorius suka minėtas variklis, ar elektros variklis, nes abiem atvejais šilumos siurblio jėgainės efektyvumas nėra aukštas.

Išradimo tikslas - padidinti šilumos siurblio jėgainės efektyvumą, įjungiant ją į elektros jėgainės sistemą taip sukuriant kombinuotą šilumos siurblio ir elektros jėgainę.

Tikslas pasiekiamas tuo, kad kombinuotos jėgainės, susidedančios iš elektros jėgainės dujų kombinuoto ciklo šiluminio variklio, elektros generatoriaus, šilumos siurblio kompresoriaus, kondensatoriaus-garintuvo, srauto paskirstymo įrenginių, vandeniui aušinamo kondensatoriaus, siurblio, ekonomizerio, perkaitintuvo, termofikacinio vandens kaitintuvo ir droseliavimo įrenginio, elektros

Jėgainės ekonomizeris yra sujungtas su perkaitintuvu, o elektros jėgainės kondensatorius yra sujungtas su šilumos siurblio garintuvu ir sudaro bendrą šilumos mainų aparatą kondensatorių-garintuvą, kuris per srauto paskirstymo įrenginį yra sujungtas su vandeniu aušinamu kondensatoriumi. Kombinuoto ciklo šiluminio variklio galingumas parenkamas pagal jo atliekinės šilumos poreikį pasitelkiant tokią formulę:

$$P = \frac{Q(TK - 1)\eta_m\eta_t}{TK(1 - \eta_m\eta_t)},$$

kur

P - šiluminio variklio mechaninis galingumas;

Q – miesto su CŠT sistema nominalus šilumos poreikis žiemos sezono metu;

TK – šilumos siurblio jėgainės transformavimo koeficientas;

η_m - šiluminio variklio efektyvumas, parodantis kiek pagaminama mechaninės energijos sunaudojus vieneta pirminės energijos (dujų kombinuoto ciklo šiluminiais varikliams η_m viršija 0,6, kitiems šis koeficientas yra apie 0,42);

η_t - mechaninės energijos gamybos ciklo šilumos išnaudojimo koeficientas, kuris yra nuo 0,85 iki 0,95.

Jėgainės šilumos našumo reguliavimo būde, susidedančiame iš vandens garo slėgio ir debito reguliavimo šiluminiame variklyje, nauja yra tai, kad šilumos siurblio jėgainės našumą šildymo sezono metu reguliuoja srauto reguliavimo įrenginys, mažindamas srautą į kondensatorių-garintuvą, jei našumas yra mažesnis už nominalų, tuo tarpu, jei šiluminis jėgainės našumas viršija nominalų, minėtas įrenginys visą garą tiekia į kondensatorių-garintuvą ir tuo pačiu padidinamas išeinančio iš variklio garo slėgis, taip pat nešildymo sezono metu, kai šilumos poreikis sumažėja keletą kartų, jėgainės šilumos našumą mažina jos darbo agento pakeitimas į tokį, kurio savitasis našumas esant tam pačiam tūriniam debitui yra atitinkamai mažesnis.

Kombinuota šilumos siurblio ir elektros jėgainė susideda iš dujų kombinuoto ciklo šiluminio variklio 1, elektros generatoriaus 2, kompresoriaus 3, kondensatoriaus-garintuvo 4, srauto paskirstymo įrenginio 5, vandeniu aušinamo

kondensatoriaus 6, siurblio 7, ekonomizaizerio 8, perkaitintuvo 9, termofikacinio vandens kaitintuvo 10 ir droseliavimo įrenginio 11.

Kombinuota jėgainė veikia taip. Dujų kombinuoto ciklo šiluminis variklis 1, naudodamas gamtinių dujų degimo šilumą, suka elektros generatorių 2 ir kompresorių 3. Iš variklio išėjęs vandens garas kondensuojasi kondensatoriuje-garintuve 4 ir per šio srauto paskirstymo įrenginius 5 ir dalinai per vandeniui aušinamą kondensatorių 6 vandens siurbliu 7 yra gražinamas atgal į variklį 1. Degimo produktai iš variklio 1 patenka į ekonomizaizerį 8, kuriame jie ataušinami vandeniui. Karštas vanduo tiekiamas į šilumos siurblio perkaitintuvą 9, kur šilumą atiduoda šilumos siurblio darbo agentui. Darbo agento garai po to slegiami kompresoriuje 3, kondensuojami termofikacinio vandens kaitintuve 10, gautas skystas darbo agentas po to yra droseliuojamas droseliavimo įrenginyje 11 ir išgarinamas kondensatoriuje-garintuve 4.

Jėgainės šilumos našumo reguliavimo būdas yra susijęs su srauto paskirstymo įrenginio 5 veikimu. Tuo atveju, jei šildymo sezono metu šilumos poreikis yra mažesnis už nominalų, minėtas įrenginys 5 mažina srautą į kondensatorių-garintuvą 4 ir didina į vandeniui aušinamą kondensatorių 6, o jei šilumos našumas yra didesnis už nominalų, įrenginys 5 visą srautą nukreipia į kondensatorių-garintuvą 4 ir tuo pačiu padidinamas išeinančio iš variklio garo slėgis, taip pat nešildymo sezono metu, kai šilumos poreikis sumažėja keletą kartų, jėgainės šilumos našumą mažina jos darbo agento pakeitimas į tokį, kurio savitasis našumas esant tam pačiam tūriniam debitui yra atitinkamai mažesnis.

Aukštesnį kombinuotos šilumos siurblio ir elektros jėgainės efektyvumą taip pat efektyvų jos šilumos našumo reguliavimą lemia keletas faktorių. Lyginant su prototipu, minėta jėgainė dirba ženkliai efektyviau dėl dujų kombinuoto ciklo šiluminio variklio didesnio efektyvumo bei optimalaus jo galingumo parinkimo. Minėtas šiluminis variklis lyginant su prototipo vidaus degimo varikliu yra apie pusantro karto efektyvesnis. Tai reiškia efektyvesnį mechaninės energijos generavimą, tačiau kartu reiškia ir santykinai nedidelį atliekinės šilumos kiekį, reikalingą šilumos siurblio našumui užtikrinti. Todėl variklis parenkamas ne pagal reikalingos mechaninės energijos galingumą, kaip prototipo atveju, o pagal atliekinės šilumos poreikį. Optimalus variklio galingumas parenkamas pasitelkiant aukščiau parašytą formulę priklausomai nuo miesto su centralizuotu šilumos tiekimo nominalaus šilumos

poreikio. Be to, didesnis jėgainės galingumas gaunamas dėl to, kad elektros jėgainės kondensatorius ir šilumos siurblio garintuvas yra sujungti į vieną įrenginį, kuriame gauname labai intensyvius šilumos mainus, taigi mažus termodinaminius nuostolius dėl nepilnos rekuperacijos, kaip ir dėl papildomos šilumos, gautos ekonomizaizeryje, panaudojimo šilumos siurblio darbo agento garų perkaitinimui kaitintuve. Kombinuotos šilumos siurblio ir elektros jėgainės šilumos našumas yra reguliuojamas nekeičiant pagaminamos elektros energijos kiekio. Priešingai nei prototipo atveju, tai leidžia išlaikyti našią ir efektyvią elektros gamybą esant besikeičiančiam šilumos siurblio šiluminiam našumui, kuris priklauso nuo aplinkos temperatūros šildymo sezono metu, ir nuo sunaudojamo šilto vandens poreikio – nešildymo sezono metu.

Išradimo apibrėžtis

1. Kombinuota šilumos siurblio ir elektros jėgainė, susidedanti iš elektros jėgainės dujų kombinuoto ciklo šiluminio variklio, elektros generatoriaus, šilumos siurblio kompresoriaus, kondensatoriaus-garintuvo, srauto paskirstymo įrenginio, vandeniui aušinamo kondensatoriaus, siurblio, ekonomazerio, perkaitintuvo, termofikacinio vandens kaitintuvo ir droseliavimo įrenginio, b e s i s k i r i a n t i t u o, kad šilumos siurblio jėgainės perkaitintuvas yra sujungtas su elektros jėgainės ekonomazeriu, o šilumos siurblio jėgainės garintuvas ir elektros jėgainės kondensatorius yra apjungti į vieną įrenginį – kondensatorių-garintuvą, o šiluminio variklio mechaninis galingumas parinktas pagal jėgainei reikalingos atliekinės šilumos galingumą, pasitelkiant priklausomybę

$$P = \frac{Q(TK - 1)\eta_m\eta_t}{TK(1 - \eta_m\eta_t)}$$

P - šiluminio variklio mechaninis galingumas;

Q – miesto su centralizuotu šilumos tiekimu nominalus šilumos poreikis;

TK – šilumos siurblio jėgainės transformavimo koeficientas;

η_m - šiluminio variklio mechaninės energijos gamybos efektyvumas;

η_t - mechaninės energijos gamybos ciklo šilumos išnaudojimo koeficientas.

2. Jėgainės šilumos našumo reguliavimo būdas, susidedantis iš vandens garo slėgio ir debito reguliavimo šiluminiame variklyje, b e s i s k i r i a n t i s t u o, kad šilumos siurblio jėgainės našumą šildymo sezono metu reguliuoja srauto reguliavimo įrenginys, mažindamas srautą į kondensatorių-garintuvą, jei našumas yra mažesnis už nominalų, o jei šiluminis jėgainės našumas viršija nominalų, minėtas įrenginys visą garą tiekia į kondensatorių-garintuvą ir tuo pačiu padidinamas išeinančio iš variklio garo slėgis, taip pat nešildymo sezono metu, kai šilumos poreikis sumažėja keletą kartų, jėgainės šilumos našumą mažina jos darbo agento pakeitimas į tokį, kurio savitasis našumas esant tam pačiam tūriniam debitui yra atitinkamai mažesnis.

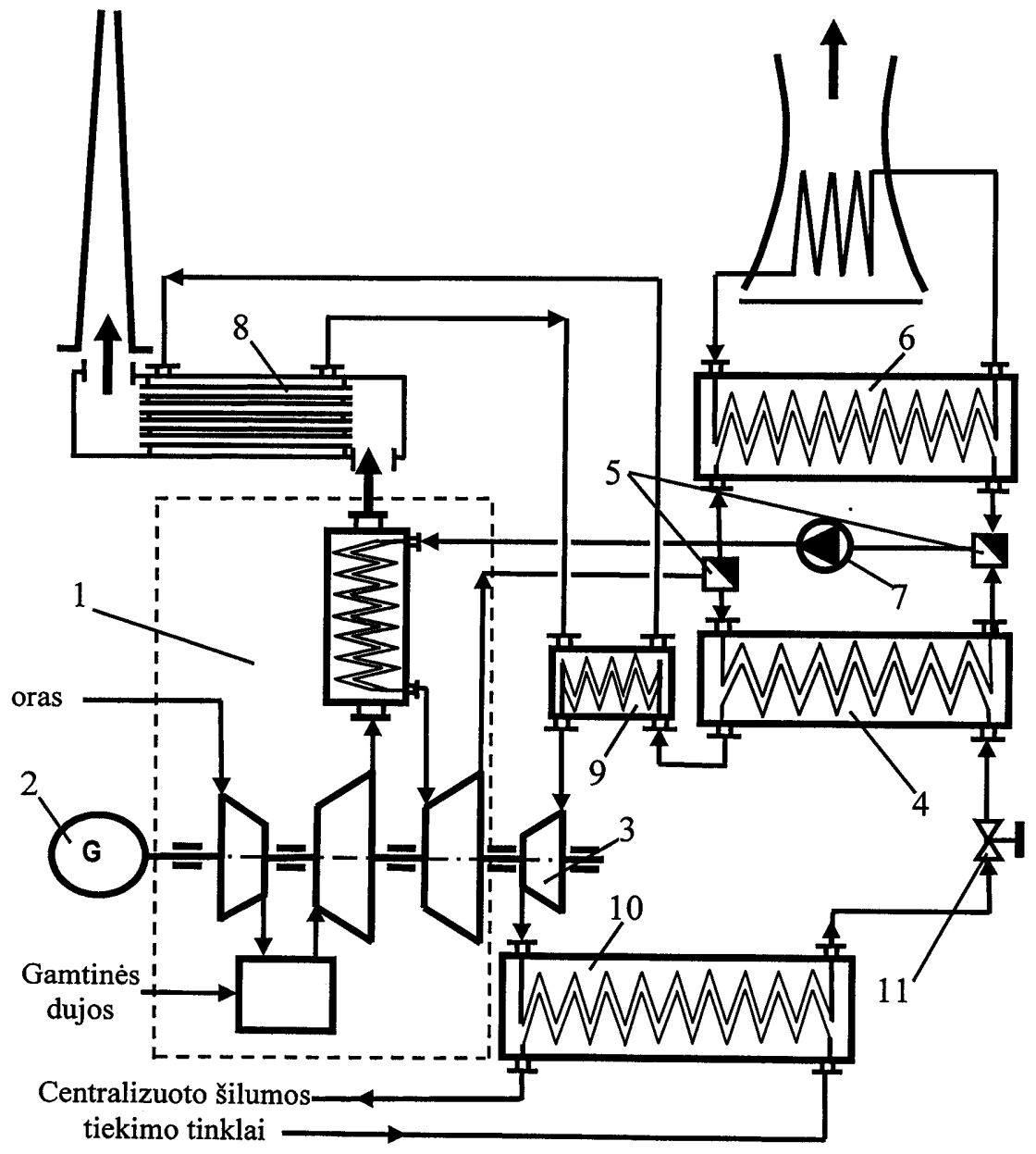


Fig.1