



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 027 867** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **F 01 K 27/00, F 03 G 7/00**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **4923094/06, 29.03.1991**

(46) Опубликовано: **27.01.1995**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Авторское свидетельство СССР N 1035247, кл. F 01K 27/00, 1983.**

(71) Заявитель(и):

**Белорусская государственная политехническая академия**

(72) Автор(ы):

**Шкода Николай Иванович[ВУ],  
Прак Сованна[КН]**

(73) Патентообладатель(ли):

**Белорусская государственная политехническая академия**

### (54) ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Использование: в теплоэнергетике, преимущественно при использовании воды геотермального источника только в качестве теплоносителя в системе подогрева конденсата и питательной воды паросилового контура энергетической установки. Сущность изобретения: установка снабжена теплообменниками-утилизаторами, использующими в качестве греющей среды отходящие газы газотурбинной

установки для нагрева геотермальной воды до и после газоотделителя, который линией отвода газов подключен к камере сгорания газотурбинной установки. Нагретая отходящими газами геотермальная вода используется в качестве греющей среды в теплообменниках, установленных в конденсатно-питательном тракте паросиловой установки, что обеспечивает эффективное использование тепловой энергии геотермального источника. 1 ил.

RU 2 0 2 7 8 6 7 C 1

RU 2 0 2 7 8 6 7 C 1



RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 027 867** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **F 01 K 27/00, F 03 G 7/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **4923094/06, 29.03.1991**

(46) Date of publication: **27.01.1995**

(71) Applicant(s):

**Belorusskaja gosudarstvennaja  
politekhničeskaja akademija**

(72) Inventor(s):

**Shkoda Nikolaj Ivanovich[BY],  
Prak Sovanna[KH]**

(73) Proprietor(s):

**Belorusskaja gosudarstvennaja  
politekhničeskaja akademija**

(54) **GEOHERMAL POWER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: thermal power engineering; primarily when using geothermal source water as coolant in condensate and feed water heating system of steam-power loop of power plant. SUBSTANCE: power plant has waste-heat exchanger using waste gases of gas-turbine plant as heating agent to raise temperature of geothermal water upstream and

downstream of gas separator which communicates through its gas discharge line to combustion chamber of gas-turbine plant. Geothermal water heated by waste gases is used as heating agent for heat exchangers mounted in condensate-feedwater line of steam-power plant. EFFECT: improved efficiency in utilization of geothermal source heat energy. 1 dwg

RU 2 0 2 7 8 6 7 C 1

RU 2 0 2 7 8 6 7 C 1

Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к геотермальным энергетическим установкам, вырабатывающим электроэнергию на базе использования тепла геотермальных источников.

5 Известны геотермальные энергетические установки с использованием для выработки электроэнергии тепловой энергии геотермальных источников, в которых геотермальная среда из эксплуатационной скважины поступает в последовательно установленные ступени расширителей, из которых образовавшийся пар поступает в турбину [1].

Недостатком такой установки является низкий КПД, определяемый низкими начальными параметрами пара, поступающего в турбину.

10 Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату при ее использовании является геотермальная энергетическая установка с контуром теплоносителя, включающие последовательно соединенные со скважиной газоотделитель и теплообменник и подключенный к последнему паротурбинный контур, при этом газоотделитель линией отвода газов подключен к камере сгорания органического топлива.

15 Однако эти установки также имеют резервы повышения эффективности использования тепловой энергии геотермального источника за счет повышения начальных параметров термодинамического цикла энергетической установки и более глубокой утилизации тепла геотермального источника.

20 Цель изобретения - повышение эффективности использования тепловой энергии геотермального источника.

Цель достигается тем, что геотермальная энергетическая установка с контуром теплоносителя, включающим последовательно соединенные со скважиной газоотделитель, линией отвода газов подключенный к камере сгорания органического топлива, теплообменник и подключенный к последнему паротурбинный контур, дополнительно  
25 снабжена газотурбинной установкой и теплообменниками-утилизаторами, установленными последовательно в тракте отходящих газов газотурбинной установки, и теплообменниками, установленными в конденсатно-питательном тракте паротурбинной установки, причем по ходу воды геотермального источника один из теплообменников-утилизаторов установлен между скважиной и газоотделителем, второй - между газоотделителем и теплообменником,  
30 установленным в линии питательной воды конденсатно-питательного тракта паротурбинной установки, выход которого по геотермальной воде подключен к входу теплообменника, установленного в конденсатной линии конденсатно-питательного тракта, парогенератор паротурбинной установки подключен параллельно теплообменникам-утилизаторам, а камера сгорания размещена между выходом компрессора и входом  
35 турбины газотурбинной установки.

На чертеже показана принципиальная схема предлагаемой геотермальной энергетической установки.

Геотермальная энергетическая установка содержит эксплуатационную скважину 1 геотермальной среды, насос 2 подачи термальной воды в газоотделитель 3, из которого  
40 парогазовый теплоноситель поступает в камеру 4 сгорания газотурбинной установки, состоящей из компрессора 5, газовой турбины 6 и электрического генератора 7. Выход газовой турбины 6 подключен к парогенератору 8 и к теплообменникам-утилизаторам 9 и 10, установленным соответственно на отводящем (между газоотделителем и теплообменником, установленным в линии питательной воды паротурбинной установки) от  
45 газоотделителя и подводящем (между скважиной 1 и газоотделителем 3) трубопроводах термальной воды. Паросиловая установка кроме парогенератора 8 содержит паровую турбину 11, электрический генератор 12, конденсатор 13, конденсатный насос 14, деаэратор 15, питательный насос 16 и регенеративный подогреватель 17 высокого давления (регенеративный подогреватель низкого давления в контуре паротурбинной  
50 установки не показан). Для подачи термальной воды после газоотделения 3 установлен перекачивающий насос 18, который прокачивает термальную воду последовательно через теплообменник 19, установленный в линии питательной воды конденсатно-питательного тракта паротурбинной установки, и теплообменник 20, установленный в конденсатной

линии конденсатно-питательного тракта, после которого термальная вода закачивается в реинжекционную скважину 21.

Геотермальная энергетическая установка работает следующим образом.

Геотермальная среда из эксплуатационной скважины 1 насосом 2 подается в теплообменник-утилизатор 10, где она дополнительно подогревается охлаждающими газами газовой турбины и затем с повышенной температурой поступает в парогазоотделитель 3. Парогазовая фракция термального теплоносителя, состоящая из водяного пара и горючих газов, после газоотделителя 3 поступает в камеру 4 сгорания, где при дополнительном подводе топлива в атмосфере кислорода воздуха происходит сгорание горючих газов, поступивших из газоотделителя и дополнительно подведенного в камеру сгорания топлива. После камеры 4 сгорания рабочее тело, состоящее из продуктов сгорания и водяного пара, поступившего из парогазоотделителя 3, поступает в газовую турбину 6, где вырабатывает электрическую мощность генератором 7, причем газовая турбина по сравнению с обычной газотурбинной установкой будет иметь повышенную мощность за счет дополнительного подвода рабочего тела из парогазоотделителя 3. После газовой турбины 6 часть продуктов сгорания направляется в парогенератор 8, а часть параллельным потоком в теплообменники-утилизаторы 9 и 10 на отводящей от газоотделителя и подводящей линиях термальной воды соответственно. Соотношение частей газов, подаваемых в парогенератор и теплообменники-утилизаторы, может регулироваться с помощью регулирующих органов, установленных на подводящих к ним линиях. Работа паросилового контура предложенной энергетической установки представляется традиционной за исключением водоводяных теплообменников 19 и 20, установленных соответственно в линии питательной воды и в конденсатной линии конденсатно-питательного тракта. Жидкая фаза теплоносителя после парогазоотделителя 3 насосом 18 поступает в теплообменник-утилизатор 9, где повышается ее температура перед подогревателем питательной воды, что обеспечит более высокий подогрев питательной воды перед регенеративным подогревателем 17, вытеснение части отбора пара из турбины 11 и дополнительную выработку электрической мощности этим паром. После теплообменника 19 термальная вода поступает в теплообменник 20, где происходит дополнительная утилизация тепла термальной воды подогреваемым конденсатом паротурбинной установки, а затем геотермальная вода сбрасывается в реинжекционную скважину 21.

Дополнительный ввод пара в продукты сгорания газотурбинной установки позволяет снизить образование и выброс в атмосферу окислов азота с отходящими газами газовой турбины и парогенератора.

Таким образом, в предлагаемой геотермальной энергетической установке достигается повышение эффективности использования тепловой энергии геотермального источника, повышение КПД термодинамического цикла за счет использования газотурбинной установки и снижение вредных выбросов в атмосферу на единицу вырабатываемой электроэнергии.

#### Формула изобретения

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА с контуром теплоносителя, включающим последовательно соединенные со скважиной газоотделитель и теплообменник и подключенный к последнему паротурбинный контур, включающий парогенератор и паровую турбину, соединенные конденсатно-питательным трактом, при этом газоотделитель линией отвода газов подключен к камере сгорания органического топлива, отличающаяся тем, что, с целью повышения эффективности использования тепловой энергии геотермального источника, она дополнительно снабжена газотурбинной установкой и теплообменниками-утилизаторами, установленными последовательно в тракте уходящих газов газотурбинной установки, и теплообменниками, установленными в конденсатно-питательном тракте паротурбинного контура, состоящем из конденсатной линии и линии питательной воды, причем по ходу геотермальной воды один из

теплообменников-утилизаторов установлен между скважиной и газоотделителем, другой - между газоотделителем и теплообменником, установленным в линии питательной воды, выход которого по геотермальной воде подключен к входу теплообменника, установленного в конденсатной линии, при этом парогенератор по уходящим газам  
5 подключен параллельно теплообменникам-утилизаторам, а камера сгорания органического топлива размещена между выходом компрессора и входом турбины газотурбинной установки.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

