



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 095 580** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 01 K 13/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 92012693/06, 17.12.1992

(46) Дата публикации: 10.11.1997

(56) Ссылки: Тельдеши Ю. Мир ищет энергию. - М.: Мир, 1981, с. 174 - 178, рис. 84,85.

(71) Заявитель:

Кашеваров Юрий Борисович

(72) Изобретатель: Кашеваров Юрий Борисович

(73) Патентообладатель:

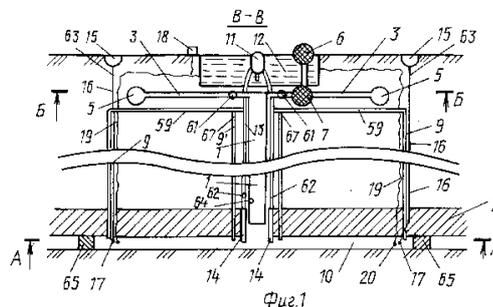
Кашеваров Юрий Борисович

(54) **ПОЛУПОДЗЕМНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ КАШЕВАРОВА "ЭК"**

(57) Реферат:

Использование: для выработки электро-и тепловой энергии за счет сжигания углеводородного топлива непосредственно на месте его залегания в пластах на большой глубине под землей. Сущность изобретения: в электростанции горные выработки в угольном пласте являются одновременно топкой и паровым котлом, поставляющим парогазовую смесь высоких параметров в полукольцевую трубу, в конце которой установлена гидротурбина с электрогенератором, а от отстойника, в который горячая вода поступает после ее прохождения через гидротурбину, вода направляется в теплотрассу и в начало полукольцевой трубы. В полукольцевой трубе вода получает кинетическую и тепловую энергию от парогазовой смеси, при этом пар превращается в воду, газообразные продукты сгоревшего угля отдают воде твердые частицы и кислотные компоненты, которые

осаждаются и нейтрализуются в отстойнике и удаляются из него с помощью механического транспортера и вытяжной трубы. Парогазовая смесь приводит также в действие поршневой компрессор, поставляющий сжатый воздух к горящему угольному пласту, и поршневой насос, поставляющий воду из бака, в который вода поступает после ее использования в теплотрассе. 2 з.п. ф-лы, 7 ил.



RU 2 0 9 5 5 8 0 C 1

RU 2 0 9 5 5 8 0 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 095 580** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **F 01 K 13/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 92012693/06, 17.12.1992

(46) Date of publication: 10.11.1997

(71) Applicant:

Kashevarov Jurij Borisovich

(72) Inventor:

Kashevarov Jurij Borisovich

(73) Proprietor:

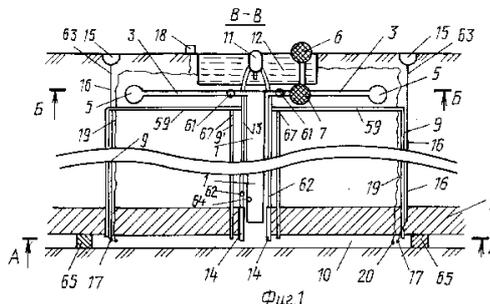
Kashevarov Jurij Borisovich

(54) **SEMI-UNDERGROUND THERMAL POWER STATION**

(57) Abstract:

FIELD: generation of electric and thermal power through burning hydrocarbon fuel directly at area of its deposit at deep depth under ground. SUBSTANCE: underground workings of coal seam is used as furnace and boiler simultaneously; boiler delivers steam-and-gas mixture of high parameters to semi-circular pipe with hydraulic turbine mounted at its end. After passing the hydraulic turbine, water enters settler wherefrom it is directed to thermal line and to the beginning of semi-circular pipe. Kinetic and thermal energy from steam-and-gas mixture is imparted to water in semi-circular pipe; steam is converted into water; gaseous products of burnt coal give solid particles and acid components to water which settle and are neutralized in settler wherefrom they are removed by means

of mechanical conveyer and exhaust pipe. Steam-and-gas mixture actuates piston compressor which delivers compressed air to burning coal seam and piston pump supplying water from tank which is filled with water used in thermal line. EFFECT: enhanced efficiency. 3 cl, 7 dwg



RU 2 0 9 5 5 8 0 C 1

RU 2 0 9 5 5 8 0 C 1

Изобретение относится к тепловым электростанциям и электротеплоцентралям, работающим на угле.

Аналогами предлагаемой "ЭК" являются ТЭС и ТЭЦ, работающие за счет сжигания каменного угля, наиболее дешевого углеводородного топлива, по запасам которого Россия занимает первое место в мире.

ТЭЦ и ТЭЦ, работающие на угле, имеют следующие недостатки:

требуют добычи и подвоза к ним каменного угля;

требуют больших капитальных затрат на 1 кВт мощности с учетом затрат на строительство шахт для добычи угля и транспортных средств, необходимых для доставки угля;

требуют больших эксплуатационных затрат на выработку 1 кВт-ч электроэнергии /с учетом на добычу и транспортировку угля/;

не могут работать в режиме, обусловленном потребителями электроэнергии, работают в базовом режиме, требующим создания ГАЭС;

наносит экологический ущерб природе, связанный с выбросом сажи, золы и кислотных компонентов дымовых газов при сжигании угля, а также сооружением отвалов золы у электростанций и отвалов горных пород у шахт, добывающих уголь, требуют больших запасов угля на шахтах и электростанциях;

требуют отвода большой территории земли для строительства шахт, электростанций и ж.-д. путей, а также для размещения отвалов горных пород у шахт, отвалов золы у электростанций и складов угля и шахт и электростанций;

требуют снабжения шахт крепежным лесом и горным механизмами для добычи и транспортировки угля в шахтах, а также для сооружения горных пород из этих выработок;

требуют большого штата служащих, рабочих и шахтеров для обеспечения работы шахт и ж.-д. транспорта, при этом труд шахтеров и транспортников относится к наиболее тяжелым и опасным для жизни работающих.

ЭК предлагается с целью устранения недостатков известных электростанций за счет того, что

сжигание угля производится непосредственно в месте его залегания на глубине в несколько сотен метров под землей, в результате подачи к месту его горения по вертикальным трубам сжатого воздуха под большим давлением, достаточным для поддержания свода над выгоревшим пластом угля;

пар высоких параметров вырабатывается в результате подачи воды по трубам к основанию центральной трубы, через которую проходят продукты сгорания, сжигаемого пласта угля;

парогазовая смесь с давлением, равным давлению воздуха, подаваемого компрессорами для горения угольного пласта, с температурой в 300°С из центральной трубы поступает через последовательный ряд патрубков в кольцевой трубопровод, заполненный водой и придает воде поступательное движение к гидротурбине с электрогенератором, установленной в трубопроводе;

основные компрессоры и водяной насос приводятся в действие с помощью парогазовой смеси, подаваемой через центральную трубу, при этом отработанная парогазовая смесь поступает в кольцевой трубопровод, отдавая воде оставшуюся часть неиспользованной энергии;

трубопровод входит в отстойник для осаждения твердых частиц и удаления газообразных компонентов, выделяющихся из воды, а также для отвода части горячей воды в теплотрассу после нейтрализации кислотных составляющих этой воды в отстойнике до допустимого уровня;

все процессы по созданию парогазовой смеси, поступающей в кольцевую трубу, и по выработке электроэнергии

электрогенератором, вращаемым гидротурбиной, поддаются контролю полной автоматизации с помощью соответствующих датчиков и могут обслуживаться небольшим числом операторов, работающих в безопасных и комфортных условиях.

За аналог предлагаемой установки примем ТЭС или ТЭЦ /БСЭ, второе изд. т. 42 стр. 250 или 289/, тепловую электростанцию, вырабатывающую электроэнергию и тепло за счет потребления каменного угля, добываемого в шахте, как имеющую то же назначение, что и ЭК.

Преимущества предлагаемой ЭК по сравнению с ТЭС обусловлены конструкцией и работой этой ЭК, т.к. ЭК не требует добычи угля, крепления свода шахт, отвода больших территорий земли под отвалы золы, складов под уголь и его доставки.

Прототипом предлагаемой электростанции является геотермальная электростанция ГС [1]

ГС прямого использования пара имеет паровую турбину, вращающую электрогенератор, однако такое простейшее устройство применяется редко, т.к. требует мощного источника пара, не содержащего большого процента химически активных примесей, вызывающих коррозию оборудования. В большинстве случаев используется второй тип ГС, в которой пар, поступающий из скважины, подвергается предварительной очистке и последующему подогреву в теплообменнике с помощью пара из скважины.

ГС имеет преимущества перед всеми другими видами электростанций по себестоимости вырабатываемой электроэнергии в тех районах, в которых в результате вулканической активности природы на небольшой глубине сосредоточены огромные запасы тепловой энергии, например, на Камчатке и в Исландии. Однако эти районы имеют малую плотность населения и малый уровень развития промышленности из-за неблагоприятных природных условий /сейсмоопасность, опасность вулканических извержений, горный характер местности/.

В равнинной местности России с большой плотностью населения и высоким уровнем развития промышленности /т.е. с большим уровнем потребления электроэнергии/ ГС имеет в большинстве случаев малую технико-экономическую эффективность, т.к. требует больших капитальных затрат на создание буровых скважин, достигающих воды с температурой в 150 200°С,

находящейся на глубине более 4 км /температурный градиент земли, в среднем, 1° на 30 м/. По этой причине они не могут решить энергетические проблемы России и в частности проблемы, возникающие при закрытии угольных шахт, ставших убыточными, для замены которых прежде всего предназначена предлагаемая полуподземная тепловая гидроэлектростанция.

На фиг. 1 дан вертикальный разрез ЭК по ее осевой линии /сечение В-В на фиг. 3/; на фиг. 2 сечение А-А на фиг. 1; на фиг.3 сечение Б-Б на фиг.1; на фиг. 4 узел 1 на фиг.3 в крупном масштабе; на фиг.5 сечение Г-Г на фиг.3; на фиг. 6 осевое сечение основного компрессора; на фиг. 7 осевое сечение водяного насоса.

ЭК имеет центральную трубу 1, идущую от подоженного пласта 2 углеводородного топлива к трубам 3, соединяющим ее внешний торец с патрубком 4 полукольцевой трубы 5, компрессоры 6, 7, 8 соответственно предварительного сжатия воздуха, два основных большой и малый, трубы 9 подачи сжатого воздуха от компрессоров 7 и 8 к горизонтальной выработке 10 в нижней части пласта 2, идущей от труб 9 к центральной трубе 1, водяной насос 11, качающий воду из бака 12, установленного под ним, по трубам 13, идущим к нижнему торцевому отверстию центральной трубы 1 и оканчивающимся наконечниками 14, перфорированными отверстиями, при этом наконечники 14 проходят через пласт 2 и выходят к горизонтальной выработке 10, баки 15, заполненные горячей жидкостью, которая по трубам 16 поступает к форсунке 17, установленной в горной выработке 10 около отверстия трубы 9 в направлении центральной трубы 1, источник электрического тока 18 с электрокабелем 19, идущим к электросвечам 20, установленным за форсункой 17 в потоке сжатого воздуха, идущего по горной выработке 10 от трубы 9 к центральной трубе 1, гидротурбину 21 с валом 22, который приводит в действие электрогенератор 23, отстойник 24 с транспортером 25 и вытяжной трубой 26 и отходящих от него теплотрассой 27 и полукольцевой трубой 5.

Основные компрессоры большой 7 и малый 8 /фиг.6/ одинакового устройства имеют цилиндрический корпус 28, в котором установлены цилиндры 29, 30 и 31 с общей геометрической осью, торцевые перегородки 32, 33 и 34, шток 35 с закрепленными на нем поршнями 36, 37 и 38 /соответственно в цилиндрах 29, 30 и 31/, проходящий через перегородки 32, 33 и 34, при этом перегородки 33 и 34 имеют термоизоляцию, обозначенную на чертеже крестиками, клапаны входные 39 и 40 и выходные 41 и 42 цилиндров 29, входные 43 и 44 и выходные 45 и 46 цилиндра 30, входные 47 и 48 и выходные 49 и 50 цилиндра 31, электродатчики 51 и 52 положения поршня 36, патрубки 53, соединяющие входные клапаны 39 и 40 с трубой 3, идущей от трубы 1 к компрессорам 7 и 8 и к трубам 9, патрубки 55, идущие от трубы 56 к входным клапанам 43 и 44, патрубки 57, идущие от выходных клапанов 45 и 46 к входным клапанам 47 и 48, патрубки 58, идущие от выходных клапанов 49 и 50 к трубе 59, которая соединяется с

трубами 9. Клапаны 39 42 открываются и закрываются с помощью электродвигателей, работающих по электросигналам электродатчиков 51 и 52, поступающих в систему управления ЭК. Клапаны 43 50 самооткрывающиеся при том давлении воздуха, на которое они отрегулированы. Клапаны 41 и 42 соединены патрубками 60 с трубой 3, оканчивающейся патрубком 4, вмонтированным в трубу 5. Патрубки 4 имеют изгиб в направлении движения воды по трубе 5 в сторону гидротурбины 21. На фиг.4 даны два варианта устройства патрубков 4, обозначенные "а" и "б", более простой "а" и более перспективный "б", создающий меньшее сопротивление движению воды в трубе 5. На трубах 3 установлены краны 61, перекрывающие их с помощью электродвигателей /не показаны/ по электросигналам системы управления.

Мощность компрессора 7 позволяет обеспечить устойчивую работу четырех труб 3 и пятой трубы 3, на который он установлен, мощность компрессора 8 позволяет обеспечить работу шестой трубы 3, на которой он установлен, и седьмой трубы 3 при работе в режиме максимальной мощности ОК или в режиме минимальной мощности работу двух труб 3, на одной из которых установлен компрессор 8, мощность компрессора 6 /предварительного сжатия/ обеспечивает работу компрессоров 7 и 8 /одновременно и раздельно/.

Водяной насос 11 /фиг. 7/ имеет устройство и принцип действия, аналогичный устройству и принципу действия компрессоров 7 и 8. По этой причине позиции его цилиндров, поршней, штока, перегородок, клапанов и электродатчиков такие же как у соответствующих деталей основного компрессора 7. Водяной насос как и компрессор 7 и 8 работает за счет энергии парогазовой смеси, поступающей по трубе 3 в цилиндр 29. Отработанная парогазовая смесь поступает в трубу 5.

Вода в цилиндр 80 поступает из бака 12 и нагнетается в трубы 13, имеющие в своей нижней части клапаны 62, которые открываются тогда, когда начинает работать насос, создавая давление воды на клапан 62, превосходящее противодействию его пружины.

Работа ЭК производится в следующих режимах: режим первоначального запуска, режим работы с минимальной и максимальной мощностями. Для первоначального запуска ЭК используется передвижной компрессор, который может быть один для обеспечения запусков ЭК на несколько десятков /сотен/ ЭК. Его мощность может быть в 3 4 раза меньше мощности основного малого компрессора 8.

Передвижной компрессор подключается к одной из труб 9 /назовем ее первой/. При этом все краны 62 на трубах 13, краны 61 на трубах 3 и краны на трубах 16 закрыты. После нескольких минут устойчивой работы передвижного компрессора электродатчик давления 64 в трубе 1 покажет рост давления воздуха в трубе 1, а значит и в горных выработках 10. Тогда открывается кран 63 и включается насос подачи горячей жидкости в трубу 16. С временной задержкой на время подхода горячей жидкости к форсунке 17 включается электроток питания электросвечи

зажигания 20. По увеличению температуры в трубе 1, фиксируемой на пульте управления электродатчиком 64, определяется устойчивое горение факела от форсунки 20, а затем начало устойчивого горения угля в горной выработке 10. С подъемом температуры до 400 500°C, фиксируемой электродатчиком 64, включается насос 11 и открываются клапаны 62.

Вода, выливаясь из отверстий наконечника 14, превращается в пар, понижающий температуру и увеличивающий давление в трубе 1 до заданных величин, при которых по команде системы управления откроется кран 61 на трубе 3, идущей к компрессору 8, и включится компрессор 6, поставляющий сжатый воздух компрессору 8. Компрессор 8 начнет работать, поставляя сжатый воздух во вторую трубу 9. При этом включается поставка горючей жидкости к форсунке 17 и включается электросвеча 20, находящиеся у второй, включенной трубы 9. В результате этого в горной выработке 10, идущей от трубы 9, подключенной к компрессору 8, к трубе 1, загорится пласт углеводородного топлива. По команде системы управления электросвеча 20 выключится и прекратится подача топлива к форсунке 17 второй трубы 9. Открывается кран 61 на трубе 3, идущей к компрессору 7, который включается в работу, подавая сжатый воздух в четыре трубы 9, а передвижной компрессор отключается от трубы 9, которая получит сжатый воздух от компрессора 7. При этом в три горные выработки 10 с задействованными трубами 9 от компрессора 7 одновременно с подачей воздуха подается горючая жидкость к форсункам 17 и электроток к электросвечам 20. Одновременно с получением устойчивого горения углеводородного топлива во всех горных выработках 10 открываются краны 61 на всех трубах 3. Парогазовая смесь заданного давления и температуры поступит в полукольцевую трубу 5, заполненную водой, приведет воду в движение к гидротурбине 21, которая начнет вращать электрогенератор 22, вырабатывающий электроток. На этом пусковой режим работы ЭК закончен и электростанция переходит в режим работы максимальной мощности. В этом режиме работают компрессоры 6, 7 и 8 и все трубы 3, подающие парогазовую смесь в полукольцевую трубу 5, при этом парогазовая смесь, прошедшая через цилиндры 29 компрессоров 7 и 8 и насоса 11, будет иметь малое давление в пониженную температуру, т.к. 80 90% энергии парогазовой смеси будет затрачена на работу компрессоров 7 и 8 и насоса 11 и только 10 20% будет использовано на повышение давления и температуры воды в трубе 5.

Вода, пройдя через турбину 21, попадает в отстойник 24, в котором из воды осаждаются твердые частицы и выделяются газы, удаляемые через вытяжную трубу 26. Из отстойника 24 часть воды поступает в теплотрассу 27, а остальная часть воды из отстойника 24 входит в полукольцевую трубу 5. Холодная вода из теплотрассы поступает в бак 11. Периодически, по мере надобности, из отстойника 24 с помощью транспортера 25 удаляется осадок.

На режим работы с минимальной мощностью ЭК может быть переключена,

например, в ночное время путем закрытия кранов 61 на пяти трубах 3, в том числе на трубе 3, приводящей в действие компрессор 7. В этом режиме краны 61 будут открыты только на двух трубах 3, в том числе на трубе 3, приводящей в действие компрессор 8. При этом сжатый воздух от компрессора 8 будет поступать каждые 10 мин по очереди в одну из пяти труб 9 с таким расчетом, что возобновление горения углеводородного топлива в выработках 10 будет происходить без использования горючей жидкости через форсунку 17 при подаче сжатого воздуха от компрессора 7 после сорокаминутного перерыва в подаче воздуха в эту выработку 10.

Переключение режима работы с минимальной мощности на режим работы с максимальной мощностью производят открытием крана 61 на трубе 3, обеспечивающей работу компрессора 7 и подачей воздуха во все трубы 9 от компрессора 7 и 8. После того, как через 5 10 мин компрессор 7 начнет работать на полную мощность, открываются краны 61 на всех трубах 3.

Уменьшение мощности на 20% по сравнению с режимом максимальной мощности может быть получено путем закрытия крана 61 на трубе 3, приводящей в действие компрессор 8.

Для получения электротока заданной мощности на любом из трех режимов /максимальном, минимальном и промежуточном/ необходимо соответствующее устройство переключения от вала гидротурбины 21 к валам, например, одного из трех электрогенераторов 22. Такие устройства переключения известны.

С течением времени после начала эксплуатации ЭК выработки 10 в пласте угля 2 будет расширяться и соединяться друг с другом, образуя лавы, частично заполненные золой сгоревшего угля. Для поддержания интенсивности горения углеводородного пласта в нем в период строительства и подготовки ЭК к эксплуатации прокладываются дополнительные горные выработки 10 к трубам 9 второй очереди, находящимся на большем расстоянии от центральной трубы 1. Трубы 9 второй очереди подключаются к трубам от компрессоров 7 и 8 по мере того как работа действующих труб 9 становится недостаточно эффективной. При этом подключение к работе каждой новой трубы 9 производится при одновременном закрытии заглушкой старой трубы 9.

Проходку скважин и установку труб 9 предлагается производить известными способами.

Одним из основных устройств ЭК, в существенной мере определяющий ее высокий КПД, является устройство компрессоров 6, 7 и 8 и насоса 11, при этом наибольший удельный вес в повышении КПД предлагаемой электростанции вносят основные компрессоры 7 и 8, работающие за счет энергии парогазовой смеси, получаемой в результате горения углеводородного пласта, которое поддерживают эти компрессоры, поставляя сжатый воздух.

Работа компрессоров 7 и 8 производится в следующем порядке: по трубе 3, расходящейся на патрубки 53, парогазовая

смесь через входные клапаны 39 попадает в левые части цилиндров 29, перегороденные поршнями 36, давлением на поршни 36 парогазовая смесь перемещает поршни 36 вместе со штоком 35 и поршнями 37 и 38 слева направо до касания поршня 36 электродатчика 51, при движении поршня 36 слева направо входные клапаны 40 и выходные клапаны 42 закрыты, а входные клапаны 39 и выходные клапаны 41 открыты, парогазовая смесь через клапаны 41 поступает из цилиндров 29 в патрубки 60 и далее в трубу 3, а из нее в трубу 5, в результате движения поршня 37 в цилиндре 30 слева направо воздух, сжатый компрессором 6, поступает в левую часть цилиндра 30 через входной клапан 43 и выходит из правой части цилиндра через клапан 45 в тот момент, когда давление воздуха в правой части цилиндра достигнет значения, на который отрегулирован самооткрывающийся клапан 45. От клапана 45 сжатый воздух по патрубку 57 через клапан 47 поступает в левую часть цилиндра 31. Патрубки 57, идущие от клапанов 45 и 46 к клапанам 47 и 48, в средней части объединяются в общую трубу 66 большого диаметра, в которой благодаря ее большому внутреннему объему величина давления мало изменяется, несмотря на импульсный характер поступления сжатого воздуха через клапаны 45 и 46. Сжатый воздух из правой части цилиндра 31 через клапан 49 и патрубков 58 поступает в трубу 59 и далее в трубы 9.

При движении слева направо поршень 36 касается электродатчика 51. По его сигналу система управления закрывает клапаны 39 и 41 и открывает клапаны 40 и 42, в результате чего поршни 36, шток 35 и закрепленные на нем поршни 37 и 38 получают движение справа налево. При этом воздух начнет сжиматься в левых частях цилиндров 30 и 31. Такое движение поршней 36, 37 и 38 будет происходить до тех пор, пока поршень 36 не коснется электродатчика 52. По сигналу электродатчика 52 систем управления закрывает клапаны 40 и 42 и открывает клапаны 39 и 41, в результате чего ход поршней 36, 37 и 38 изменится на обратный.

Работа насоса 11 аналогична работе компрессора 7 с той лишь разницей, что в цилиндр 30 поступает не сжатый воздух, а вода из бака 12 и затем движением поршня 37 вода нагнетается в трубы 13. Мощность насоса 11 в несколько раз меньше мощности компрессора 8, т.к. во-первых, объем воды, закачиваемый в горячий пласт угля, например, в 1673 раза меньше объема пара, образующегося из воды при 100 °С и атмосферном давлении, а во-вторых, большую часть работы по нагнетанию воды в выработку 10 совершает сила тяжести, создающая давление воды, численно равное разности высот насоса 11 и выработки 10, умноженной на удельный вес воды /1 г/см³ при 4°С/.

В процессе сооружения ЭК после прокладки горных выработок 10 в этих выработках за трубами 9 устанавливаются бетонные пробки 65, которые ограничивают поступление сжатого воздуха через действующие трубы 9 только в выработки 10, идущие к трубе 1. После того, как в результате выгорания пласта 2 вокруг действующей трубы 9, выгоревший пласт

обойдет пробку 65 и соединит расположенную за ней выработку 10 с выгоревшим пространством вокруг трубы 1, ранее действующую трубу 9 отключают от компрессоров и закрывают заглушкой, а к компрессорам подключают следующую трубу 9, расположенную за бетонной пробкой 65, которая перестала служить своему назначению.

Ориентировочный расчет эффективности предлагаемой ЭК.

Сжатый компрессорами воздух закачивается в горячий угольный пласт. Для сгорания 1 кг углерода, находящегося в этом угольном пласте, необходимо 15 кг воздуха. При этом выделяется 1000 ккал, которые превращают в пар 10000 ккал/кг: 539 ккал/кг 18,5 кг воды. Объем этого пара будет в три раза больше того сжатого воздуха, который был закачен в угольный пласт с помощью компрессора, т. к. водяной пар имеет в 2,6 раза меньшую плотность, следовательно, 18,5 кг испарившейся воды при сгорании 1 кг углерода будут иметь объем в

$$2,6 \text{ раза } \frac{18,5 \text{ кг}}{15 \text{ кг}} = 3,2 \text{ раза}$$

больше объема 15 кг воздуха, необходимого для сгорания 1 кг углерода.

Если принято, что температура парогазовой смеси, поступающей в основной компрессор 7 и 8 больше температуры сжатого воздуха, поставляемого компрессором, на 273°С, то объем этого воздуха удваивается.

Таким образом один объем сжатого воздуха, закаченного компрессорами 7 и 8 в угольный пласт, дает 5,2 объема парогазовой смеси такого же давления. КПД компрессоров 7 и 8 больше чем 0,8.

КПД превращения энергии парогазовой смеси, поступающей в полукольцевую трубу и реализующейся гидротурбиной и электрогенератором, можно принять равным 0,8, тогда КПД одного объема парогазовой смеси, приводящей в работу компрессоры 7 и 8,

$$0,8 \cdot 0,8 = 0,64,$$

а КПД остальных 4,2 объемов парогазовой смеси, поступающих в полукольцевую трубу и гидротурбину, 0,8. Общий КПД всех 5,2 объемов парогазовой смеси

$$0,64 + 4,2 \cdot 0,8 = 5,2 \cdot 0,77$$

С учетом затраты энергии на компрессор 6 и водяной насос 11 КПД предлагаемой ЭК по выработке электроэнергии можно принять 0,75.

КПД известных ТЭС равно 0,4, а с учетом КПД добычи и транспортировки угля, а также переработки электроэнергии на ГАЭС, который можно принять 0,8, общий КПД ныне действующего энергетического комплекса шахта-транспорт-ТЭС-ГАЭС будет равен 0,32 т.е. в 2,4 раза меньше чем КПД предлагаемой ЭК. При этом как побочный продукт получения электроэнергии будет получена бесплатно тепловая энергия в виде горячей воды с температурой, близкой 100°С, которая может быть использована для промышленных, бытовых и с.-х. целей /например, для отопления парников/.

С учетом рационального использования тепловой энергии КПД предлагаемой ЭК приблизится к 100% т.е. к идеалу, который известен и ТЭС в принципе не может быть

достигнут. Доказательством того, что суммарный КПД по выработке электро-и тепловой энергии будет близок к 100% /более 95% является то обстоятельство, что тепловые потери предлагаемой ЭК будут малы /менее 5%/ благодаря теплоизоляции труб 1, 3 и 5 и замкнутому циклу превращения воды в пар и пара в воду при работе ЭК. При этом тепловые "потери" сжигаемого пласта угля в результате теплопроводности окружающих уголь горных пород не учитываются, как не учитываются "потери" к какой-то части разрабатываемого угольного пласта, оставшиеся неизвлеченными при шахтной добыче угля. По-видимому полнота выгорания угольного пласта при его использовании в ЭК будет больше полноты извлечения угля при шахтном способе добычи разрабатываемого пласта, при этом злейший враг шахтной добычи угля метан будет сгорать в процессе горения угольного пласта, а не удаляться с помощью вентиляции при шахтном способе добычи угля.

Срок окупаемости предлагаемой ЭК, исходя из капитальных затрат на ее сооружение и себестоимости вырабатываемой электроэнергии, будет в десятки раз меньше срока окупаемости как вышеупомянутого энергетического комплекса, так, например, атомного энергетического комплекса, включающего урановый рудник, завод по переработке урана в стержни для АЭС, АЭС, ГАЭС, полигоны по захоронению радиоактивных отходов работы АЭС, демонтаж, транспортировка и захоронение конструкций АЭС после ее остановки.

В качестве конкретного примера реализации предлагаемой ЭК произведен ориентировочный расчет основных характеристик ЭК мощностью 200000 кВт. В этом примере примем, что угольный пласт толщиной в 5 м залегает на глубине 0,9 км. Давление воздуха, создаваемое компрессором, примем равным 100 кг/см². Для обеспечения мощности 20000 кВт при КПД 0,75 потребуется сжигать 0,1 кг углерода на выработку 1 кВт-ч электроэнергии или

$$\frac{200\ 000\ \text{кВт} \cdot 0,1\ \text{кг/кВт-ч}}{3600\ \text{с/ч}} = 5,6\ \text{кг/с}$$

Для сжигания такого количества углерода потребуется подавать в 15 раз большее количество воздуха, т.е. 5,6 кг·15=84 кг/с или

$$84\ \text{кг/с} \cdot 1,4\ \text{кг/м}^3 = 60\ \text{м}^3/\text{с}$$

воздуха при давлении 1 кг/см². Примем, что с помощью компрессора 6 производится предварительное сжатие воздуха до 4 кг/см², тогда компрессор 7 будет поступать 15 м³/с, воздуха, сжатого до 4 кг/см², по трубе с площадью поперечного сечения 1,5 м² при скорости 10 м/с /компрессор 8 для простоты расчета во внимание не принимается/. Компрессор 7 будет сжимать воздух до 100 кг/см² и поставлять его в четыре трубы 9, в каждую из которых будет направляться 0,15 м³/с сжатого воздуха со скоростью 1 м/с при площади поперечного сечения трубы, равной 0,15 м², с диаметром свободного отверстия 0,44 м. По трубе 1 будет подниматься парогазовая смесь в объеме 0,6 м³/с·5,2=3,12 м³/с. При скорости подъема 3,12 м/с площадь поперечного сечения трубы 1 будет равна 1 м² и ее

диаметр будет равен 1,1 м.

Примем удаление труб 5 от трубы 1 равным 100 м, тогда в радиусе 100 м пласта угля толщиной в 5 м будет находиться

$$3,14 \cdot 100^2 \cdot 5\ \text{м} = 157000\ \text{м}^3\ \text{угля или } 300000\ \text{т.}$$

углерод, которого при сгорании 5,6 кг/с хватит на

$$300\ 000\ 000\ 5,6\ \text{кг/с} = 53\ 000\ 000\ \text{с или}$$

$$53 \cdot 10^6 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 15000\ \text{ч работы ЭК}$$

При работе 18 ч в сутки она сможет работать более 2 лет на скважинах 5, удаленных на 100 м от трубы 1, затем вступят в работу скважины 5, удаленные на 150 м от скважины 1, далее на 200 м. Если принято, что рационально использовать скважины 5 на удалении до 1 км от скважины 1, то ЭК сможет работать на эксплуатации угольного пласта толщиной в 5 м более 200 лет.

Такая электростанция помимо выработки электроэнергии мощностью 200000 кВт с себестоимостью, в десятки раз меньшей чем на известных ТЭС, сможет обеспечивать теплом, например, парники на площади в 100 200 га, расположенные вокруг ЭК в радиусе до 1 км непрерывно в течение 200 лет.

По трубам 12 к основанию трубы 1 будет подаваться вода насосом 11 со скоростью 6 л в 1 с. Для этого потребуются две трубы диаметром не более чем по 10 см. Для обеспечения работы 18 ч в сутки бак с водой может иметь емкость, равную 400 м³.

Правильную сравнительную с ЭК оценку срока окупаемости капитальных затрат современного комплекса: шахта, ж.-д. транспорт, ТЭС, ГАЭС дать даже ориентировочно не представляется возможным, т.к. во-первых, для таких подсчетов нет достоверных стоимостных данных, а во-вторых, нет обоснованной методики учета стоимости земли, занимаемой таким комплексом, и цены экологического ущерба, наносимого природе и населению таким комплексом при работе. Однако можно утверждать, что срок окупаемости капитальных затрат современных энергетических комплексов, включающих шахту, ж.-д. транспорт, ТЭС или ТЭЦ и ГАЭС многократно превышает срок окупаемости предлагаемой ЭК, т.к. даже без учета стоимости земли и наносимого ущерба эксплуатация многих ТЭЦ, шахт, ж.-д. линий и ГАЭС убыточна и в целом такой энергетический комплекс всегда нуждался в государственных дотациях.

Актуальность реализации предлагаемой ЭК определяется также угрозой нависшего над Россией энергетического кризиса, устранить который при ограниченных возможностях капитальных затрат строительством известных энергетических комплексов невозможно.

Формула изобретения:

1. Полуподземная тепловая электростанция, имеющая буровые скважины, проложенные до источника тепловой энергии, турбину с электрогенератором, насос, трубу отбора воды, систему автоматического управления, отличающаяся тем, что источником тепловой энергии является пласт подоженного каменного угля, в котором по трубам, установленным в скважинах, поступает сжатый воздух от компрессора и вода от насоса и из которого по центральной

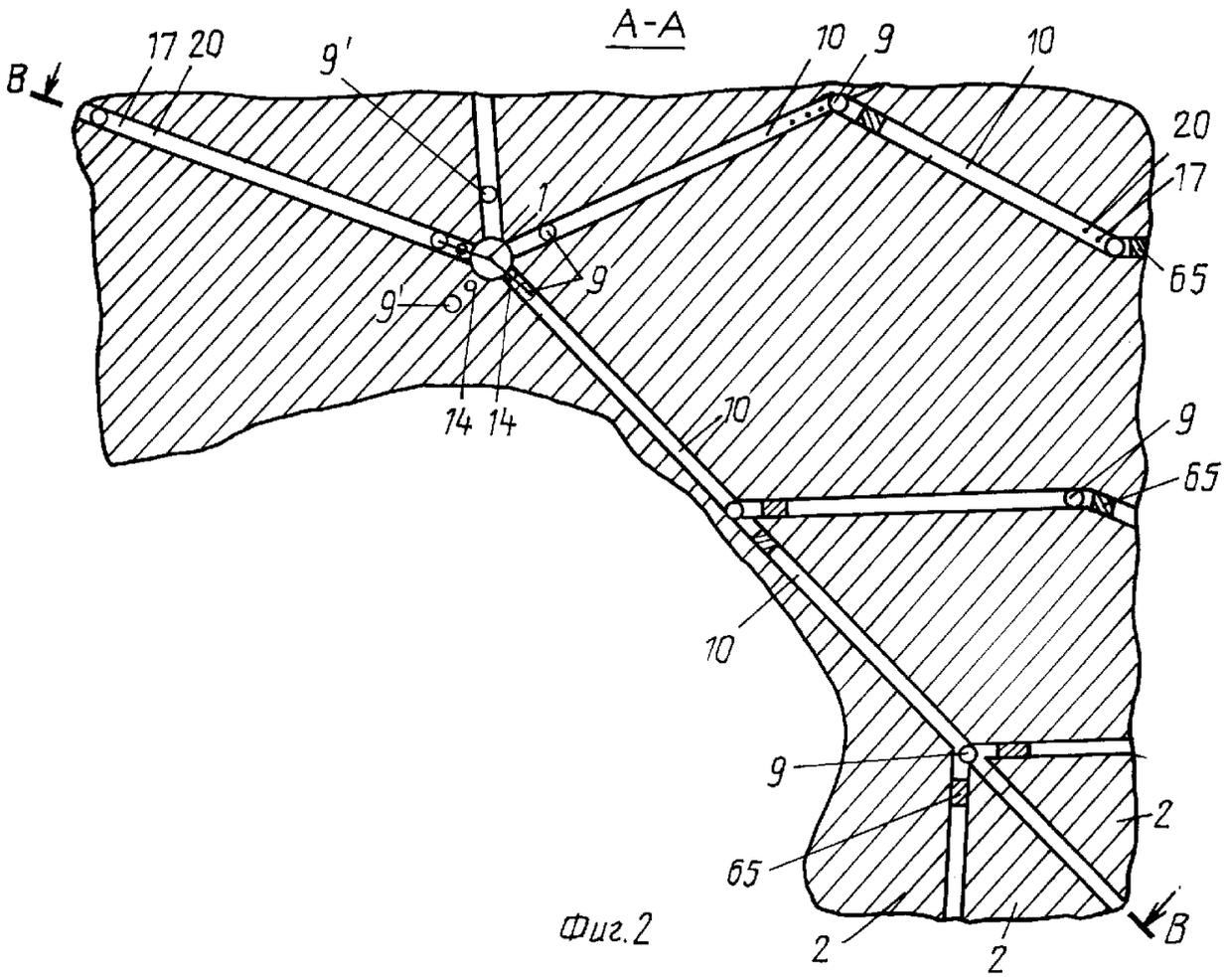
трубе в соединенную с ней полукольцевую трубу, заполненную водой, поступает горячий газ, в качестве турбины использована гидротурбина, установленная в полукольцевой трубе, заполненной водой, центральная труба, идущая вверх от пласта углеводородного топлива, находящегося под пластами горных пород, соединена своим верхним торцом радиальными трубами с полукольцевой трубой, расположенной в горизонтальной плоскости вблизи поверхности земли, на примерно равном расстоянии от центральной трубы к пласту углеводородного топлива проходят вертикальные скважины с трубами, по которым подается сжатый воздух в пласт углеводородного топлива, на нижней границе пласта углеводородного топлива проложены горные выработки, соединяющие трубы со сжатым воздухом с центральной трубой, при этом горные выработки проходят через несколько последовательно расположенных вертикальных скважин с трубами, ближайшая из которых к центральной трубе подключена к компрессорам, поставляющим сжатый воздух, и отделена от остальных цементной пробкой, перегораживающей горную выработку, в горной выработке у нижнего отверстия трубы, поставляющей сжатый воздух, установлены форсунки с жидким топливом и электросвечи зажигания, у нижнего отверстия центральной трубы установлены перфорированные отверстиями нижние концы труб, идущих от водяного насоса, установленного в баке с водой над верхним торцом центральной трубы.

2. Электростанция по п. 1, отличающаяся тем, что она имеет два основных компрессора большой и малый одинакового устройства, каждый из которых имеет четыре цилиндра равной длины, два крайних большого и малого диаметра и два средних среднего по величине диаметра (по отношению к крайним), установленных в общем корпусе с общим штоком, расположенным по осям этих цилиндров и проходящим через торцевые перегородки между этими цилиндрами, в каждом цилиндре на общем штоке закреплено

по одному поршню двустороннего действия и установлены по два входных и два выходных клапана, к входным клапанам двух смежных цилиндров среднего диаметра подведены патрубки от трубы, по которой в них поступает парогазовая смесь из центральной трубы электростанции, от выходных клапанов этих цилиндров отходят патрубки, по которым отработанная смесь поступает в общую трубу, соединенную патрубком с полукольцевой трубой, к входным клапанам крайнего цилиндра большого диаметра подведены патрубки, по которым поступает сжатый воздух от компрессора предварительного сжатия воздуха, а от выходных клапанов этого цилиндра отходят патрубки к отрезку трубы увеличенного диаметра, к входным клапанам крайнего малого диаметра подходят патрубки от отрезка трубы увеличенного диаметра, а от выходных клапанов этого цилиндра отходят патрубки, объединенные в трубу, поставляющие сжатый воздух в трубы, через которые поддерживается горение углеводородного пласта, входные и выходные клапаны средних цилиндров снабжены устройством, перекрывающим их в соответствии с сигналами электродатчиков, установленных на торцевых плоскостях этих цилиндров, входные и выходные клапаны крайних цилиндров снабжены устройствами, открывающими их по достижении заданного давления сжатого воздуха.

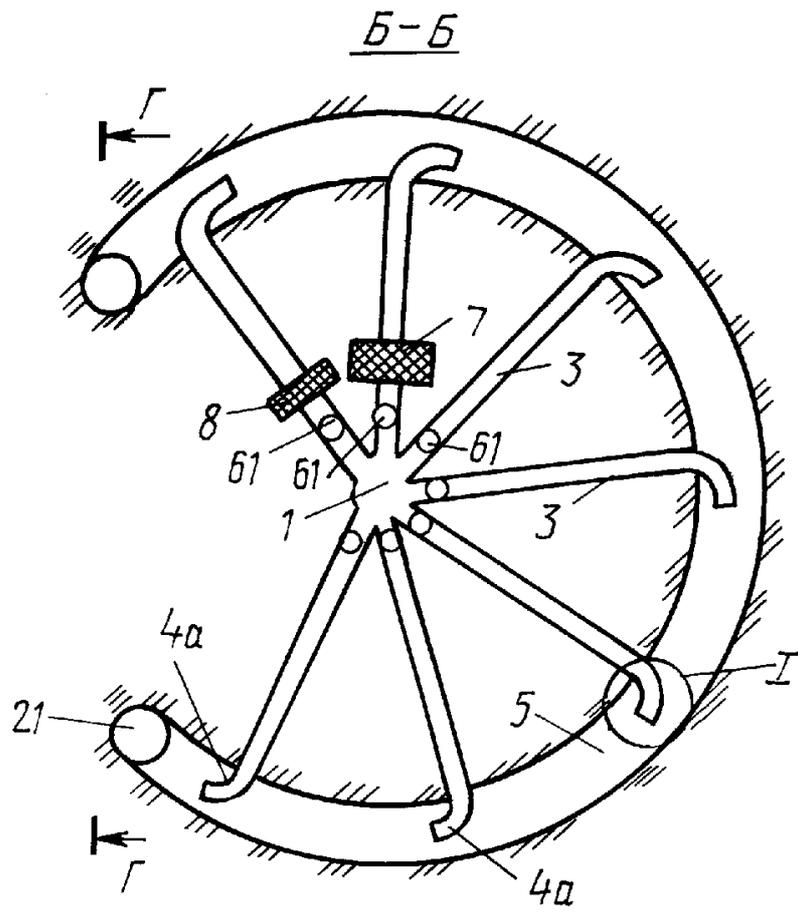
3. Электростанция по п. 1, отличающаяся тем, что водяной насос имеет два цилиндра разного диаметра, равные по длине, при этом в цилиндр большего диаметра поступает вода, а в цилиндр меньшего диаметра парогазовая смесь из верхнего торца центральной трубы, вода выходит из цилиндра в трубы, поставляющие ее к нижнему основанию центральной трубы, а отработанная парогазовая смесь поступает через трубу с патрубком в полукольцевую трубу, цилиндры разделены торцевой перегородкой с теплоизоляцией, через перегородку по оси цилиндров проходит шток с поршнями, установленными в каждом цилиндре.

RU 2095580 C1

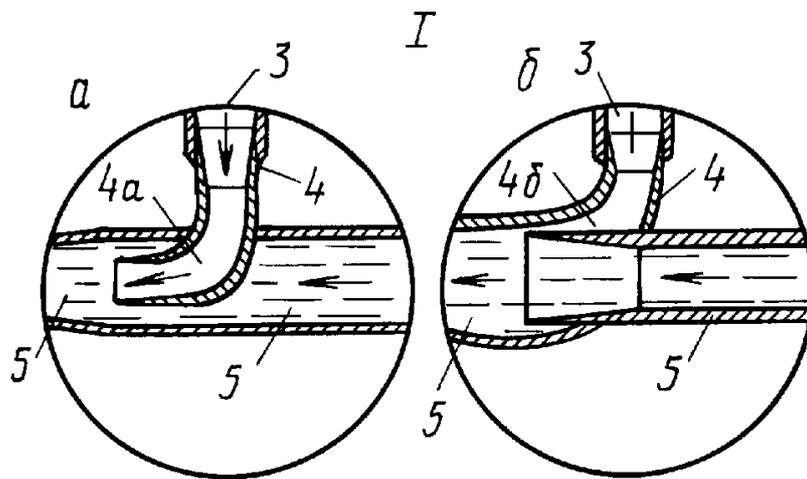


Фиг. 2

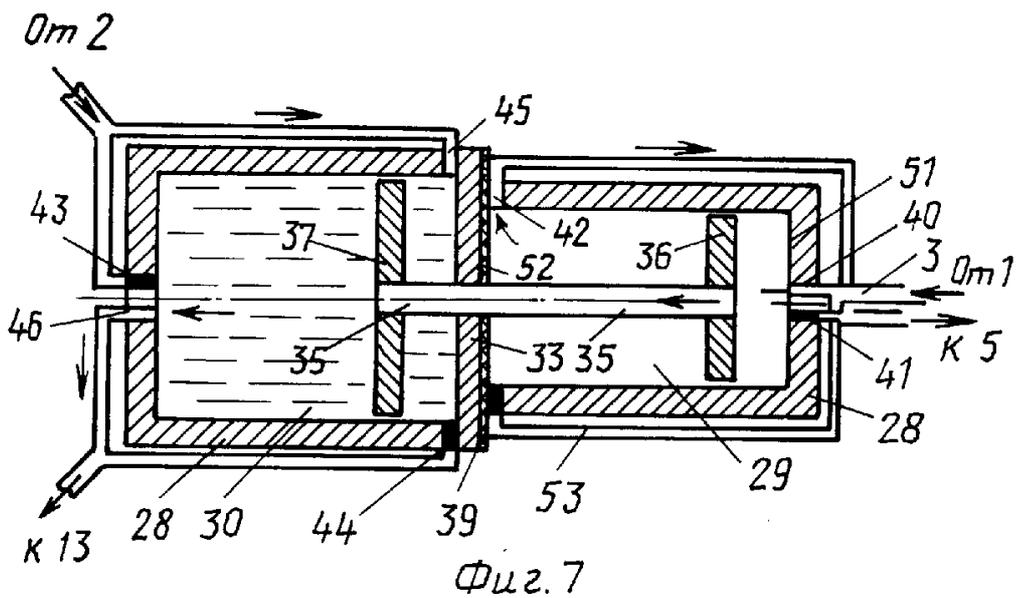
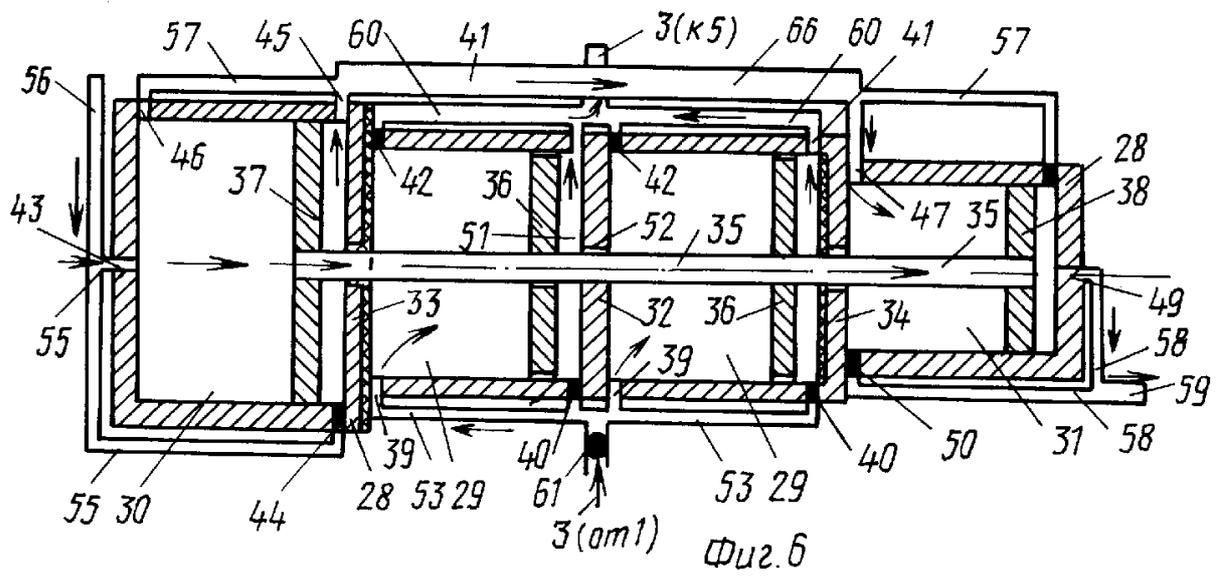
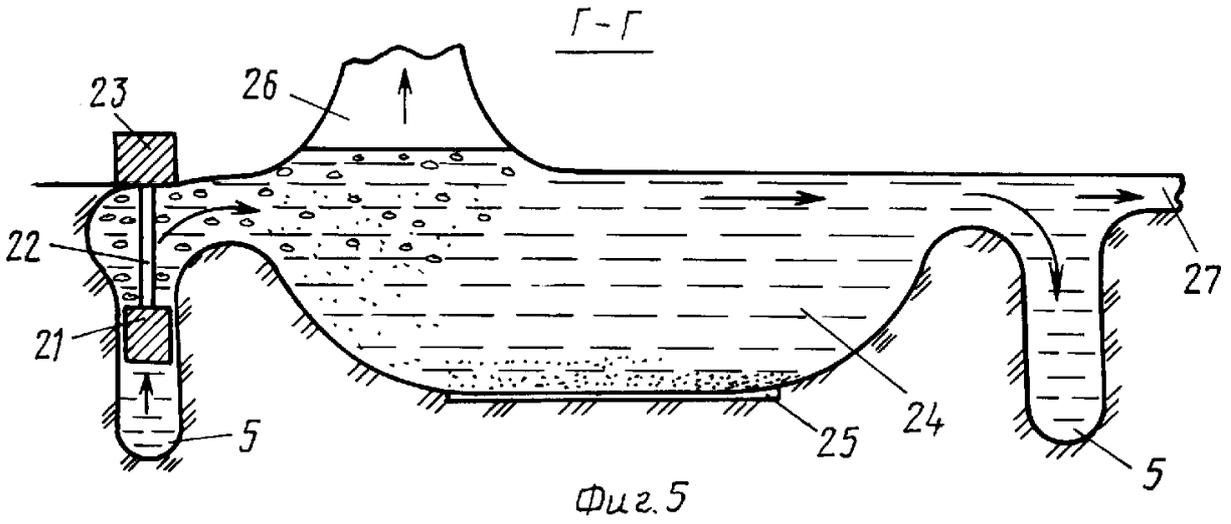
RU 2095580 C1



Фиг. 3



Фиг. 4



RU 2095580 C1

RU 2095580 C1