



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F01K 11/00 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2015116828, 30.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.04.2015

Дата регистрации:
06.12.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.05.2014 EP 14290141.2

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2016 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 06.12.2018 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24,
"НЕВИНПАТ", А.В. Поликарпову

(72) Автор(ы):

**ПУРШО Тьерри (FR),
ГРАНЬЕ Франсуа (FR),
ЖЕЙЖЕ Фредерик (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

Дженерал Электрик Текнолоджи ГмбХ (СН)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 3374621 А, 26.03.1968. US 2011/290163 А1, 01.12.2011. DE 1020 10044642 А1, 08.03.2012. GB 1320313 А, 13.06.1973. RU 2433339 С2, 10.11.2011. RU 2335642 С1, 10.10.2008.

(54) ТЕПЛОВАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В СИЛОВУЮ УСТАНОВКУ С КОТЛОМ СО СЖИГАНИЕМ В КИСЛОРОДЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетике. Силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением содержит паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева кислорода, расположенное на блоке разделения воздуха кислородной линии. Установка термически интегрирована с конденсатной системой. Тепловая энергия для парового змеевикового устройства предварительного нагрева кислорода обеспечивается с помощью линии отбора,

соединенной с отверстием отбора пара паровой турбины промежуточного давления. Отводная линия парового змеевикового устройства предварительного нагрева кислорода соединяет по текучей среде паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева кислорода с точкой парового цикла Ренкина по текучей среде в пределах конденсатной системы. Изобретение позволяет повысить эффективность работы силовой установки. 11 з.п. ф-лы, 4 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F01K 11/00 (2018.08)

(21)(22) Application: **2015116828, 30.04.2015**

(24) Effective date for property rights:
30.04.2015

Registration date:
06.12.2018

Priority:

(30) Convention priority:
08.05.2014 EP 14290141.2

(43) Application published: **20.11.2016 Bull. № 32**

(45) Date of publication: **06.12.2018 Bull. № 34**

Mail address:
**191036, Sankt-Peterburg, a/ya 24, "NEVINPAT",
A.V. Polikarpovu**

(72) Inventor(s):

**PURSHO Terri (FR),
GRANE Fransua (FR),
ZHEJZHE Frederik (FR)**

(73) Proprietor(s):

Dzheneral Elektrik Teknolodzhi GmbKH (CH)

(54) **THERMAL INTEGRATION OF SYSTEM FOR SUPPLYING AIR INTO POWER PLANT WITH OXYGEN-FIRED BOILER**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to power engineering. Power plant with an oxygen-fired boiler with coal heating comprises a steam coil oxygen preheating device located on the air separation unit of the oxygen line. Plant is thermally integrated with the condensate system. Thermal energy for the steam coil oxygen preheating device is provided by a tapping line connected to an intermediate pressure steam turbine

tapping port. Tapping line of the steam coil oxygen preheating device fluidly connects the steam coil oxygen preheating device to the point of the Rankine steam cycle in fluid communication within the condensate system.

EFFECT: invention improves the efficiency of the power plant.

12 cl, 4 dwg

**C 2
2 6 7 4 3 0 2
R U**

**R U
2 6 7 4 3 0 2
C 2**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в общем относится к схемам тепловой интеграции, применяемым для силовой установки с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением, и, конкретнее, к тепловой интеграции систем подачи кислорода в такие

5 установки.

Известный уровень техники

Сегодня в мире уголь вносит большой процент в производство электроэнергии, и ожидается сохранение его доминирующей доли в обозримом будущем. Тем не менее, значительные экологические нагрузки привели к увеличенным экологическим

10 требованиям, требующим не только высокую эффективность, но и уменьшенные уровни выбросов CO_2 , SO_2 , NO_x и ртути до сверхнизких уровней.

Особенно предпочтительная конструкция установки представляет собой использование паровой установки со сжиганием в кислороде с улавливанием CO_2 .

15 Системы сжигания в кислороде используют кислород, обычно получаемый в блоке разделения воздуха, вместо воздуха для сжигания первичного топлива. Кислород часто смешивают с инертным газом, таким как рециркулированный дымовой газ, для того, чтобы сохранять температуру сжигания на подходящем уровне. В дополнение, может быть предпочтительным отдельно или дополнительно предварительно нагревать

20 кислород из блока разделения воздуха в паровом змеевиковом устройстве предварительного нагрева кислорода.

Процессы сжигания в кислороде производят дымовой газ, имеющий CO_2 , воду и O_2 в качестве его главных составляющих, причем концентрация CO_2 обычно составляет больше, чем около 70% объема. В связи с этим улавливание CO_2 из дымового газа

25 процесса сжигания в кислороде может быть выполнено относительно просто в блоке переработки газа.

Пример типичного пароводяного цикла высокоэффективных паровых установок со сжиганием в кислороде показан на Фиг.1. Установка содержит последовательности паровых турбин HP, IP, LP предварительного нагрева с тремя уровнями давления,

30 питаемых паром из котла 142. Выпускной пар из последней паровой турбины LP низкого давления конденсируется в конденсаторе 102 перед очисткой 104 и откачкой с помощью конденсатного насоса 103 последовательно через последовательность нагревателей 106, 107, 108, 109, 131 низкого давления, резервуар 136 питательной воды и нагревателя 132 высокого давления до возвращения к котлу 142 в замкнутом контуре. Источником

35 тепла для нагревателей низкого и высокого давления обычно является пар, отбираемый из паровых турбин низкого/промежуточного и высокого давления.

Из-за большого преимущества в обеспечении цикла наивысшей эффективности имеется постоянная потребность в нахождении способов лучшей интеграции тепловых потребностей и отводов систем улавливания со сжиганием в кислороде в пределах

40 паросиловой установки. Это требует оптимизации потребностей и отводов тепла систем улавливания с циклом установки для обеспечения отсутствия потерь энергии. В частности, это требует рассмотрения того, как интегрировать паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева кислорода в тепловой цикл.

Сущность изобретения

45 Обеспечены котел со сжиганием в кислороде с угольным отоплением с системой улавливания CO_2 из дымового газа после сжигания и схема силовой установки парового цикла, которая объединяет основные источники тепловыделения систем для того, чтобы обеспечивать гибкую работу установки и улучшенную в целом тепловую эффективность

установки.

Изобретение основано на общей идее новой схемы для термического включения блока разделения воздуха в конденсатную систему силовой установки с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением.

5 Аспект обеспечивает силовую установку с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением, содержащую паровой цикл Ренкина, имеющий паровую турбину высокого давления, выполненную с возможностью расширения пара, имеющую выход, паровую турбину промежуточного давления, выполненную с возможностью расширения пара из паровой турбины высокого давления, и паровую турбину низкого давления,
10 выполненную с возможностью расширения пара из паровой турбины промежуточного давления, имеющей отверстие отбора пара. Конденсатная система цикла дополнительно содержит конденсатор, выполненный с возможностью конденсации пара, выпускаемого из паровой турбины низкого давления, последовательность нагревателей низкого давления, выполненных с возможностью приема и последовательного нагрева
15 конденсата из конденсатора, резервуар питательной воды, выполненный и расположенный с возможностью приема конденсата из последовательности нагревателей низкого давления, и последовательность нагревателей высокого давления, выполненных с возможностью приема конденсата из резервуара питательной воды.

 Силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде дополнительно содержит
20 блок разделения воздуха, имеющий кислородную линию с паровым змеевиковым устройством предварительного нагрева кислорода, причем линия отбора соединяет отверстие отбора пара с паровым змеевиковым устройством предварительного нагрева кислорода. Отводная линия далее соединяет по текучей среде паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева с точкой парового цикла Ренкина по текучей
25 среде между последовательностью устройства предварительного нагрева низкого давления и резервуара питательной воды.

 В аспекте паровая турбина промежуточного давления представляет собой многоступенчатую паровую турбину промежуточного давления, и отверстие отбора пара выполнено и расположено с возможностью отбора пара из промежуточной ступени
30 паровой турбины промежуточного давления.

 В аспекте аварийная линия соединена с отводной линией и конденсатором.

 Дополнительной задачей изобретения является преодоление или по меньшей мере смягчение недостатков и несовершенств известного уровня техники или обеспечение полезной альтернативы.

35 Другие аспекты и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из следующего далее описания, взятого вместе с сопровождающими чертежами, которые путем примера иллюстрируют предпочтительные варианты выполнения настоящего изобретения.

 Краткое описание чертежей

40 Путем примера вариант выполнения настоящего изобретения далее более полно описан со ссылкой на сопровождающие чертежи, на которых:

 Фиг. 1 представляет собой схему силовой установки с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением известного уровня техники, к которой могут быть применены примерные варианты выполнения;

45 Фиг. 2 представляет собой схему тепловой интеграции парового змеевикового устройства предварительного нагрева кислорода блока разделения воздуха в силовую установку с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением;

 Фиг. 3 представляет собой схему системы тепловой интеграции на Фиг. 2, на которой

показана альтернативная отводная линия, направляющаяся в конденсатную систему;
и

Фиг. 4 представляет собой схему другой системы тепловой интеграции на Фиг. 2, на которой показана дополнительная альтернативная отводная линия, направляющаяся
5 в конденсатную систему.

Подробное описание

Далее описаны примерные варианты выполнения настоящего изобретения со ссылками на чертежи, на которых одинаковые ссылочные позиции используются для ссылки на одинаковые элементы на всех чертежах. В нижеследующем описании в целях
10 пояснения многочисленные конкретные детали изложены для обеспечения полного понимания изобретения. Однако настоящее изобретение может быть осуществлено на практике без этих конкретных деталей и не ограничено примерным вариантом выполнения, раскрытым здесь.

Во всем этом описании ссылка делается на последовательные блоки. В этом контексте
15 последовательные означает расположенные последовательно, начиная с заднего конца, который определен номинальным потоком рабочей текучей среды через блок во время его штатного режима работы.

Примерный вариант выполнения, показанный на Фиг. 2, который может быть применен к силовой установке с котлом со сжиганием в кислороде с угольным
20 отоплением, показанной на Фиг. 1, обеспечивает конструкцию отбора пара и схему возвращения конденсата для подачи тепла к линии 3 подачи кислорода, исходящей из блока разделения воздуха. Как показано на Фиг. 2, силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением содержит паровой цикл Ренкина, имеющий паровую турбину НР высокого давления, выполненную с возможностью
25 расширения пара, паровую турбину 1 промежуточного давления, выполненную с возможностью расширения пара из паровой турбины НР высокого давления, и паровую турбину LP низкого давления, выполненную с возможностью расширения пара из паровой турбины 1 промежуточного давления, имеющей отверстие 2 отбора пара. Конденсатор 15, соединенный с выпуском паровой турбиной LP низкого давления,
30 конденсирует выпускаемый пар в качестве первого элемента конденсатной системы. Из конденсатора 15 конденсат последовательно проходит через последовательность нагревателей 24, 25, 11, 12, 20 низкого давления, где конденсат последовательно нагревается. Из нагревателей 24, 25, 11, 12, 20 низкого давления конденсат течет в резервуар 23 питательной воды, который образует следующий элемент конденсатной
35 системы. Конденсат из резервуара 23 питательной воды направляется в последний элемент конденсатной системы, последовательность нагревателей 22 высокого давления.

Силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде дополнительно содержит блок разделения воздуха и паровое змеевиковое устройство 5 предварительного нагрева кислорода после блока разделения воздуха для предварительного нагрева кислорода,
40 получаемого в блоке разделения воздуха. Линия 4 отбора соединяет отверстие 2 отбора пара с паровым змеевиковым устройством 5 предварительного нагрева кислорода. Отводная линия 8 далее соединяет по текучей среде паровое змеевиковое устройство 5 предварительного нагрева кислорода с конденсатной системой.

В примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 2, пар отбирается из паровой
45 турбины 1 НР, предпочтительно из отверстия 2 отбора, взятого из промежуточной ступени многоступенчатой паровой турбины НР, который обычно используется в качестве источника тепла для по меньшей мере одного из последовательности нагревателей 11, 12, 20 низкого давления или резервуара 23 питательной воды. В

примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 2, отобранный пар направляется через линию 4 отбора к паровому змеевиковому устройству 5 предварительного нагрева кислорода линии 3 подачи кислорода блока разделения воздуха. Давление пара регулируется обычно около 10 бар посредством клапана 6 управления отбором, расположенного на линии отбора. В зависимости от температуры отобранного пара парохладитель 7 может дополнительно быть расположен на линии 4 отбора перед паровым змеевиковым устройством 5 предварительного нагрева кислорода для обеспечения нагрева кислорода до около 140°C так, чтобы улучшать глобальные скорости нагрева и исключать риск конденсации в отверстиях впрыска дымового газа или горелки.

Из парового змеевикового устройства 5 предварительного нагрева кислорода отводная линия 8 направляет конденсат, образованный в паровом змеевиковом устройстве 5 предварительного нагрева кислорода к резервуару 9 конденсата, откуда он откачивается конденсатным насосом 10 обратно в конденсатную систему, в которой клапан управления 13 отводом обеспечивает управление уровнем резервуара 9 конденсата. В примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 2, конденсат откачивается обратно к конденсатной системе между четвертым последовательным нагревателем 12 LP и пятым последовательным нагревателем 20 LP. В примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, конденсат откачивается обратно к конденсатной системе в точке между пятым последовательным нагревателем 11 LP и резервуаром 23 питательной воды. В примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 4, конденсат откачивается обратно к резервуару 23 питательной воды.

В примерном варианте выполнения, показанном на Фиг. 2, аварийная линия 14 соединяется с отводной линией 8 после конденсатора 15. Это линия обычно замкнута. Хотя изобретение здесь было показано и описано в отношении того, что задумано как наиболее практичный примерный вариант выполнения, специалисту в области техники будет понятно, что настоящее изобретение может быть выполнено в других определенных формах без отклонения от замысла или его существенных характеристик. В связи с этим в настоящее время варианты выполнения изобретения рассматриваются во всех отношениях как иллюстративные, а не ограничивающие. Объем охраны изобретения определяется приложенной формулой изобретения, а не вышеупомянутым описанием, и все изменения, которые подпадают под значение и диапазон ее эквивалентностей, предназначены для включения в нее.

Перечень ссылочных позиций

- 1 Турбина IP
- 2 Отверстие отбора
- 3 Линия подачи кислорода
- 4 Линия отбора
- 5 Паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева кислорода
- 6 Клапан управления
- 7 Парохладитель
- 8 Отводная линия
- 9 Резервуар конденсата
- 10 конденсатный насос
- 11 Нагреватель низкого давления №3
- 12 Нагреватель низкого давления №4
- 13 Клапан управления отводом
- 14 Аварийная линия

- 15 Конденсатор
 20 Нагреватель низкого давления №5
 22 Последовательные нагреватели высокого давления
 23 Резервуар питательной воды
 5 24 Нагреватель низкого давления №1
 25 Нагреватель низкого давления №2
 42 Котел
 101 Первая ступень насоса отбора конденсатора
 102 Конденсатор
 10 103 Насос
 104 Установка очистки конденсата
 106 Последовательный нагреватель низкого давления №1
 107 Последовательный нагреватель низкого давления №2
 108 Последовательный нагреватель низкого давления №3
 15 109 Последовательный нагреватель низкого давления №4
 131 Последовательный нагреватель низкого давления №5
 132 Последовательный нагреватель высокого давления
 136 Резервуар питательной воды
 142 Котел
 20 НР Паровая турбина высокого давления
 IP Паровая турбина промежуточного давления
 LP Паровая турбина низкого давления
 ASU Блок разделения воздуха

25 (57) Формула изобретения

1. Силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде с угольным отоплением, имеющая:
 паровой цикл, содержащий:
 паровую турбину НР высокого давления, выполненную с возможностью расширения
 30 пара;
 паровую турбину промежуточного давления, выполненную с возможностью расширения пара из паровой турбины НР высокого давления, имеющую отверстие отбора пара; и
 паровую турбину LP низкого давления, выполненную с возможностью расширения
 35 пара из паровой турбины промежуточного давления,
 конденсатную систему, содержащую:
 конденсатор, выполненный с возможностью конденсации пара, выпускаемого из паровой турбины LP низкого давления:
 множество последовательных нагревателей низкого давления, расположенных и
 40 пронумерованных в последовательном порядке на основе направления потока конденсата, выполненных с возможностью приема и последовательного нагрева конденсата из конденсатора; и
 резервуар питательной воды, выполненный и расположенный с возможностью приема конденсата из последовательности нагревателей низкого давления,
 45 причем силовая установка с котлом со сжиганием в кислороде дополнительно содержит:
 линию подачи кислорода с паровым змеевиковым устройством предварительного нагрева кислорода, причем линия отбора соединяет отверстие отбора пара с паровым

змеевиковым устройством предварительного нагрева кислорода, причем отводная линия соединяет по текучей среде паровое змеевиковое устройство предварительного нагрева кислорода с конденсатной системой.

5 2. Силовая установка по п. 1, в которой отводная линия соединяется с конденсатной системой в точке между пятым из последовательности нагревателей низкого давления и резервуаром питательной воды.

3. Силовая установка по п. 1, в которой отводная линия соединяется с конденсатной системой в резервуаре питательной воды.

10 4. Силовая установка по п. 1, в которой отводная линия соединена с точкой в конденсатной системе между четвертым из последовательных нагревателей низкого давления и пятым из последовательных нагревателей низкого давления.

5. Силовая установка по п. 1, дополнительно содержащая конденсатный насос на отводной линии.

15 6. Силовая установка по п. 1, в которой отводная линия включает в себя резервуар конденсата.

7. Силовая установка по п. 6, в которой отводная линия дополнительно включает в себя конденсатный насос после резервуара конденсата.

20 8. Силовая установка по п. 7, в которой отводная линия дополнительно включает в себя клапан управления конденсатом после конденсатного насоса, выполненный с возможностью обеспечения резервуара конденсата управлением уровнем.

9. Силовая установка по п. 1, дополнительно включающая в себя клапан управления отбором, расположенный на линии отбора.

25 10. Силовая установка по п. 1, дополнительно включающая в себя пароохладитель на линии отбора, выполненный с возможностью удаления перегрева из пара на линии отбора.

11. Силовая установка по п. 1, в которой паровая турбина промежуточного давления представляет собой многоступенчатую паровую турбину промежуточного давления и отверстие отбора пара выполнено и расположено с возможностью отбора пара из промежуточной ступени паровой турбины промежуточного давления.

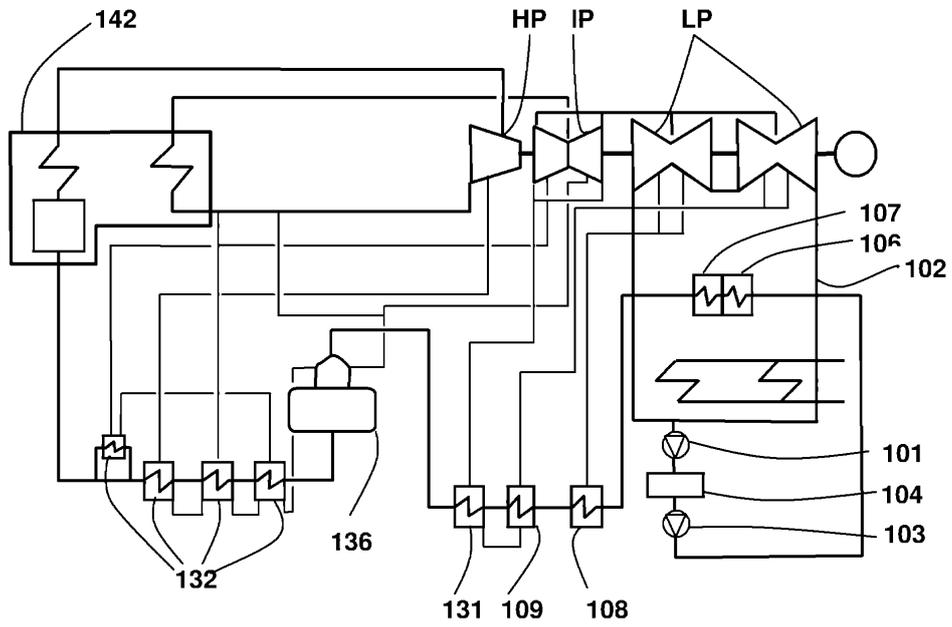
30 12. Силовая установка по п. 1, дополнительно содержащая аварийную линию, соединенную с отводной линией и конденсатором.

35

40

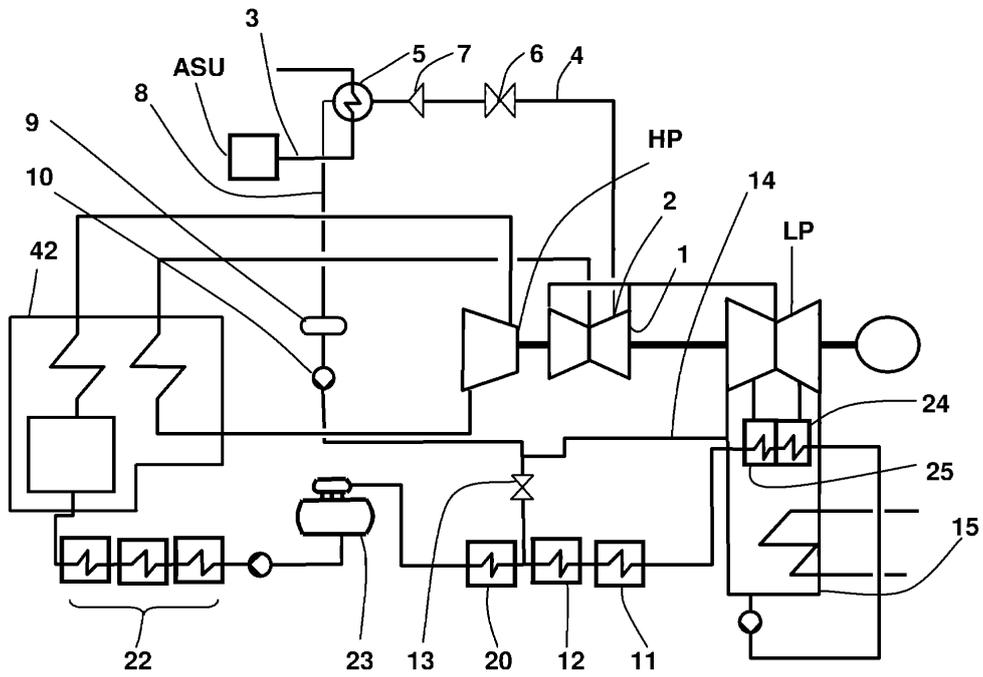
45

1/2



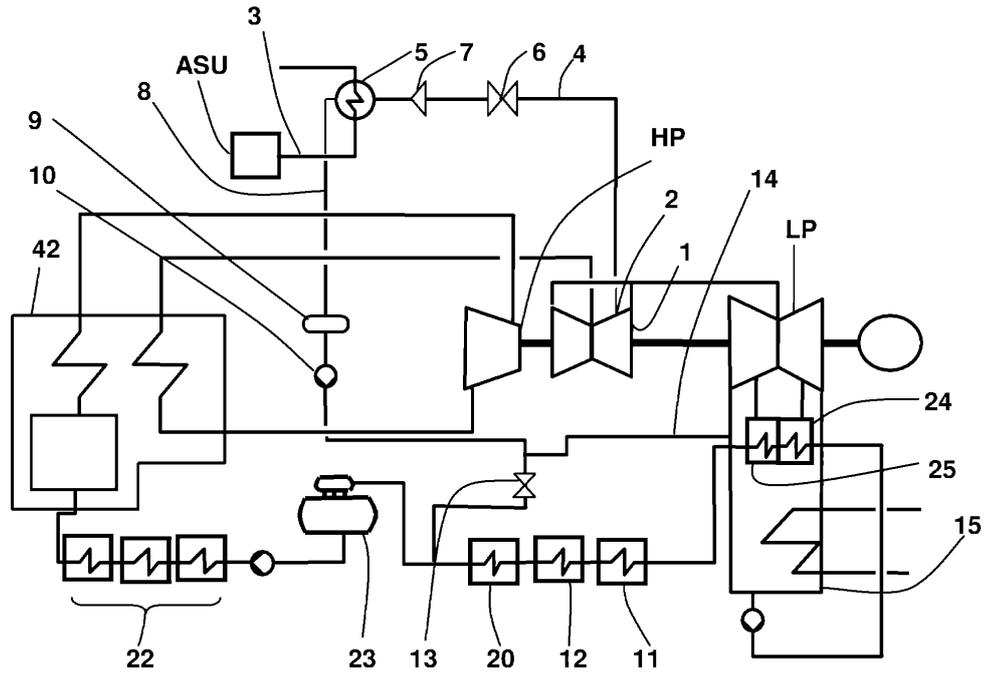
Фиг. 1

(Известный уровень техники)

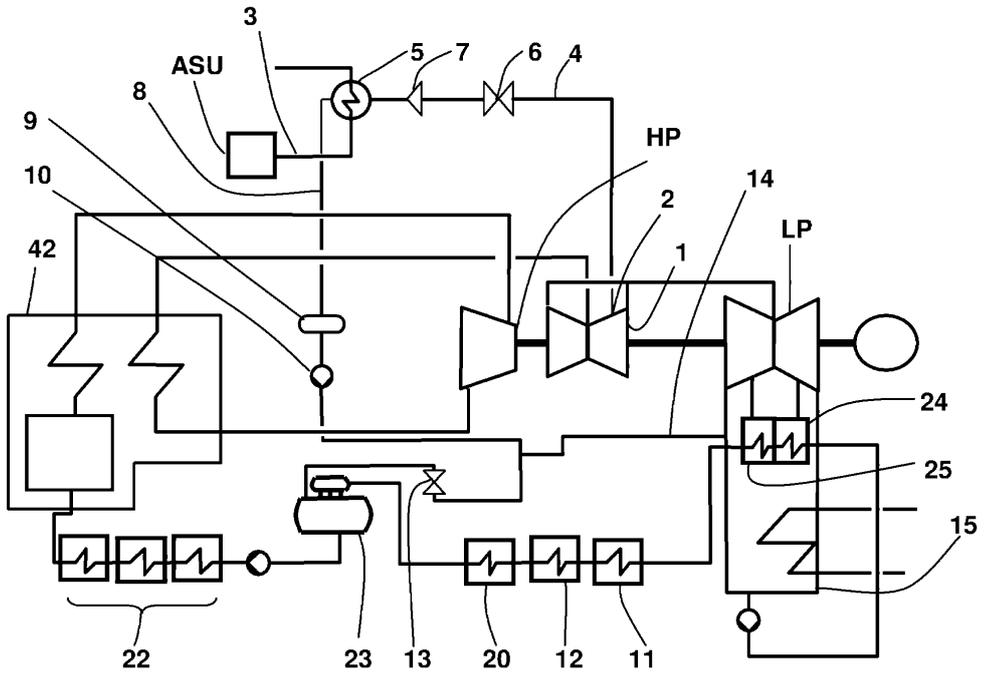


Фиг. 2

2/2



Фиг. 3



Фиг. 4