



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012138140/06, 06.09.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.09.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.09.2011 EP 11180391.2

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2014 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 10.12.2014 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2009/0320493 A1, 31.12.2009. WO 2010/072524 A2, 01.07.2010. WO 2006/097495 A2, 21.09.2006. GB 932718 A, 31.07.1963. RU 2312229 C2, 10.12.2007. RU 2200850 C2, 20.03.2003

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спаская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву, рег. N 146

(72) Автор(ы):

**ШЛЕЗИР Ян (СН),
ОЛИА Хамид (СН),
ШЁНЕНБЕРГЕР Мартин (СН),
ЛИБАУ Мартин (СН)**

(73) Патентообладатель(и):

АЛЬСТОМ ТЕКНОЛОДЖИ ЛТД (СН)

(54) СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетике. В способе эксплуатации комбинированной электростанции, включающей в себя газовую турбину и паровую турбину, соответственно посредством подключенного электрогенератора вырабатывают переменное напряжение соответствующей частоты и отдают его сети переменного напряжения, причем отходящий газ газовой турбины используется для выработки пара для паровой турбины. На первом этапе внутренние потребители снабжаются в автономном режиме посредством газовой турбины, причем ее режимная точка выбирается так, что достигается минимальная температура пара для паровой турбины, на втором этапе в автономном режиме паровая турбина синхронизируется и запускается до

рабочей точки, при которой может достигаться максимальное возрастание нагрузки, причем результирующее изменение нагрузки паровой турбины компенсируется газовой турбиной, на третьем этапе подключаются нагрузки потребителей, на четвертом этапе возрастание запрошенной нагрузки полностью или частично, а также длительно или временно обеспечивается паровой турбиной, на пятом этапе нагрузка паровой турбины постепенно снижается для возрастания ее способности к повышению нагрузки. Этапы с третьего по пятый повторяются до тех пор, пока не будет достигнута основная нагрузка комбинированной электростанции. Изобретение позволяет обеспечить надежное и гибкое восстановление сети при аварийном запуске. 9 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F01K 23/00 (2006.01)
F02C 9/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012138140/06, 06.09.2012**

(24) Effective date for property rights:
06.09.2012

Priority:

(30) Convention priority:
07.09.2011 EP 11180391.2

(43) Application published: **27.03.2014** Bull. № 9

(45) Date of publication: **10.12.2014** Bull. № 34

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, stroenie 3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg.N 146**

(72) Inventor(s):

**ShLEZIR Jan (CH),
OLIA Khamid (CH),
ShENENBERGER Martin (CH),
LIBAU Martin (CH)**

(73) Proprietor(s):

AL'STOM TEKNOLODZHI LTD (CH)

(54) **METHOD OF OPERATION OF COMBINED POWER STATION**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to power engineering. In the method of operation of combined power station comprising the gas turbine and the steam turbine, respectively by means of connected electric generator AC voltage of the relevant frequency is generated and supplied to the AC mains, and the off-gas of the gas turbine is used for generation of steam for the steam turbine. At the first stage the internal consumers are supplied in independent mode by means of gas turbine, and its regime point is selected so that the steam minimum temperature for the steam turbine is achieved, at the second stage in independent mode the steam turbine is synchronized and is started up to the working point, at which the maximum increase of

the load can be achieved, and the resulting change of the load of the steam turbine is compensated by the gas turbine, at the third stage the loads of consumers are connected, at the fourth stage increase of the requested load completely or partially, and also continuously or temporarily is provided by the steam turbine, at the fifth stage the load of the steam turbine is gradually decreased for increase of its ability to stand the load increase. The stages from third up to fifth are reproduced until the base load of combined power station will be achieved.

EFFECT: invention allows to provide reliable and flexible recovery of the mains at emergency start.

10 cl, 5 dwg

RU 2 535 442 C 2

RU 2 535 442 C 2

Изобретение относится к области электростанций. Оно касается способа эксплуатации комбинированной электростанции в соответствии с ограничительной частью пункта 1 формулы изобретения.

5 В случае полного выхода из строя системы передачи электроэнергии (сети переменного тока) выбранные генераторные установки имеют способность восстановления сети. Однако из-за очень ограниченной величины сети очень трудно поддерживать баланс между производством электроэнергии и ее потреблением. Вследствие этого возникают изменения частоты, которые являются значительными по сравнению с нормальными условиями эксплуатации сети.

10 Независимо от типа установки, предназначенной для осуществления такого аварийного запуска, требуется способность немедленного удовлетворения блоков спроса, составляющих обычно 30-50 МВт. Генераторная установка должна быть в состоянии во время удовлетворения таких блоков спроса регулировать частоту и уровень напряжения в приемлемых пределах.

15 Электростанции большой мощности особенно подходят для восстановления сетей. Примером подходящей электростанции является комбинированная электростанция 10, в сильно упрощенном и схематичном виде изображенная на фиг. 1. Она включает в себя газовую турбину 11 и пароводяной контур 12, соединенные между собой парогенератором-утилизатором 13. Газовая турбина 11 всасывает с помощью компрессора 15 воздух 19, сжимает его и отдает его камере 16 сгорания, в которую 20 подается топливо 20. Топливо 20 с помощью сжатого воздуха сжигается и вырабатывает горячий газ, который, расширяясь в последующей турбине 17, совершает работу. При этом турбина 17 приводит в действие, с одной стороны, компрессор 15, а с другой стороны, - генератор 18, вырабатывающий переменный ток или переменное напряжение. 25 Отходящий газ 21 турбины 17 направляется через парогенератор-утилизатор 13 и выходит по трубе 22 в атмосферу.

В парогенераторе-утилизаторе 13 установлен испаритель 27 пароводяного контура 12, в котором испаряется питательная вода, подаваемая насосом 26. Выработанный пар расширяется в паровой турбине 23 и совершает работу, приводя дополнительный генератор 24 для выработки тока или напряжения. Выходящий из паровой турбины 23 пар конденсируется в конденсаторе 25 и, замыкая контур, подается к насосу 26 питательной воды.

Выработанный генераторами 18, 24 ток (переменный ток) подается в соединенную с электростанцией 10 сеть 28 переменного напряжения. Блок 14 управления служит для того, чтобы требования сети 28 к частоте и величине мощности выполнялись как можно в более полной мере.

Из US 2009/0320493 A1 известен способ первичного регулирования работающей на сеть комбинированной электростанции, при котором за счет соответствующего приведения в действие воздействующего на паровую турбину вентиля в постоянной готовности поддерживается ее резервная мощность, чтобы в случае падения частоты в сети поддерживать частоту сети. При этом случай аварийного запуска не рассматривается.

В случае газотурбинных модулей комбинированной электростанции неустановившийся режим работы газовой турбины может привести к значительным изменениям температуры на выходе. Как правило, это требует устройства байпасной газоотводной трубы. Это может быть значительным моментом при оценке того, подходит ли газотурбинный модуль комбинированной электростанции для аварийного запуска или нет.

Современные газовые турбины высокой мощности особенно хорошо подходят для восстановления сети. Однако гибкость при работе этих машин в области малых мощностей, как правило, ограничена пределами процесса. Поэтому в общем случае отдельный агрегат не может отвечать названным требованиям ко всему рабочему

5 диапазоны.

Задачей изобретения является создание способа эксплуатации комбинированной электростанции, с помощью которого восстановление сети может достигаться простым и надежным образом.

10 Эта задача решается посредством совокупности признаков пункта 1 формулы изобретения.

Изобретение относится к способу эксплуатации комбинированной электростанции, включающей в себя газовую и паровую турбины, которые соответственно посредством подключенного электрогенератора вырабатывают переменное напряжение соответствующей частоты и отдают его сети переменного напряжения, причем

15 отходящий газ газовой турбины используется для выработки пара для паровой турбины.

Способ отличается тем, что для восстановления сети при аварийном запуске на первом этапе внутренние потребители снабжаются в автономном режиме посредством газовой турбины, причем ее режимная точка выбирается так, что достигается

20 минимальная температура пара для паровой турбины, на втором этапе в автономном режиме паровая турбина синхронизируется и запускается до рабочей точки, при которой может достигаться максимальное возрастание нагрузки, причем результирующее изменение нагрузки паровой турбины компенсируется газовой турбиной, на третьем этапе поблочно подключаются нагрузки потребителей, на четвертом этапе возрастание

25 запрошенной нагрузки полностью или частично, а также длительно или временно обеспечивается паровой турбиной, на пятом этапе нагрузка паровой турбины постепенно снижается для возрастания ее способности к повышению нагрузки, и этапы с третьего по пятый повторяются до тех пор, пока не будет достигнута основная нагрузка комбинированной электростанции.

30 Один вариант предлагаемого способа отличается тем, что на первом этапе подготавливается минимальная температура пара, которая определяется или регулируется на основе температуры ротора паровой турбины и обеспечивается за счет оптимальной режимной точки газовой турбины, которая (точка) обеспечивает соответствующую выходную температуру ее дымовых газов, в случае остановки ротор

35 паровой турбины остывает медленнее ее корпуса. Если паровая турбина после остановки и соответствующего остывания снова запускается, то необходимо, чтобы температура пара при повторном запуске была достаточно высокой, с тем чтобы не возникало термически обусловленных повреждений. Соответственно адаптированная температура пара, в частности соответственно минимальная температура, может предотвратить

40 чрезмерное остывание корпуса, соприкосновение лопаток со статором и повреждение их вершин. Минимальная для этого температура пара может обеспечиваться за счет того, что газовая турбина запускается в режимной точке, так что дымовые газы на выходе из газовой турбины и, тем самым, при входе в котел-утилизатор имеют достаточно высокую температуру, чтобы обеспечить такую минимальную температуру

45 пара. Для обеспечения такой температуры пара можно выбрать одну из многих оптимальных режимных точек для газовой турбины. В зависимости от ее типа режимная точка может быть установлена, в том числе, за счет параметров, таких как количество топлива, температура подачи воздуха или настройки направляющего колеса.

Другой вариант отличается тем, что на втором этапе используется вся выходная мощность для собственных нужд комбинированной электростанции и что в зависимости от оптимальной режимной точки газовой турбины паровая турбина сама по себе или вместе с газовой турбиной создает мощность для внутренних потребителей. Другой вариант отличается тем, что избыточная мощность в автономном режиме, которая не может использоваться внутренними потребителями, может использоваться для работы компрессора 15 газовой турбины.

Другой вариант отличается тем, что в автономном режиме электростанции 10 выработанный генераторами 18, 24 ток для соединенной сети переменного тока равен нулю.

Другой вариант отличается тем, что на четвертом этапе запрошенная нагрузка полностью создается посредством паровой турбины или пробел между запрошенной нагрузкой и полной реакцией газовой турбины заполняется посредством паровой турбины. По сравнению с паровыми турбинами газовые турбины при возрастании нагрузки в зависимости от режимной точки реагируют не так быстро. В любом случае паровая турбина может достаточно быстро реагировать для реализации сильного возрастания нагрузки. Поэтому работа паровой турбины самой по себе может реализовать полное возрастание нагрузки.

Газовая турбина может реагировать также быстро, причем быстрота газовой турбины в определенных диапазонах нагрузок, большей частью в диапазонах низких нагрузок, ограничена из-за стабильности работы. Однако она должна эксплуатироваться и так, чтобы соблюсти, например, предельные значения токсичных выбросов, что в диапазонах низких нагрузок ограничивает эксплуатационный диапазон газовой турбины. В случае, если требуется резкое и быстрое возрастание нагрузки и эксплуатируется только газовая турбина, может образоваться пробел между запрошенным возрастанием нагрузки и возрастанием нагрузки, реализованным посредством газовой турбины. Этот пробел может быть заполнен при этом за счет дополнительной работы паровой турбины.

Другой вариант осуществления изобретения отличается тем, что за счет длительного обеспечения запрошенной нагрузки посредством паровой турбины можно обойти диапазоны нагрузок при работе газовой турбины, ограниченной пределами процесса или выбросов.

Согласно другому варианту, паровая турбина эксплуатируется так, что возникает возможность как повышения, так и снижения ее нагрузки.

Другой вариант отличается тем, что минимальная нагрузка паровой турбины поддерживается таким образом, что при однофазной конфигурации предотвращается размыкание муфты, а при многофазной конфигурации - размыкание выключателя генератора.

Изобретение более подробно поясняется ниже на примерах его осуществления со ссылкой на чертежи, на которых изображают:

- 40 - фиг.1 принципиальную конструкцию комбинированной электростанции, подходящей для осуществления предложенного способа;
- фиг.2 различные временные кривые при синхронизации паровой турбины комбинированной электростанции при аварийном запуске в соответствии с одним примером осуществления способа;
- 45 - фиг.3 различные временные кривые при подключении нагрузочного блока к комбинированной электростанции в соответствии с одним примером осуществления способа;
- фиг.4 различные временные кривые при стабилизации комбинированной

электростанции после подключения нагрузочного блока в соответствии с одним примером осуществления способа;

- фиг.5 дальнейшее подключение нагрузочного блока и соответствующие временные кривые.

5 Способ основан на согласованном управлении газовой и паровой турбинами по всему эксплуатационному диапазону установки (от собственных нужд до основной нагрузки). При этом способ подходит как для одновальных, так и для мновальных установок и отличается следующими преимуществами.

1. Могут подключаться крупные блоки запроса. Включение паровой турбины
10 компенсирует при этом возможные ограничения на эксплуатацию газовой турбины в диапазоне нагрузок при

а) технологических ограничениях и

б) обусловленных отходящими газами ограничениях.

2. Благодаря превосходящим динамическим свойствам паровой турбины возникает
15 повышенная стабильность регулирования.

3. Возникает способность восстановления сети, простирающаяся вплоть до основной нагрузки комбинированной электростанции.

4. Байпасной газоотводящей трубы не требуется, поскольку можно избежать
чрезмерных колебаний температуры газа.

20 Эксплуатационные режимы комбинированной электростанции более подробно поясняются ниже в рамках изобретения с помощью фиг.2-5. Фиг.2 относится к синхронизации паровой турбины, причем здесь, как и на остальных фигурах, в зависимости от времени (в секундах) на левой шкале нанесена мощность (в мегаваттах), а на правой шкале - частота (в герцах). Кривая а представляет на всех фиг.2-5 временную
25 характеристику термической мощности комбинированной электростанции (CC PRW THERM), кривая b - соответствующее потребление мощности (LOAD CONSUMPTION), кривая c - соответствующую термическую мощность газовой турбины (GT PRW THERM), кривая d - соответствующую термическую мощность паровой турбины (ST PRW THERM), кривая e - соответствующую частоту газовой турбины (FREQ GT), а кривая
30 f - соответствующую частоту паровой турбины (FREQ ST).

Начальной режимной точкой на фиг.2 является автономный режим работы газовой турбины, посредством которой снабжаются только внутренние потребители (постоянные
собственные нужды в соответствии с кривой b). Выработанный пар через деривационные
35 секции 29 паровой турбины отводится непосредственно в конденсатор. Режимная точка газовой турбины выбрана так, что достигается минимальная температура пара для работы паровой турбины. Необходимая температура пара определяется главным образом температурой ротора паровой турбины.

Паровая турбина синхронизируется и запускается по мощности в соответствии с кривой d на фиг.2 до идеальной режимной точки для подключения первого блока
40 нагрузок потребителей (это, как правило, точка с максимальной способностью паровой турбины к повышению нагрузки). Вся активная выходная мощность установки (кривая b) остается на уровне собственных нужд (отдача мощности нетто сети равна нулю - режим нулевой мощности). Паровая турбина снабжает тогда мощностью внутренних потребителей и, в случае необходимости, снабжает мощностью потребителя газовой
45 турбины, тогда как мощность газовой турбины снижается (кривая c); постоянная кривая b представляет внутреннее потребление, а вся термическая мощность а является суммой термической мощности с газовой турбины и термической мощности d паровой турбины.

Фиг.3 относится к подключению блоков нагрузок. После подключения одного блока

нагрузок потребителей (ступенчатое возрастание (кривая b)) газовая и паровая турбины одновременно реагируют на связанное с этим изменение частоты (вначале это падение частоты (кривая f)). Координация обеих турбин связана со следующими характеристиками.

5 1. Общие действия с некоторой адаптацией аналогичны тем, что описаны в US 2009/0320493 A1. Отклонение между заданным значением нагрузки и приближенным в результате модельных расчетов, оцениваемым ответом газовой турбины, компенсируется включением паровой турбины. В зависимости от режимной точки установки паровая турбина обеспечивает рост спроса на нагрузку - полностью или частично - на
10 ограниченной по времени или длительной основе. Ограниченное по времени включение заполняет пробел между подключением блока нагрузок и полной реакцией газовой турбины. Длительное включение служит для обхода диапазонов нагрузок с ограниченной эксплуатацией газовой турбины (ограничения, обусловленные процессом или выбросами).

15 2. В первую очередь включение паровой турбины улучшает динамический ответ вырабатывающего мощность агрегата. Это важно, в частности, для диапазонов нагрузок с ограниченной динамикой реакции газовой турбины (типично при эксплуатации с низкой нагрузкой). Поэтому газовая турбина должна эксплуатироваться так, чтобы в распоряжении имелась способность паровой турбины к повышению и снижению
20 нагрузки.

3. Минимальная нагрузка паровой турбины должна всегда поддерживаться во избежание размыкания муфты (при одновальной конфигурации) или размыкания выключателя генератора (при многовальной конфигурации).

Фиг.4 относится к стабилизации после подключения блоков нагрузок. После
25 стабилизации частоты установка подготовлена к подключению следующего блока нагрузок потребителей (фиг.5). За исключением диапазонов ограниченной эксплуатации, газовая турбина поддерживает необходимую мощность. Нагрузка паровой турбины постепенно снижается (кривая d), в результате чего возрастает ее способность к
повышению нагрузки. Снижение нагрузки паровой турбины имеет следующие пределы.

30 1. Должна обеспечиваться минимальная способность к снижению нагрузки, чтобы поддерживать стабильность системы (эксплуатационные диапазоны с ограниченной реакционной способностью газовой турбины).

2. Должна поддерживаться минимальная нагрузка паровой турбины («Min. ST load» - кривая d) во избежание размыкания муфты (при одновальной конфигурации) или
35 размыкания выключателя генератора (при многовальной конфигурации).

3. Возможно, что паровая турбина должна покрывать часть запрашиваемой нагрузки потребителей в течение длительного периода времени, чтобы обойти диапазоны нагрузок, критические для длительной эксплуатации газовой турбины. В этом случае требуется управляемый байпасный режим.

40 4. Паровая турбина запускается, как только будет достигнута заданная способность к переходному повышению нагрузки («Max. ST load increase capacity reached» - кривая d) (фиг.4).

При подключении дополнительного блока нагрузок на фиг.5 паровая турбина реагирует сразу же (кривая d). Газовая турбина следует с некоторой задержкой (кривая
45 c), причем паровая турбина снова останавливается с возрастанием мощности газовой турбины.

Подключение блоков нагрузок и последующая стабилизация на фиг.3-5 последовательно повторяются до тех пор, пока не будет достигнута основная нагрузка.

Перечень ссылочных позиций

- 10 - комбинированная электростанция
- 11 - газовая турбина
- 12 - пароводяной контур
- 5 13 - парогенератор-утилизатор
- 14 - блок управления
- 15 - компрессор
- 16 - камера сгорания
- 17 - турбина
- 10 18, 24 - генератор
- 19 - воздух
- 20 - топливо
- 21 - отходящие газы
- 22 - газоотводная труба
- 15 23 - паровая турбина
- 25 - конденсатор
- 26 - насос питательной воды
- 27 - испаритель
- 28 - сеть (переменного напряжения)
- 20 29 - деривационная секция паровой турбины

Формула изобретения

1. Способ эксплуатации комбинированной электростанции (10), включающей в себя газовую турбину (11) и паровую турбину (23), с помощью которых соответственно посредством подключенного электрогенератора (18, 24) вырабатывают переменное напряжение соответствующей частоты и отдают его сети переменного напряжения (28), причем отходящий газ (21) газовой турбины (11) используют для выработки пара для паровой турбины (23), отличающийся тем, что для восстановления сети при аварийном запуске на первом этапе внутренних потребителей снабжают в автономном режиме посредством газовой турбины (11), причем режимную точку газовой турбины (11) выбирают с возможностью достижения минимальной температуры пара для паровой турбины (23), на втором этапе в автономном режиме паровую турбину (23) синхронизируют и запускают до рабочей точки, при которой может достигаться максимальное возрастание нагрузки, причем результирующее изменение нагрузки паровой турбины (23) компенсируют газовой турбиной (11), а потребление мощности со стороны сети равно 0 МВт, на третьем этапе поблочно подключают нагрузки потребителей, на четвертом этапе возрастание запрошенной нагрузки полностью или частично, а также длительно или временно обеспечивают посредством паровой турбины (23), на пятом этапе нагрузку паровой турбины (23) постепенно снижают для возрастания ее способности к повышению нагрузки и этапы с третьего по пятый повторяют до тех пор, пока не будет достигнута основная нагрузка комбинированной электростанции (10).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на первом этапе подготавливают минимальную температуру пара, которую определяют или регулируют на основе температуры ротора паровой турбины (23) и обеспечивают за счет оптимальной режимной точки газовой турбины (11).

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что на втором этапе используют всю выходную мощность для собственных нужд комбинированной электростанции (10), при этом в

зависимости от оптимальной режимной точки газовой турбины (11) с помощью паровой турбины (23) самой по себе или вместе с газовой турбиной (11) или газовой турбиной (11) самой по себе создают мощность для внутренних потребителей.

5 4. Способ по п.3, отличающийся тем, что на втором этапе избыточная мощность в автономном режиме, которая не может использоваться внутренними потребителями, может использоваться для работы компрессора (15) газовой турбины.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что на первом и втором этапах в автономном режиме комбинированной электростанции (10) выработанный генераторами (18, 24) ток для соединенной сети переменного тока (28) равен нулю.

10 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что на четвертом этапе запрошенную нагрузку полностью создают за счет координированной и одновременной реакции газовой турбины (11), паровой турбины (23) и ее деривационных секций (29), причем частоту сети регулируют на выбор посредством газовой турбины (11) или паровой турбины (23).

15 7. Способ по п.6, отличающийся тем, что на четвертом этапе запрошенную нагрузку полностью создают посредством паровой турбины (23) или пробел между запрошенной нагрузкой и полной реакцией газовой турбины (11) заполняют посредством паровой турбины.

20 8. Способ по любому из пп.1-4, 6, 7, отличающийся тем, что за счет длительного обеспечения запрошенной нагрузки посредством паровой турбины (23) обходят диапазоны нагрузок при работе газовой турбины, ограниченной пределами процесса или выбросов.

9. Способ по любому из пп.1-4, 6, 7, отличающийся тем, что паровую турбину (23) эксплуатируют с возможностью как повышения, так и снижения ее нагрузки.

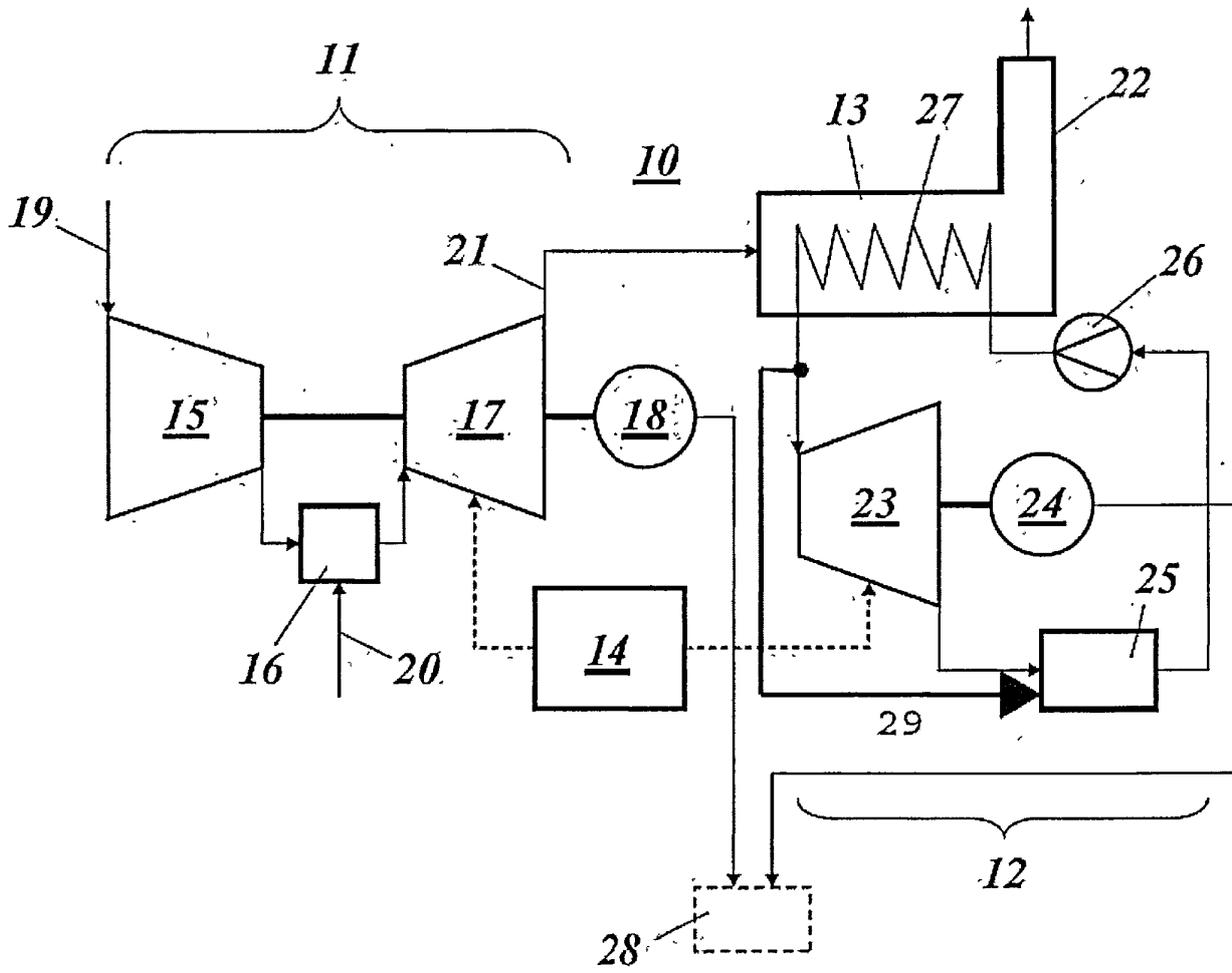
25 10. Способ по любому из пп.1-4, 6, 7, отличающийся тем, что минимальную нагрузку паровой турбины поддерживают с возможностью предотвращения при одновальной конфигурации размыкания муфты, а при многовальной конфигурации - размыкания выключателя генератора.

30

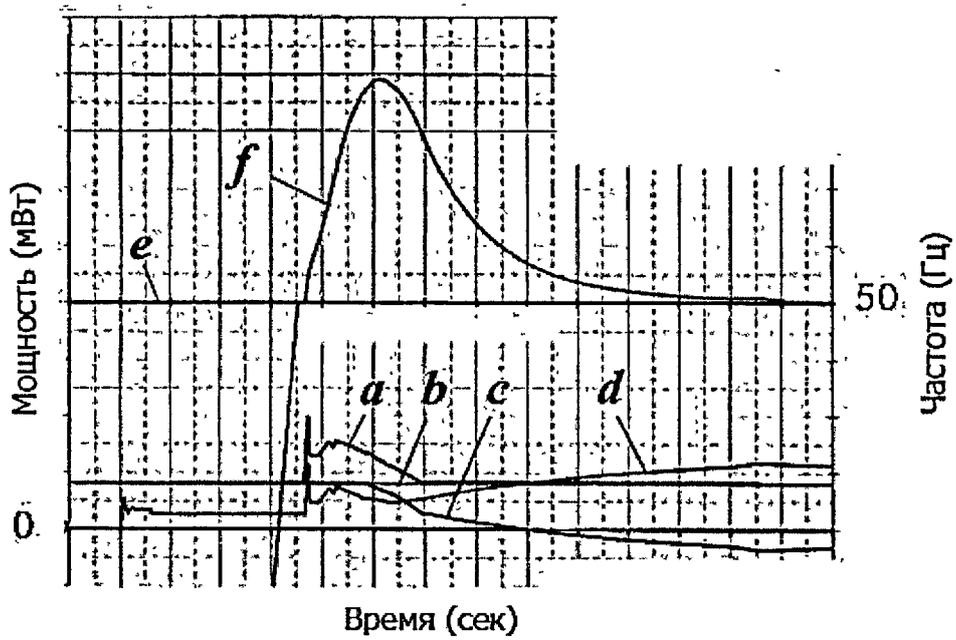
35

40

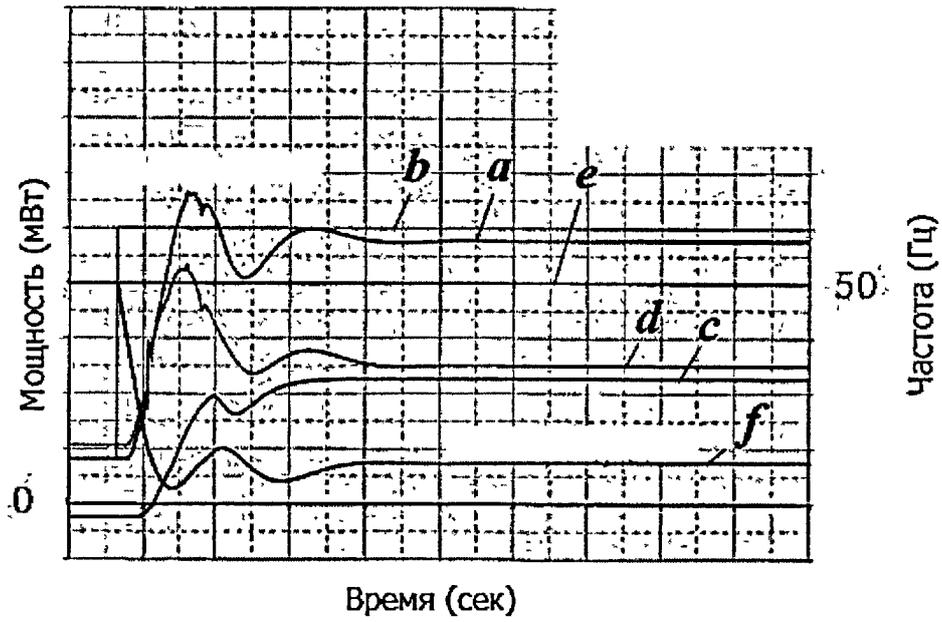
45



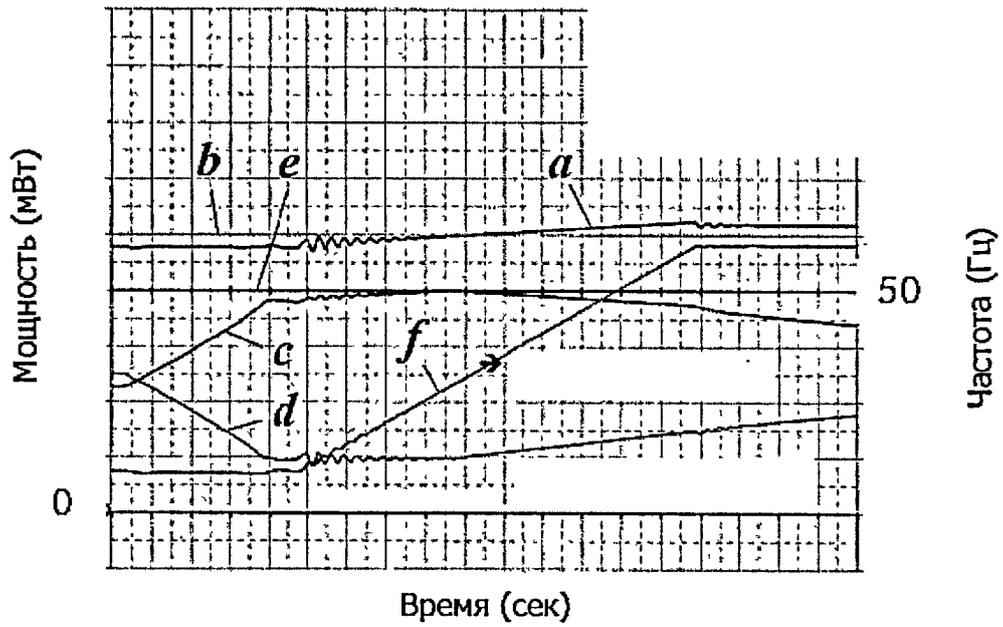
ФИГ. 1



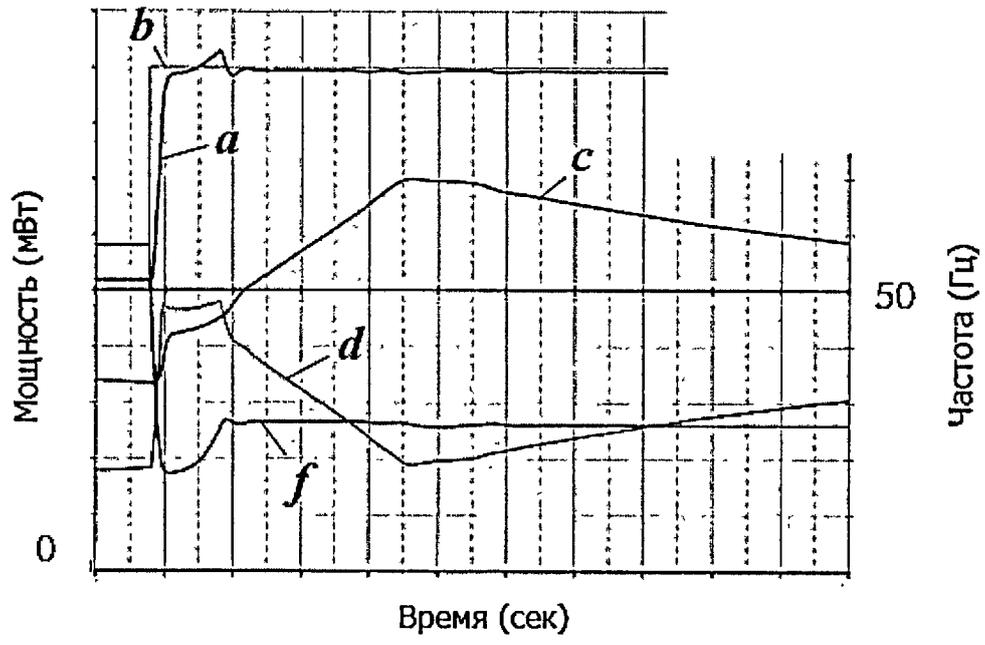
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5