



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009147351/06, 22.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.12.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.12.2008 US 12/342,570

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2011 Бюл. № 18

(45) Опубликовано: 20.10.2014 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **В.Я.РЫЖКИН, ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, МОСКВА, ИЗДАТЕЛЬСТВО МЭИ, 1976, СТР.173, РИС. 12-2Б. А.Д.ТРУХНИЙ, ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ И ТУРБОУСТАНОВКИ, МОСКВА, ИЗДАТЕЛЬСТВО МЭИ, 2002, СТР.299, РИС. 10.11. RU 2150008 C1 (ОАО "ВСЕРОССИЙСКИЙ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ"), 27.05.2000 . EP 1783324 A2 (GENERAL ELECTRIC (см. прод.)**

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ЭРНАНДЕС Нестор (US)

(73) Патентообладатель(и):

Дженерал Электрик Компани (US)

(54) ПРОТИВОТОЧНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА С ЧАСТЯМИ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

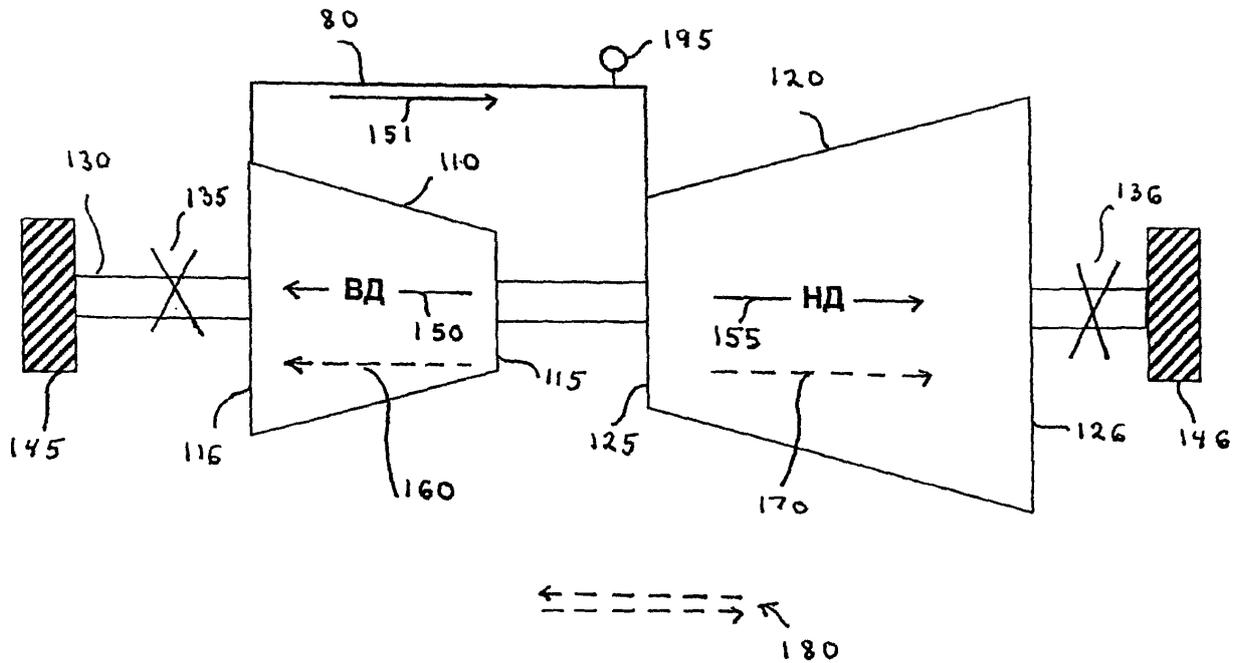
Противоточная паровая турбина содержит паровую турбину высокого и низкого давления, общий роторный вал, первый паровой тракт, второй паровой тракт и средства направления первого парового тракта из паровой турбины высокого давления в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления, содержащие переходную трубу. Переходная труба проходит от конца низкого давления паровой турбины высокого давления к концу высокого давления турбины низкого давления. Первый паровой тракт проходит в первом направлении через паровую турбину

высокого давления. Второй паровой тракт проходит в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления. Контрольно-измерительная аппаратура установлена на переходном паровом тракте между паровой турбиной высокого давления и паровой турбиной низкого давления и предназначена для текущего контроля параметров потока пара. Данные, получаемые от контрольно-измерительной аппаратуры, расположенной на переходном паровом тракте, содержат информацию о смешанном потоке, используемую для регулирования паровой турбины. Контрольно-

измерительная аппаратура установлена на переходном паровом тракте между паровой турбиной высокого и низкого давления и предназначена для текущего контроля параметров потока пара. Обеспечивается

ограничение осевого усилия, так что общая эффективность парового тракта может быть улучшена путем усиления реактивности ступени. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 4 ил.

105



Фиг.2

(56) (продолжение):

COMPANY), 09.05.2007. SU 1165805 A1 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ТУРБОСТРОЕНИЯ "ЛЕНИНГРАДСКИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЗАВОД"), 30.11.1990 . US
20080003095 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY), 03.01.2008

RU 2531016 C2

RU 2531016 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2009147351/06, 22.12.2009

(24) Effective date for property rights:
22.12.2009

Priority:

(30) Convention priority:
23.12.2008 US 12/342,570

(43) Application published: 27.06.2011 Bull. № 18

(45) Date of publication: 20.10.2014 Bull. № 29

Mail address:

191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

EhRNaNDES Nestor (US)

(73) Proprietor(s):

Dzheneral Ehlektrik Kompani (US)

(54) **REVERSE-FLOW STEAM TURBINE WITH HIGH AND LOW PRESSURE SECTIONS**

(57) Abstract:

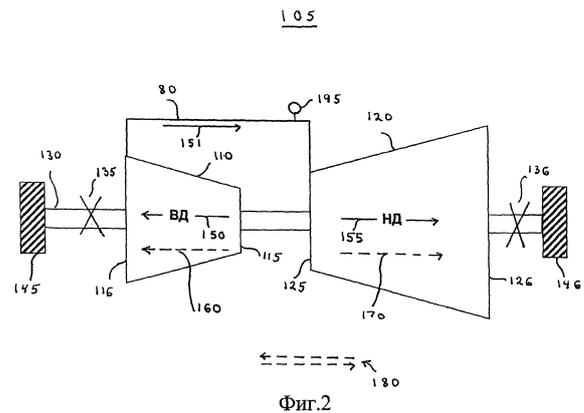
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: reverse-flow steam turbine comprises the high and low pressure steam turbines, common rotor shaft, first steam path, second steam path and guiding devices (with the reducing pipe) for the first steam path from the high-pressure steam turbine towards the opposite direction through the low pressure steam turbine. The reducing pipe passes from the low pressure section of the high-pressure steam turbine to the high-pressure section of the low pressure turbine. The first steam path passes towards the first direction through the high-pressure steam turbine. The second steam path passes towards the opposite direction through the low pressure steam turbine. The instrumentation is installed on the transition steam path between the high-pressure steam turbine and low pressure steam turbine and is intended for monitoring the parameters of steam flow. The data obtained from instrumentation, located on the transition steam path, contain the information on the mixed stream used for

regulation of the steam turbine. The instrumentation is installed on the transition steam path between the high and low pressure steam turbine and is intended for monitoring the parameters of steam flow.

EFFECT: limitation of an axial load is ensured, so the general efficiency of the steam path can be improved by increase of the stage reactivity.

5 cl, 4 dwg



RU 2 531 016 C 2

RU 2 531 016 C 2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Данное изобретение, в целом, относится к паровым турбинам и, более конкретно, к схемам распределения потока пара внутри паровых турбин для сведения к минимуму осевого усилия.

5 ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В настоящее время для больших энергетических систем с комбинированным циклом часто используются крупные паровые турбины, содержащие паровую турбину и газовую турбину, которые совместно приводят в действие электрический генератор в качестве нагрузки. Предлагалось множество схем расположения газовых турбин и паровых турбин при комбинированном цикле. Комбинированный цикл представляет собой объединенный тепловой цикл, в котором горячий выхлопной газ, выходящий из газовой турбины, имеющей камеру сгорания, обеспечивает тепловую энергию частично или полностью для создания пара, используемого в паровой турбине.

Паровая турбина является механическим устройством, которое отбирает энергию от подаваемого под давлением пара и преобразует ее в полезную работу. В паровые турбины поток пара поступает под входным давлением через неподвижные сопла, которые направляют этот поток пара на рабочие лопатки, прикрепленные с возможностью вращения к ротору турбины. Поток пара, воздействуя на эти лопатки, создает вращающий момент, который заставляет вращаться ротор турбины, создавая при этом полезный источник энергии, обеспечивающий вращение электрического генератора или подобного устройства. Паровая турбина по длине ротора содержит несколько пар сопел (или неподвижных лопаток) и рабочих лопаток. Каждая пара сопел и рабочих лопаток называется ступенью. Каждая ступень отбирает некоторое количество энергии от потока пара, вызывая при этом падение давления и расширение определенного объема потока пара. Соответственно, размер сопел и лопаток (ступеней) и их расстояние от ротора на последующих ступенях постепенно увеличиваются. С точки зрения стоимости и эффективности, в целом, желательно отбирать по возможности наибольшее количество энергии до выпуска использованного пара в разреженное пространство в конденсаторе.

В мощных паровых турбинах количество и диаметр ступеней становятся очень большими. Как правило, процесс отбора энергии лучше разделять на две различные турбины, называемые паровой турбиной высокого давления и паровой турбиной низкого давления. Паровая турбина высокого давления принимает исходный поток пара под высоким давлением и выпускает его в паровую турбину низкого давления, которая продолжает процесс отбора энергии. Паровая турбина высокого давления должна быть конструктивно решена так, чтобы противостоять большим усилиям, создаваемым паром под высоким давлением. Паровая турбина низкого давления должна иметь большие размеры, чтобы вмещать большой определенный объем пара под пониженным давлением.

Паровые турбины дополнительно могут быть классифицированы с точки зрения действия пара при преобразовании тепла в механическую энергию. Передача энергии может выполняться активным способом, реактивным способом или комбинированным способом. В активной турбине неподвижные сопла направляют поток пара в виде высокоскоростных струй. Эти струи обладают значительной кинетической энергией, которую рабочие лопатки преобразуют во вращение вала при изменении направления струи пара. Падение давления возникает только в неподвижных лопатках с общим возрастанием скорости пара в ступени.

В реактивной турбине собственно лопатки ротора расположены с образованием

сужающихся сопел. В турбинах этого типа используется сила реакции, создаваемой при ускорении пара через сопла, образованные ротором. Направление пара на ротор выполняют с помощью неподвижных лопаток статора, при этом пар выходит от статора в виде струи, которая заполняет всю периферию ротора. Затем пар изменяет
5 направление, а его скорость увеличивается относительно скорости лопаток. Падение давления возникает как в статоре, так и в роторе, при этом пар проходит с ускорением через статор и с замедлением через ротор без общего изменения скорости пара в ступени, однако при этом происходит уменьшение как давления, так и температуры, которое свидетельствует о работе, обеспечивающей приведение во вращение ротора. Ранее не
10 использовали полностью преимущество реактивного способа при получении энергии от паровой турбины, частично вследствие того, что производительность турбины считалась отвечающей требованиям, а частично вследствие сложности восприятия увеличенного осевого усилия на роторный вал, возникающего в результате действия повышенных сил реакции на подвижные лопатки.

15 Возрастающая стоимость топлива и желание заказчиков получить улучшенную производительность паровой турбины возбудили интерес к созданию повышенной эффективности с помощью более высокой реактивности. Например, однопоточные паровые турбины с частями высокого и низкого давления (ВД-НД) часто используют для опреснительных установок, причем эти установки расположены в местах, в которых
20 топливо является относительно дешевым. Несмотря на это при существующих ценах на топливо производительность становится важным параметром даже для этих систем. За последние 2/3 года затраты, связанные с эксплуатацией установок этого типа, выросли с 300 до 800 долларов США на кВт с выдвиганием в настоящее время на первый план улучшенной производительности.

25 Обычная схема однопоточной паровой турбины с частями высокого и низкого давления (ВД-НД) показана на фиг. 1. Тракт потока для паровой турбины ВД-НД может быть определен как поток пара, проходящий между блоками турбины, опирающимися на пару опорных подшипников, расположенных на противоположных концах вала. В однопоточной паровой турбине 5 ВД-НД обычно сначала расположена турбина 10 ВД, за которой следует турбина 20 НД, причем обе турбины расположены на одной оси в одном направлении и объединены посредством вертикального соединения 25. Общий роторный вал 30 турбины 5 может опираться на опорные подшипники 35, расположенные на его противоположных концах. Осевой поток 50 пара ВД проходит через вертикальное соединение 25, а осевой поток 55 пара НД проходит через паровую
35 турбину 5 ВД-НД в том же направлении, создавая при этом осевое усилие 60 ВД и осевое усилие 65 НД, которые в результате создают суммарное конечное осевое усилие 70. Кроме того, на конце общего вала 30 может быть выполнен один большой объединенный упорный подшипник 40, рассчитанный на суммарное осевое усилие, для восприятия суммарного конечного осевого усилия 70 турбины 10 ВД и турбины 20 НД.
40 Во многих случаях для данного применения указанный упорный подшипник 40 выполнен по возможности с максимальными размерами.

Проблему большого осевого усилия раньше решали путем использования упорного подшипника большого размера и низких уровней реактивности в конструкции паровой турбины. Такое сочетание не является лучшим решением для обеспечения
45 производительности турбины, так как наличие указанного подшипника означает большие потери в подшипнике, а низкая реактивность означает низкую эффективность парового тракта. Подобные конструкции не имеют или имеют весьма небольшую возможность для улучшения эффективности.

Если необходимо улучшить эффективность парового тракта, то основным источником улучшения, который остается доступным, является увеличение реактивности ступеней в одной или обеих турбинах ВД и НД. Однако увеличенная реактивность ступеней приводит к увеличению осевых усилий, неизбежно требующих более значительной способности выдерживать осевое усилие (что сказывается на большем размере упорного подшипника). В некоторых применениях с однопоточными блоками паровой турбины ВД-НД в данных блоках уже используют подходящий подшипник специального назначения с наибольшими размерами. Такой размер упорных подшипников ограничивает эффективность однопоточных блоков ВД-НД, увеличивая эффективность парового тракта с низкой реактивностью примерно на 5%.

Соответственно, существует необходимость в создании схемы для комбинации паровой турбины ВД и паровой турбины НД, обеспечивающей преимущественно ограничение осевого усилия, так что общая эффективность парового тракта может быть улучшена путем усиления реактивности ступени.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к схеме комбинации паровой турбины ВД и паровой турбины НД, обеспечивающей преимущественно ограничение осевого усилия, так что общая эффективность парового тракта для данной комбинации может быть улучшена путем увеличения реактивности ступени. Кратко, в соответствии с одним аспектом, предложена противоточная паровая турбина, которая содержит паровую турбину высокого давления и паровую турбину низкого давления. Для паровой турбины высокого давления и паровой турбины низкого давления имеется общий роторный вал. Через паровую турбину высокого давления проходит первый паровой тракт. Через паровую турбину низкого давления в противоположном направлении проходит второй паровой тракт. Предусмотрены средства направления первого парового тракта из паровой турбины высокого давления ко второму паровому тракту в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления.

В соответствии со вторым аспектом данного изобретения предложен способ расположения парового тракта в противоточной паровой турбине с частями высокого и низкого давления. Данный способ включает расположение паровой турбины высокого давления и паровой турбины низкого давления на общем роторном вале. Данный способ дополнительно включает направление первого парового тракта через паровую турбину высокого давления, направление второго парового тракта через паровую турбину низкого давления и направление парового тракта, выходящего из паровой турбины высокого давления, к впуску второго парового тракта в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Эти и другие свойства, аспекты и преимущества данного изобретения будут более понятны при прочтении последующего подробного описания со ссылкой на сопроводительные чертежи, на которых одинаковые ссылочные позиции обозначают одинаковые детали, на которых

фиг.1 иллюстрирует обычную схему для однопоточной паровой турбины с частями высокого и низкого давления (ВД-НД);

фиг.2 иллюстрирует первый вариант выполнения противоточной паровой турбины ВД-НД с переходной трубой, обеспечивающей изменение направления потока;

фиг.3 иллюстрирует второй вариант выполнения противоточной паровой турбины ВД-НД со сдвоенным кожухом на турбине ВД, обеспечивающим изменение направления потока; и

фиг.4 иллюстрирует блок-схему способа выполнения парового тракта в противоточной паровой турбине с частями высокого и низкого давления.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Последующие варианты выполнения данного изобретения обладают многими преимуществами, включая создание противоточной паровой турбины с частями высокого и низкого давления, которая уравнивает осевое усилие в паровой турбине высокого давления с осевым усилием в паровой турбине низкого давления, создавая возможность для снижения размера упорных подшипников. В этом случае в обеих турбинах возможно выполнение ступеней с более высокой реактивностью, поскольку они уравниваются путем создания противодействующего потока с обеспечением при этом более высокой эффективности парового тракта. Противоположно направленный поток может быть создан через переходную трубу или с использованием двоякого кожуха, выдерживающего высокое давление. Исследования в этом случае показывают потенциальное увеличение эффективности тракта пара ВД по меньшей мере на 2% и общее снижение осевого усилия примерно на 40%.

Фиг.2 иллюстрирует один вариант выполнения противоточной паровой турбины. Противоточная паровая турбина 105 содержит паровую турбину 110 ВД и паровую турбину 120 НД. Для турбины 110 ВД и турбины 120 НД предусмотрен общий роторный вал. Первый паровой тракт 150 проходит через турбину 110 ВД. Второй паровой тракт 155 проходит через турбину 120 НД. Для направления первого тракта 150 из турбины 110 ВД ко второму тракту 155 в противоположном направлении через турбину 120 НД также имеются средства 80, которые в первом варианте выполнения изобретения могут содержать переходную трубу, обеспечивающую подачу пара от конца 116 НД турбины 110 ВД к концу 125 ВД турбины 120 НД.

Противоточная турбина 105 имеет подшипниковые опоры, содержащие опорный подшипник 135, расположенный на конце 116 турбины 110, и опорный подшипник 136, расположенный на конце 126 турбины 120. Первый упорный подшипник 145 расположен на конце 116 турбины 110 ВД. Второй упорный подшипник 146 расположен на конце 125 турбины 120 НД. Условно предполагается, что осевое усилие 160, оказываемое турбиной 110, и осевое усилие 170, оказываемое турбиной 120, на общем роторе 130 приблизительно имеют одинаковую величину и противоположно направлены. В этом случае конечное осевое усилие 180 в идеальном случае имеет нулевое значение, однако осевое усилие, оказываемое двумя турбинами, не может быть идеально уравновешено по всему диапазону усилий, поэтому существует небольшое ненулевое значение конечного осевого усилия 180. Соответственно, упорные подшипники 145, 146, расположенные на противоположных концах турбины ВД-НД, должны быть выполнены с такими размерами, чтобы воспринимать небольшое осевое усилие с ненулевым значением, а не суммарное конечное осевое усилие однопоточной турбины ВД-НД.

В однопоточной паровой турбине ВД-НД не может быть добавлено дополнительное осевое усилие. Что касается противоточной турбины, уравнивание осевого усилия посредством противоположных потоков пара в турбине ВД и турбине НД позволяет использовать увеличенное осевое усилие на одной или обеих отдельных турбинах. Таким образом, отдельные паровые турбины ВД и НД могут быть выполнены с усиленной реактивностью, приводящей к более эффективному паровому тракту.

Второй вариант выполнения противоточной паровой турбины ВД-НД показан на фиг.3. Второй вариант выполнения паровой турбины 205 ВД-НД включает размещение упорных подшипников 245, 246 и опорных подшипников 235, 236 аналогично подшипникам первого варианта выполнения. Турбина ВД содержит средства

направления первого парового тракта из паровой турбины высокого давления ко второму паровому тракту в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления. Эти средства содержат внутренний кожух 211 на турбине 210 ВД, предназначенный для создания первого парового тракта 250 через турбину ВД.

5 Наружный кожух 212 изменяет направление первого потока, проходящего от стороны высокого давления к стороне низкого давления через паровую турбину высокого давления, на обратное противоположное направление 251 с прохождением к вертикальному соединению 290 кожухов между турбиной ВД и турбиной НД.

10 Соединение 290 кожухов предназначено для приема переходного потока 251 пара, проходящего из наружного кожуха 212 турбины 210 ВД, в паровой тракт 255 турбины 220 НД.

Варианты выполнения, показанные как на фиг.2, так и на фиг.3, оба обеспечивают дополнительное преимущество над однопоточной паровой турбиной 5 благодаря выполнению преимущественного текущего контроля потока пара между турбинами 15 ВД и НД. Ограниченное место для размещения контрольно-измерительной аппаратуры в вертикальном соединении 25 (фиг.1) однопоточной паровой турбины ВД-НД может не допустить выполнения измерения показательных параметров потока, проходящего через это соединение. В предлагаемых вариантах выполнения контрольно-измерительная 20 аппаратура, используемая для текущего контроля параметров потока пара, может быть выполнена на переходном паровом тракте 151, 251 противоточной паровой турбины ВД-НД. В переходной трубе 80 (фиг.2) или у соединения 290 кожухов (фиг.2) могут быть расположены датчики 195, 295 температуры, давления, расхода и т.д. Как в переходной трубе, так и при прохождении данного потока через наружный кожух 212, расположенный выше по потоку, происходит значительное смешивание данного 25 потока. Это обстоятельство позволяет получать более точные измерения у выхода из секции ВД, поскольку пар будет перемешан и профиль температур, создаваемый за счет расширения парового тракта, может быть исключен или уменьшен. Более точное измерение этих параметров создает возможность лучшего регулирования общей работы турбины.

30 Фиг.4 иллюстрирует блок-схему способа выполнения парового тракта в противоточной паровой турбине ВД-НД. Этап 410 включает расположение паровой турбины ВД и паровой турбины НД на общем роторном вале. Этап 420 обеспечивает направление первого парового тракта через паровую турбину ВД. На этапе 430 выполняется направление второго парового тракта в противоположном направлении 35 через паровую турбину НД. На этапе 440 первый паровой тракт может быть направлен из выпуска паровой турбины ВД к впуску паровой НД турбины в противоположном направлении.

Данный способ дополнительно включает этап 450 создания опоры для конца НД паровой турбины ВД посредством первого опорного подшипника и создания опоры 40 для конца НД паровой турбины НД посредством второго опорного подшипника. Этап 455 включает восприятие осевого усилия на конце НД турбины ВД первым упорным подшипником, а также восприятие осевого усилия на конце НД турбины НД вторым упорным подшипником.

Данный способ также включает этап 460 уравнивания осевого усилия во время 45 работы так, что первое осевое усилие на роторном вале, создаваемое турбиной ВД, и второе осевое усилие на роторном вале, создаваемое турбиной НД, приблизительно уравниваются во время работы противоточной паровой турбины. Этап 470 включает создание улучшенной реактивности и улучшенной эффективности в паровом

тракте в результате снижения осевого усилия на роторном вале.

На этапе 480 данного способа направляют выходящий из паровой турбины ВД первый поток пара через переходную трубу ко второму потоку пара в паровой турбине НД или, как вариант, направляют выходящий из паровой турбины ВД первый поток пара ко второму паровому тракту в противоположном направлении через турбину НД в тракт, содержащий внутренний кожух на турбине ВД, наружный кожух на турбине ВД и через соединение кожухов, расположенное между турбиной ВД и турбиной НД и выполненное для приема переходного потока пара из наружного кожуха турбины НД.

Этап 490 включает текущий контроль параметров потоков пара с помощью контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на переходном паровом тракте между турбиной ВД и турбиной НД. Этап 495 включает улучшение производительности противоточной паровой турбины ВД-НД путем использования данных от контрольно-измерительной аппаратуры, расположенной на переходном паровом тракте, полученных из информации о смешанном потоке, для управления паровой турбиной.

Несмотря на то, что в данном документе приведено описание различных вариантов выполнения, следует понимать, что возможно выполнение различных комбинаций элементов, изменений или улучшений, которые подпадают под объем правовой охраны данного изобретения.

Перечень элементов

	Однопоточная паровая турбина ВД-НД	5
	Паровая турбина ВД	10
	Паровая турбина НД	20
	Вертикальное соединение	25
25	Роторный вал	30
	Опорный подшипник	35
	Большой упорный подшипник	40
	Поток пара ВД	50
	Поток пара НД	55
30	Осевое усилие турбины ВД	60
	Осевое усилие турбины НД	65
	Конечное осевое усилие	70
	Средства направления первого парового тракта ко второму паровому тракту	80
	Противоположный поток паровой турбины ВД-НД	105
	Паровая турбина ВД	110
35	Конец высокого давления	115
	Конец низкого давления	116
	Паровая турбина НД	120
	Конец высокого давления	125
	Конец низкого давления	126
	Роторный вал	130
40	Опорный подшипник	135
	Опорный подшипник	136
	Небольшой упорный подшипник	145
	Небольшой упорный подшипник	146
	Поток пара ВД	150
	Переходной паровой тракт	151
45	Поток пара НД	155
	Осевое усилие турбины ВД	160
	Осевое усилие турбины НД	170
	Конечное осевое усилие	180
	Контрольно-измерительная аппаратура,	

	установленная в переходном потоке пара	195
	Противоположный поток паровой турбины ВД-НД	205
	Паровая турбина ВД	210
	Конец высокого давления	215
5	Конец низкого давления	216
	Паровая турбина НД	220
	Конец высокого давления	225
	Конец низкого давления	226
	Роторный вал	230
	Опорный подшипник	235
	Опорный подшипник	236
10	Небольшой упорный подшипник	245
	Небольшой упорный подшипник	246
	Поток пара ВД	250
	Переходной поток пара	251
	Поток пара НД	255
	Осевое усилие турбины ВД	260
15	Осевое усилие турбины НД	265
	Конечное осевое усилие	270
	Соединение кожухов	290
	Контрольно-измерительная аппаратура, установленная в переходном потоке пара	295

20

Формула изобретения

1. Противоточная паровая турбина, содержащая паровую турбину высокого давления, паровую турбину низкого давления, роторный вал, общий для паровой турбины высокого давления и паровой турбины низкого давления,
- первый паровой тракт, проходящий в первом направлении через паровую турбину высокого давления, второй паровой тракт, проходящий в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления, и средства направления первого парового тракта из паровой турбины высокого давления ко второму паровому тракту в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления, содержащие
- внутренний кожух, расположенный на паровой турбине высокого давления и предназначенный для создания первого парового тракта в первом направлении через паровую турбину высокого давления, при этом первый паровой тракт проходит в первом направлении через внутренний кожух паровой турбины высокого давления, наружный кожух, расположенный на паровой турбине высокого давления, переходной поток пара, проходящий через наружный кожух, расположенный на паровой турбине высокого давления, к паровой турбине низкого давления, и соединение кожухов между паровой турбиной высокого давления и паровой турбиной низкого давления, предназначенное для приема переходного потока пара из наружного кожуха паровой турбины высокого давления.
2. Противоточная паровая турбина по п.1, дополнительно содержащая опорный подшипник, расположенный на конце низкого давления паровой турбины высокого давления, опорный подшипник, расположенный на конце низкого давления паровой турбины низкого давления, первый упорный подшипник, расположенный на конце низкого давления паровой

турбины высокого давления, и

второй упорный подшипник, расположенный на конце низкого давления паровой турбины низкого давления.

5 3. Противоточная паровая турбина по п.2, в которой во время ее работы первое осевое усилие на роторном валу, создаваемое турбиной высокого давления, уравнивает второе осевое усилие на роторном валу, создаваемое турбиной низкого давления.

10 4. Противоточная паровая турбина по п.3, в которой первый упорный подшипник и второй упорный подшипник рассчитаны на сниженное осевое усилие с учетом приблизительного уравнивания осевых усилий от противоположных потоков паровой турбины высокого давления и паровой турбины низкого давления.

15 5. Противоточная паровая турбина, содержащая паровую турбину высокого давления, паровую турбину низкого давления, роторный вал, общий для паровой турбины высокого давления и паровой турбины низкого давления, первый паровой тракт, проходящий в первом направлении через паровую турбину высокого давления,

20 второй паровой тракт, проходящий в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления, и

средства направления первого парового тракта из паровой турбины высокого давления ко второму паровому тракту в противоположном направлении через паровую турбину низкого давления, содержащие переходную трубу, проходящую от конца низкого давления паровой турбины высокого давления к концу высокого давления турбины низкого давления, и переходной поток пара, проходящий через переходную

25 трубу от паровой турбины высокого давления к паровой турбине низкого давления, контрольно-измерительную аппаратуру, установленную на переходном паровом тракте между паровой турбиной высокого давления и паровой турбиной низкого давления и предназначенную для текущего контроля параметров потока пара, причем

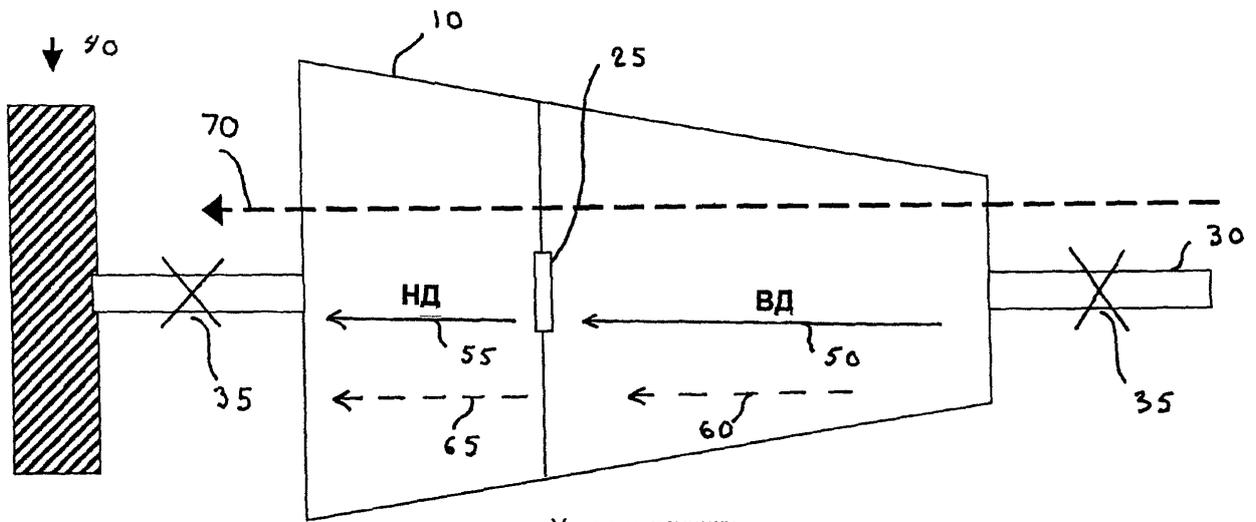
30 данные, получаемые от контрольно-измерительной аппаратуры, расположенной на переходном паровом тракте, содержат информацию о смешанном потоке, используемую для регулирования паровой турбины, и контрольно-измерительную аппаратуру, установленную на переходном паровом тракте между паровой турбиной высокого давления и паровой турбиной низкого

35 давления и предназначенную для текущего контроля параметров потока пара.

40

45

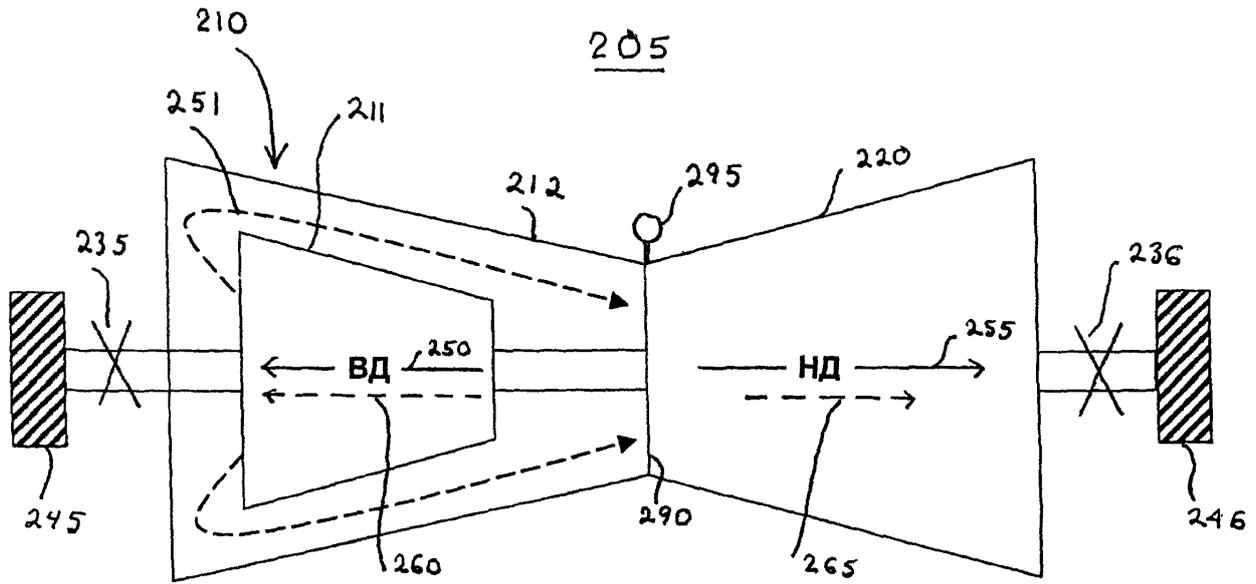
5



Уровень техники

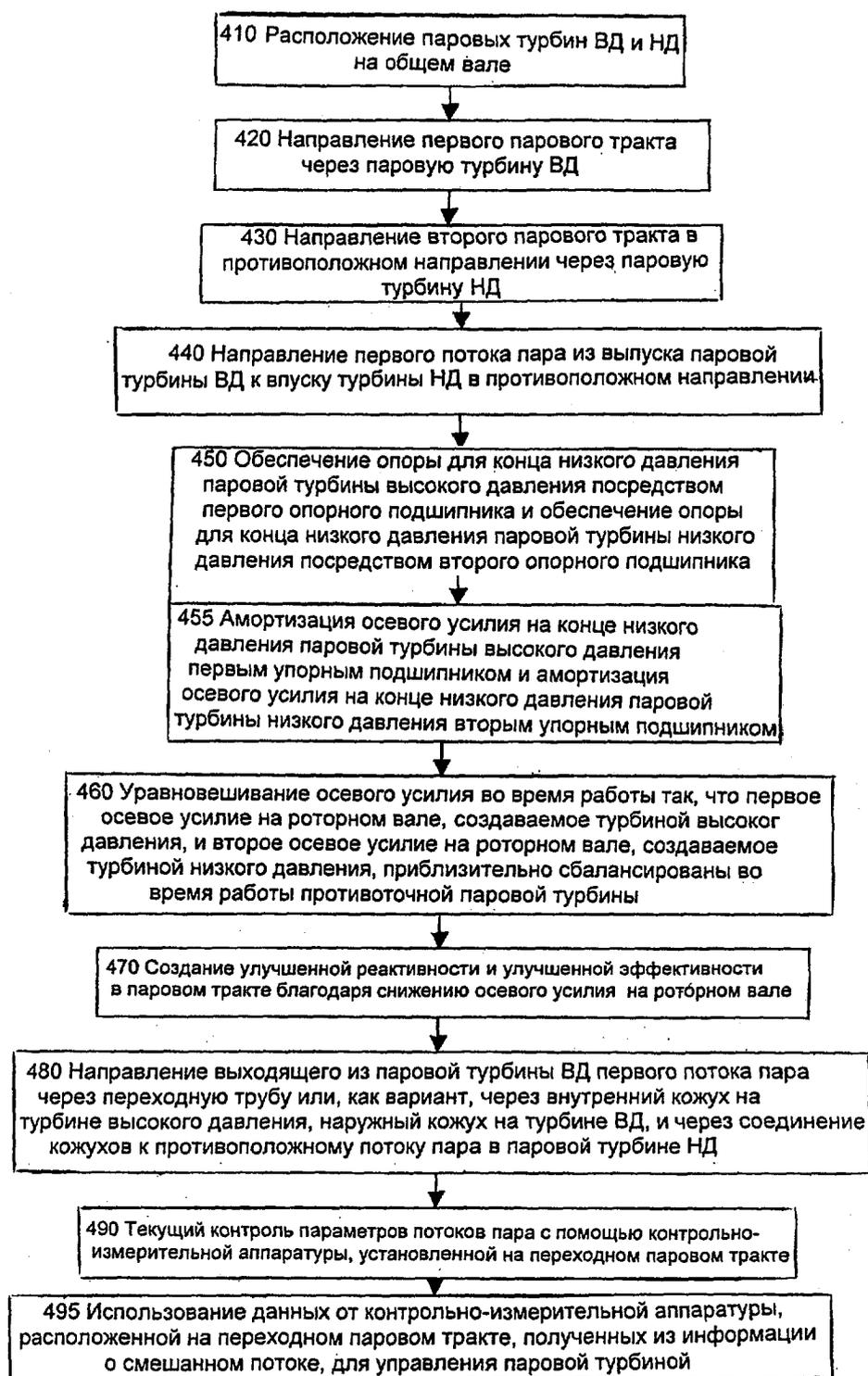
Фиг.1

205



←-----→ 270

Фиг.3



Фиг.4