

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011131171/06, 27.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.07.2010 US 12/845,022

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2013 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 27.01.2016 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US7040861B2, 09.05.2006.

US4149386A, 17.04.1979. US3604206A, 10.09.1971.

US5388411A, 14.02.1995. US5749227A, 12.05.1998.

SU282340A, 28.09.1970. SU1774029A1, 07.11.1992.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

МАРУТХАМУТХУ Джегадесан (IN),
РАДЖАН Судхахар (IN),
СУНДАР Касираман (IN)

(73) Патентообладатель(и):

Дженерал Электрик Компани (US)

(54) ПАРОТУРБИННАЯ СИСТЕМА (ВАРИАНТЫ) И СПОСОБ РАБОТЫ ПАРОТУРБИННОЙ СИСТЕМЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к паротурбинной системе, в которой во время работы в режиме самоуплотнения ограничивают сброс избыточного пара утечки в коллектор парового уплотнения и направляют его в поток рабочего

пара, тем самым увеличивая производительность и коэффициент полезного действия паротурбинной системы. Приводится также соответствующий способ. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 6 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 573 728** (13) **C2**
(51) Int. Cl.
F01D 11/06 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011131171/06, 27.07.2011**

(24) Effective date for property rights:
27.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:
28.07.2010 US 12/845,022

(43) Application published: **10.02.2013** Bull. № 4

(45) Date of publication: **27.01.2016** Bull. № 3

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**MARUTKhAMUTKhU Dzhegadeesan (IN),
RADZhAN Sudkhakhar (IN),
SUNDAR Kasiraman (IN)**

(73) Proprietor(s):

Dzheneral Ehlektrik Kompani (US)

(54) **STEAM TURBINE SYSTEM (VERSIONS) AND METHOD OF ITS OPERATION**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to steam turbine system. Claimed process comprises limiting of the release of excess steam leaks into steam seal manifold at operation in self-sealing mode. Said excess steam

flow is forced to the working gas flow to up the output and efficiency of steam turbine system. Invention discloses also the appropriate process.

EFFECT: higher efficiency.

20 cl, 6 dwg

R U 2 5 7 3 7 2 8 C 2

R U 2 5 7 3 7 2 8 C 2

Предпосылки создания изобретения

Изобретение относится к технологии паровых турбин и, в частности, к направлению пара утечки для повышения производительности паровой турбины. Предлагается также соответствующий способ.

- 5 Система парового уплотнения предотвращает выход пара из паровой турбины и/или проникновение в нее воздуха через зазор между валом и корпусом турбины. Корпус паровой турбины оборудован уплотнением для управления потоком утечки вдоль вала. Обычно применяется уплотнение лабиринтового типа, содержащее ряд гребней, которые расположены так, чтобы с минимальным зазором подходить к вращающемуся валу.
- 10 Малый зазор и конфигурация гребней обеспечивают сопротивление потоку, что минимизирует поток утечки вдоль вала.

- Существуют два типа уплотнений: напорное уплотнение (pressure type) и вакуумное уплотнение (vacuum type). Напорное уплотнение предотвращает выход пара при положительном внутреннем давлении пара при полной нагрузке. При частичной
- 15 нагрузке, когда в турбине имеется вакуум, уплотнение обеспечивает защиту от проникновения воздуха в турбину. В структурах с напорным уплотнением имеется утечка в коллектор парового уплотнения (steam seal header, SSH), давление в котором может регулироваться регулирующими клапанами парового уплотнения. Напорное уплотнение также может иметь одну или более утечек высокого давления, которые
- 20 выпускаются в точки ввода пара на турбине. При полной нагрузке турбины пар утечки проходит из напорного уплотнения в коллектор парового уплотнения. При запуске и частичной нагрузке турбины пар проходит из коллектора парового уплотнения в уплотнение для защиты от проникновения наружного воздуха в турбины.

- Вакуумное уплотнение всегда обеспечивает защиту против вакуума, независимо от
- 25 нагрузки турбины. В вакуумное уплотнение должен подаваться пар из коллектора парового уплотнения. Крайняя часть как напорного уплотнения, так и у вакуумного уплотнения поддерживается под вакуумом системой откачки пара уплотнения (gland exhaust system, GES).

- Смесь пара из коллектора парового уплотнения и воздуха, втягиваемого через
- 30 крайние уплотнительные кольца, выводится в конденсатор парового уплотнения для отвода тепла и сброса в главный конденсатор. Конденсатор парового уплотнения может содержать кожухотрубный теплообменник для конденсации пара и вентилятор с приводом от двигателя для удаления воздуха и поддержания вакуума в системе.

- Питательный клапан парового уплотнения (steam seal feed valve, SSFV) и клапан сброса давления парового уплотнения (steam seal dump valve, SSDV) служат для
- 35 управления давлением в коллекторе парового уплотнения во всех режимах работы турбины, от проворачивания вала до полной нагрузки. Система управления турбиной может контролировать давление в коллекторе SSH и размещать клапаны для поддержания давления в коллекторе в требуемом диапазоне. При запуске вся паровая
- 40 турбина находится под вакуумом. Все уплотнения турбины требуют ввода в них пара из коллектора парового уплотнения. Пар из внешнего источника (обычно вспомогательного котла) подается в коллектор SSH под управлением клапана SSFV. Во время этой операции клапан SSDV закрыт.

- Поток к напорному уплотнению обычно уменьшается пропорционально нагрузке
- 45 турбины до тех пор, пока направление потока не изменится на обратное, когда поток начнет подавать пар в коллектор SSH. Поток в вакуумные уплотнения приблизительно постоянен независимо от нагрузки. Точка нагрузки, при которой поток от напорных уплотнений равен потоку в вакуумные уплотнения, называется точкой самоуплотнения.

Когда нагрузка увеличивается выше точки самоуплотнения, клапан SSDV устанавливается в открытое положение для управления давлением в коллекторе SSH, сбрасывая избыточный пар в главный конденсатор при уже закрытом клапане SSFV. В этом состоянии внешний источник пара отсоединен с помощью закрытия клапана SSFV.

Может предоставляться дополнительный канал утечки на стороне высокого давления уплотнения вала для стороны впуска турбины высокого давления (high pressure, HP), стороны выпуска турбины HP и стороны впуска турбины среднего давления (intermediate pressure, IP). Соответствующие линии утечки могут быть функционально связаны для доставки пара утечки в различные места паротурбинной системы для использования его при выработке электроэнергии. Этот пар утечки может подаваться к таким местам, как вертикальное соединение между турбинами IP/LP, труба впуска пара турбины LP и ступени кожуха одной из турбин HP, IP и LP.

Ближайшим аналогом настоящего изобретения согласно независимому пункту 1 формулы изобретения является паротурбинная система, описанная в патенте США №7,040,861 B2, МПК F01D 11/00, выданном 09.05.2006 г. В данном патенте описана паротурбинная система, которая содержит турбину высокого давления, функционально связанную с турбиной среднего давления и турбиной низкого давления. Рабочий пар проходит через турбину высокого давления, и/или турбину среднего давления, и/или турбину низкого давления. Канал утечки проходит от напорного уплотнения вблизи одной или обеих турбин высокого и среднего давления. Пар утечки, проходящий через канал утечки, соединен с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы. Линии парового уплотнения от напорного уплотнения на одной или обеих турбинах высокого давления и среднего давления связаны с коллектором парового уплотнения. Указанный коллектор связан с вакуумным уплотнением на турбине низкого давления и сконфигурирован для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления в вакуумном уплотнении турбины низкого давления.

В описанной конструкции отсутствует средство для ограничения потока уплотнительного пара, т.е. отсутствует функциональная связь с линиями парового уплотнения, и, следовательно, данная система не обеспечивает возможности подачи потока пара утечки в поток рабочего пара для полезной работы в указанной системе.

Ближайшим аналогом настоящего изобретения согласно независимому пункту 12 формулы изобретения является паротурбинная система, описанная в патенте США №7,040,861 B2, МПК F01D 11/00, выданном 09.05.2006 г. В указанном документе предлагается паротурбинная система, включающая по меньшей мере первую паровую турбину, функционально связанную с турбиной низкого давления, при этом паротурбинная система переходит в режим самоуплотнения при определенном уровне нагрузки системы. Имеется канал потока рабочего пара внутри первой паровой турбины и турбины. Канал утечки от напорного уплотнения вблизи первой паровой турбины связан с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы.

В указанной системе отсутствует коллектор парового уплотнения, таким образом, данная конструкция не обеспечивает возможности сохранения постоянного самоподдерживающегося давления в уплотнении турбины.

В описанной конструкции также отсутствует средство для ограничения потока уплотнительного пара, т.е. отсутствует функциональная связь с линиями парового уплотнения, и, следовательно, данная система не обеспечивает возможности подачи потока пара утечки в поток рабочего пара для полезной работы в указанной системе. В указанной паротурбинной системе отсутствует контроллер, т.е. указанная конструкция

не обеспечивает возможности управления средством ограничения в зависимости от состояния потока уплотнительного пара паротурбинной системы.

Ближайшим аналогом настоящего изобретения согласно независимому пункту 17 формулы изобретения является способ работы паротурбинной системы, описанный в патенте США №7,040,861 В2, МПК F01D 11/00, выданном 09.05.2006 г. Из указанного патента известен способ управления паротурбинной системой. Способ включает обеспечение наличия турбины высокого давления, функционально связанной с турбиной среднего давления и турбиной низкого давления. Линия утечки соединяет одно или более напорных уплотнений турбины высокого давления и турбины среднего давления с потоком рабочего пара внутри турбинной системы.

В указанном способе отсутствует коллектор парового уплотнения, таким образом, данный способ не обеспечивает режима самоуплотнения, т.е. сохранения постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в турбине высокого давления, турбине среднего давления и турбине низкого давления. В указанном способе также отсутствуют этап ограничения потока уплотнительного пара турбины высокого давления и/или турбины среднего давления и этап направления избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара паротурбинной системы. Таким образом, данный способ не обеспечивает подачу пара утечки от уплотнений к местам в турбинной системе, соответственно не обеспечивается возможность увеличения выходной мощности системы.

Современные системы парового уплотнения имеют неоптимальную конструкцию с одной уставкой. Например, эти конструкции турбинной установки, описанной выше, могут обеспечивать точку нагрузки в режиме самоуплотнения (self-sealing load point, SSLP) приблизительно 30-45%. Выражение «паровая турбина находится в режиме самоуплотнения», как правило, относится к состоянию, в котором поток пара от напорного уплотнения достаточен для создания давления и вакуумных уплотнений. Однако в условиях более высокой нагрузки поток пара напорного уплотнения, проходящий к коллектору парового уплотнения, увеличивается, а требования для вакуумных уплотнений остаются приблизительно постоянными. Поэтому дополнительный пар, приходящий от напорных уплотнений в систему парового уплотнения, может сбрасываться в конденсатор с использованием клапана SSDV без выполнения полезной работы.

Паровые турбины являются относительно зрелой технологией, повышение производительности которой имеет большое значение на рынке. Улучшения рабочих характеристик с минимальными дополнительными затратами желательны с точки зрения конкурентоспособности.

Краткое описание изобретения

Предлагаются система и способ для увеличения выходной мощности и коэффициента полезного действия цикла паровой турбины (steam turbine, ST) путем уменьшения утечки пара в коллектор парового уплотнения (SSH), который прежде сбрасывался в конденсатор как избыточный пар во время работы с нагрузкой выше состояния самоуплотнения. Линия утечки высококачественного пара от напорного уплотнения турбин HP и IP в коллектор SSH может быть блокирована путем добавления в нее препятствий потоку и путем управления потоком уплотнительного пара. Для увеличения выходной мощности поток пара утечки направляется в расположенные вниз по течению ступени линии расширения пара, тем самым обеспечивая преимущество, в коэффициенте полезного действия и выходной мощности.

В первом аспекте данного изобретения предлагается паротурбинная система, которая

содержит турбину высокого давления (НР), функционально связанную с турбиной среднего давления (IP) и турбиной низкого давления (LP). Рабочий пар проходит через турбину НР, и/или турбину IP, и/или турбину LP. Канал утечки проходит от напорного уплотнения вблизи одной или обеих турбин НР и IP. Пар утечки, проходящий через канал утечки, соединен с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы. Линии парового уплотнения от напорного уплотнения на одной или обеих турбинах НР и IP связаны с коллектором парового уплотнения (SSH). Коллектор SSH связан с вакуумным уплотнением на турбине LP и сконфигурирован для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления в вакуумном уплотнении турбины LP. Предлагаются средства для ограничения потока уплотнительного пара, функционально связанные с одной или более линиями парового уплотнения между напорным уплотнением для турбин НР и IP и коллектором SSH.

Предпочтительно, канал утечки от напорного уплотнения вблизи турбины высокого давления и/или турбины среднего давления включает напорное уплотнение на стороне впуска пара турбины высокого давления, напорное уплотнение на стороне выпуска пара турбины высокого давления и напорное уплотнение на стороне впуска пара турбины среднего давления, связанные с коллектором парового уплотнения, сконфигурированным для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в уплотнении турбины низкого давления.

Преимущественно, указанная паротурбинная система содержит контроллер, сконфигурированный для отделения избыточного уплотнительного пара от коллектора парового уплотнения.

Предпочтительно, средство для ограничения потока уплотнительного пара приводится в действие контроллером согласно последовательности отделения потока уплотнительного пара от стороны впуска высокого давления, стороны выпуска высокого давления, стороны впуска среднего давления, стороны выпуска среднего давления и стороны впуска низкого давления.

Преимущественно, указанная паротурбинная система содержит систему управления турбиной, включающую сигнал нагрузки турбины, при этом средство для ограничения потока уплотнительного пара приводится в действие контроллером согласно сигналу нагрузки турбины от контроллера турбины.

Во втором аспекте данного изобретения предлагается паротурбинная система, включающая по меньшей мере первую паровую турбину, функционально связанную с турбиной низкого давления (LP), при этом паротурбинная система переходит в режим самоуплотнения при определенном уровне нагрузки системы.

Имеется канал потока рабочего пара внутри первой паровой турбины и турбины LP.

Канал утечки от напорного уплотнения вблизи первой паровой турбины связан с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы. Одна или более линий парового уплотнения от напорного уплотнения на первой паровой турбине соединены с коллектором парового уплотнения (SSH). Коллектор SSH соединен с вакуумным уплотнением на турбине LP и сконфигурирован для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в уплотнении турбины LP. Средства для ограничения потока уплотнительного пара функционально связаны по меньшей мере с одной из линий парового уплотнения между первой паровой турбиной и коллектором SSH. Предусмотрен контроллер, реагирующий на состояние потока уплотнительного пара паротурбинной системы. Контроллер запускает средство для ограничения потока уплотнительного пара так, чтобы предпочтительно подавать

поток пара утечки в поток рабочего пара.

В другом аспекте данного изобретения предлагается способ управления паротурбинной системой для увеличения выходной мощности. Способ включает обеспечение наличия турбины высокого давления (НР), функционально связанной с турбиной среднего давления (IP) и турбиной низкого давления (LP). Линия утечки соединяет одно или более напорных уплотнений турбины НР и турбины IP с потоком рабочего пара внутри турбинной системы, тем самым обеспечивая большую выходную мощность. Способ включает сохранение постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в турбине НР, турбине IP и турбине LP через соединения с коллектором парового уплотнения (SSH), при этом коллектор парового уплотнения содержит питательный клапан парового уплотнения от вспомогательного источника подачи пара и клапана сброса давления парового уплотнения в сток пара. Способ включает также ограничение потока уплотнительного пара турбины НР и/или турбины IP в коллектор SSH в режиме самоуплотнения паротурбинной системы. Способ также включает предпочтительное направление избыточного уплотнительного пара, ограниченного в направлении от турбин НР и IP к коллектору SSH, в поток рабочего пара паротурбинной системы в режиме самоуплотнения паротурбинной системы.

Предпочтительно, шаг ограничения потока уплотнительного пара включает блокирование потока парового уплотнения от коллектора парового уплотнения диафрагмами и/или изолирующими клапанами и/или дроссельными клапанами.

Преимущественно, шаг блокирования включает управление положением изолирующих клапанов и/или дроссельных клапанов с помощью подачи сигналов от контроллера.

Предпочтительно, шаг управления включает определение режима самоуплотнения в коллекторе парового уплотнения и передачу сигналов о положении изолирующих клапанов и/или дроссельных клапанов.

Краткое описание чертежей

Эти и другие отличительные признаки предлагаемого изобретения станут более понятными из последующего подробного описания различных аспектов изобретения и прилагаемых чертежей, иллюстрирующих различные формы его осуществления.

На фиг. 1 показана структурная схема паротурбинной системы согласно формам осуществления изобретения.

На фиг. 2 проиллюстрированы диафрагмы, используемые в качестве средства для направления потока избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара.

На фиг. 3 проиллюстрированы изолирующие клапаны, управляемые контроллером уплотнительного пара и используемые в качестве средства для направления потока избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара.

На фиг. 4 проиллюстрированы изолирующие клапаны, управляемые контроллером уплотнительного пара в комбинации с диафрагмами, используемыми в качестве средства для направления потока избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара.

На фиг. 5 проиллюстрированы дроссельные клапаны, управляемые контроллером уплотнительного пара и используемые в качестве средства для направления потока избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара.

На фиг. 6 показана блок-схема способа предпочтительного направления потока избыточного уплотнительного пара в поток рабочего пара.

Следует отметить, что чертежи выполнены не в масштабе. Чертежи предназначены для иллюстрации только основных аспектов изобретения и поэтому не должны рассматриваться как ограничение изобретения. На чертежах аналогичная нумерация

представляет аналогичные элементы.

Подробное описание изобретения

Данное изобретение имеет много преимуществ, включая предоставление турбинной системы, в которой во время режима проектной или максимальной нагрузки избыточный пар утечки блокируется от сброса коллектором парового уплотнения и отводится в поток рабочего пара, что увеличивает полезную мощность и эффективность турбинной системы. Кроме того, ограничение пара утечки, сбрасываемого коллектором парового уплотнения в конденсатор, позволяет уменьшить нагрузку на конденсатор.

На фиг. 1 показана структурная схема форм осуществления паротурбинной системы 100 в режиме самоуплотнения согласно изобретению. Паротурбинная система 100 содержит турбину HP 101, турбину IP 102 и турбину LP 103, которые могут быть функционально связаны на общем валу 104 для управления электрическим генератором 105. Однако данное изобретение не ограничено упомянутой выше конфигурацией турбины, общего вала или электрического генератора, используемого в качестве нагрузки на валу.

Многочисленные сегменты 110 уплотнений расположены вдоль общего вала 104 на стороне 106 впуска пара турбины HP 101. Многочисленные сегменты 115 уплотнений расположены вдоль общего вала 104 на стороне 107 выпуска пара турбины HP 101. Многочисленные сегменты 120 уплотнений расположены на стороне 108 впуска пара турбины IP 102. Многочисленные сегменты 123 уплотнений расположены вдоль общего вала на стороне 109 турбины LP 103, расположенной вниз по течению.

Одна или более линий утечки могут быть связаны между сегментами уплотнений вблизи выхода вала из каждой турбины для подачи пара утечки для полезной работы в турбинной системе. Со стороны 106 впуска пара турбины HP 101 линия 111 утечки может подводить пар утечки к коллектору 125 вертикального соединения, линия 112 утечки может подводить пар утечки к линии 148 отработанного пара HP, а линия 113 утечки может снабжать ступень 127 кожуха турбины HP. Со стороны 107 выпуска пара турбины HP 101 линия 116 утечки может подводить пар к коллектору 125 вертикального соединения. Со стороны 108 впуска пара турбины IP 102 линия 121 утечки может подводить пар к коллектору 125 вертикального соединения. Коллектор 125 вертикального соединения может подавать пар в вертикальное соединение между турбинами IP и LP и в канал 129 впуска пара турбины LP для полезной работы. Коллектор пара утечки в режиме самоуплотнения может предпочтительно подавать высококачественный пар утечки от уплотнений к местам в турбинной системе, в которых выходная мощность системы может быть увеличена.

Коллектор 130 парового уплотнения (SSH) может быть связан линиями парового коллектора с местами в сегментах уплотнений, физически отдельными от соответствующих мест на турбине HP и турбине IP для соединений с первым коллектором пара утечки. Линия 114 коллектора парового уплотнения может быть связана со стороной 106 впуска пара турбины HP 101. Линия 117 коллектора парового уплотнения может быть связана со стороной 107 выпуска пара турбины HP 101. Линия 122 коллектора парового уплотнения может быть связана со стороной 108 впуска пара турбины IP 102. Коллектор SSH также может быть связан линией 126 коллектора парового уплотнения с турбиной LP 103.

Линии коллектора парового уплотнения могут управляться для достижения постоянного давления коллектором 130 парового уплотнения (SSH), который доставляет поток пара к уплотнениям любой из турбин паровой системы, когда система находится ниже заданных условий уплотнения. В одной форме осуществления изобретения

коллектор SSH 130 поддерживает давление приблизительно 0,13 МПа (приблизительно 18,7 фунтов на квадратный дюйм). Согласно контроллеру турбинной системы (не показан) коллектор SSH может снабжаться пополняющим паром от питательного клапана 1313 парового уплотнения (SSFV) из вспомогательного котла 133 или другого источника пара для поддержания давления коллектора или может отводить пар через клапан 132 сброса давления парового уплотнения (SSDV) в конденсатор 134 или другой теплоотвод. Однако различные конфигурации турбины и уплотнений могут требовать различных давлений уплотнения.

Коллектор откачки пара уплотнения может быть связан в крайних сегментах уплотнений с системой 135 откачки пара уплотнения (GES). Смесь пара из коллектора парового уплотнения и воздуха, втягиваемого через крайние уплотнительные кольца, втягивается в конденсатор уплотнительного пара (не показан) для отвода тепла и сброса в главный конденсатор (не показан). Линии 136, 137, 138, 139 откачки пара уплотнения могут быть связаны со стороной 106 впуска пара турбины HP 101, стороной 107 откачки пара турбины HP 101, стороной 108 впуска пара турбины IP 102 и стороной 109 выпуска пара турбины LP 103, соответственно.

Для более эффективного использования пара утечки из уплотнений, имеющегося при более высоких нагрузках, при которых избыточный пар утечки прежде посылался в коллектор SSH 130, заставляя клапан SSDV 132 сбрасывать пар утечки в конденсатор (не показан), предлагается использовать средства для ограничения потока в одной или более линиях 114, 117 и 122 коллектора SSH 130 для блокирования потока избыточного пара к коллектору SSH. Ограничение потока в линиях SSH 114, 117 и 122 будет увеличивать давление в сегментах уплотнений линии коллектора SSH, заставляя увеличиваться поток пара утечки через первую линию 111 утечки, вторую линию 116 утечки и третью линию 121 утечки, увеличивая этим поток пара к нагрузкам, расположенным вниз по течению в первом канале пара утечки, таком как вертикальное соединение турбины IP/LP и труба впуска пара турбины LP. Таким образом, пар утечки используется в потоке рабочего пара, приводя к увеличенной выходной мощности на валу. Для осуществления данного изобретения не требуется изменений размещения уплотнений существующих турбинных установок.

Несколько форм осуществления изобретения могут быть предусмотрены для реализации средств 201, 202, 203 ограничения потока пара утечки уплотнения, как показано на фиг. 1. На фиг. 2 показаны диафрагмы 145, 146, 147, которые могут быть помещены в одну или более линий 114, 117, 122 парового уплотнения для ограничения потока 130 к коллектору SSH, увеличивая этим поток пара утечки в канал рабочего пара (фиг. 1). На фиг. 3 проиллюстрированы изолирующие клапаны 151, 152, 153, которые могут быть предусмотрены в одной или более линиях 114, 117, 122 для ограничения потока к коллектору SSH 130 путем управления клапанами с помощью сигналов 154, 155, 156 от контроллера 140. На фиг. 4 проиллюстрированы изолирующие клапаны 151, 152, 153, которые могут быть предусмотрены параллельно одной или более диафрагмам 145, 146, 147 в одной или более линиях 114, 117, 122 парового уплотнения, при этом контроллер 140 может подавать сигналы 154, 155, 156 для управления изолирующими клапанами 151, 152, 153, чтобы направлять избыточный пар в канал рабочего пара. В другом варианте средств для ограничения потока дроссельные клапаны 161, 162, 163 могут быть расположены в одной или более линиях 114, 117, 122 коллектора пара утечки, при этом дроссельные клапаны работают под управлением контроллера 140 в ответ на управляющие сигналы 164, 165, 166.

Контроллер 140 может включать любой известный или разработанный в будущем

промышленный механизм управления и может быть включен как отдельный блок или часть большей системы управления, такой как контроллер турбины. Контроллер 140 может быть соединен с любыми необходимыми датчиками, например с датчиком давления в уплотнении или с датчиком давления в коллекторе парового уплотнения для достижения соответствующего режима нагрузки, и может содержать любое требуемое логическое устройство управления, необходимое для управления изолирующими или дроссельными клапанами. Для управления клапанами SSFV 131 и SSDV 132 в коллекторе SSH 130 может использоваться существующий датчик давления (не показан).

Несмотря на то что была описана конфигурация с турбиной HP, турбиной IP и турбиной LP, должно быть понятно, что данное изобретение может эффективно использоваться с любым числом и любой конфигурацией паровых турбин в паротурбинной системе, которая переходит в режим самоуплотнения при высоких нагрузках и прежде должна была сбрасывать уплотнительный пар, в то время как уплотнительный пар может полезно использоваться, если не будет сбрасываться.

На фиг. 6 показана блок-схема способа работы паротурбинной системы для улучшения доставки уплотнительного пара в поток рабочего пара. Шаг 200 способа включает предоставление турбины высокого давления (HP), функционально связанной с турбиной среднего давления (IP) и турбиной низкого давления (LP). Шаг 210 включает предоставление линии утечки, соединяющей напорное уплотнение турбины HP и/или турбины IP с потоком рабочего пара внутри турбинной системы.

На шаге 220 обеспечивают сохранение постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения турбины HP, турбины IP и турбины LP посредством соединения с управляемым коллектором парового уплотнения (SSH). Коллектор SSH может содержать питательный клапан парового уплотнения от вспомогательной подачи пара и клапан сброса давления парового уплотнения в сток пара. Шаг 230 включает ограничение потока уплотнительного пара от одной или обеих турбин HP и IP к коллектору SSH в режиме самоуплотнения для паротурбинной системы. На шаге 240 предпочтительно направляют избыточный уплотнительный пар, ограниченный в направлении от одной или обеих турбин HP и IP к коллектору SSH в режиме самоуплотнения паротурбинной системы, в поток рабочего пара паротурбинной системы.

Специалистам будут очевидны многочисленные модификации и изменения в пределах сущности изобретения. Для лучшего объяснения принципов изобретения и практического применения была выбрана и описана форма осуществления изобретения, чтобы позволить специалистам понять различные формы осуществления изобретения с различными изменениями, подходящими для конкретного применения.

Формула изобретения

1. Паротурбинная система (100), содержащая:
 - турбину (101) высокого давления (HP), функционально связанную с турбиной (102) среднего давления (IP) и турбиной (103) низкого давления (LP),
 - поток рабочего пара внутри турбины высокого давления и/или турбины среднего давления и/или турбины низкого давления,
 - канал (201, 202, 203) утечки от напорного уплотнения вблизи турбины высокого давления и/или турбины среднего давления, при этом пар утечки, проходящий через канал утечки, связан с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы,
 - множество линий (114, 117, 122, 126) парового уплотнения, идущих от напорного

уплотнения (123, 125) на турбине высокого давления и/или турбине среднего давления и связанных с коллектором (130) парового уплотнения (SSH), при этом коллектор парового уплотнения связан с вакуумным уплотнением на турбине низкого давления и сконфигурирован для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления

5 уплотнения в уплотнении турбины низкого давления, и

средство для ограничения потока уплотнительного пара, функционально связанное с линией парового уплотнения между уплотнением турбины высокого давления и коллектором (130) парового уплотнения и/или уплотнением турбины среднего давления и коллектором (130) парового уплотнения.

10 2. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что поток рабочего пара включает поток пара к линии (148) высокого давления для отработанного пара и/или поток пара внутри ступени кожуха турбины высокого давления.

3. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что поток рабочего пара включает поток пара в вертикальном соединении между турбиной (102) среднего давления и турбиной (103) низкого давления и/или поток пара внутри трубы впуска

15 пара для турбины (103) низкого давления.

4. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что канал утечки от напорного уплотнения вблизи турбины высокого давления и/или турбины среднего давления включает:

20 напорное уплотнение на стороне впуска пара турбины высокого давления, напорное уплотнение на стороне выпуска пара турбины высокого давления и напорное уплотнение на стороне впуска пара турбины среднего давления, связанные с коллектором парового уплотнения, сконфигурированным для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в уплотнении турбины низкого давления.

25 5. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара включает диафрагму (145, 146, 147).

6. Паротурбинная система по п. 1, содержащая

контроллер (140), функционально связанный со средством для ограничения потока уплотнительного пара и сконфигурированный для отделения избыточного

30 уплотнительного пара от коллектора парового уплотнения.

7. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара включает изолирующий клапан (151, 152, 153) параллельно диафрагме.

8. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что средство для ограничения

35 потока уплотнительного пара включает дроссельный клапан (161, 162, 163).

9. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара приводится в действие контроллером согласно давлению в коллекторе (130) парового уплотнения.

10. Паротурбинная система по п. 1, отличающаяся тем, что средство для ограничения

40 потока уплотнительного пара приводится в действие контроллером согласно последовательности отделения потока уплотнительного пара от стороны впуска высокого давления, стороны выпуска высокого давления, стороны впуска среднего давления, стороны выпуска среднего давления и стороны впуска низкого давления.

11. Паротурбинная система по п. 1, содержащая:

45 контроллер (140), включающий сигнал нагрузки турбины, при этом средство для ограничения потока уплотнительного пара приводится в действие контроллером согласно сигналу нагрузки турбины от контроллера турбины.

12. Паротурбинная система (100), содержащая:

по меньшей мере первую паровую турбину, функционально связанную с турбиной (103) низкого давления (LP), при этом паротурбинная система переходит в режим самоуплотнения при определенном уровне нагрузки системы,

поток рабочего пара в упомянутой по меньшей мере одной первой паровой турбине и турбине низкого давления,

канал (201, 202, 203) утечки от напорного уплотнения вблизи по меньшей мере одной паровой турбины, при этом пар утечки, проходящий через канал утечки, связан с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы (100),

по меньшей мере одну линию (114, 117, 122, 126) парового уплотнения от напорного уплотнения по меньшей мере на одной паровой турбине, связанную с коллектором (130) парового уплотнения (SSH), при этом коллектор (130) парового уплотнения связан с вакуумным уплотнением на турбине низкого давления и сконфигурирован для сохранения постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения в уплотнении турбины низкого давления,

по меньшей мере одно средство для ограничения потока уплотнительного пара, функционально связанное с линией парового уплотнения между упомянутой по меньшей мере одной паровой турбиной и коллектором (130) парового уплотнения, и

контроллер, реагирующий на состояние потока уплотнительного пара паротурбинной системы, при этом контроллер запускает по меньшей мере одно средство для ограничения потока уплотнительного пара.

13. Паротурбинная система по п. 12, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара включает по меньшей мере одну диафрагму (145, 146, 147).

14. Паротурбинная система по п. 12, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара включает по меньшей мере один изолирующий клапан (151, 152, 153).

15. Паротурбинная система по п. 12, отличающаяся тем, что средство для ограничения потока уплотнительного пара включает по меньшей мере один дроссельный клапан (161, 162, 163).

16. Паротурбинная система по п. 12, отличающаяся тем, что контроллер приводит в действие средство для ограничения потока уплотнительного пара согласно давлению в коллекторе (130) парового уплотнения.

17. Способ работы паротурбинной системы (100), включающий:

предоставление турбины (101) высокого давления (HP), функционально связанной с турбиной (102) среднего давления (IP) и турбиной (103) низкого давления (LP), и линии (201, 202, 203) утечки, соединяющей напорное уплотнение турбины (101) высокого давления и/или напорное уплотнение турбины (102) среднего давления с потоком рабочего пара внутри паротурбинной системы,

сохранение постоянного самоподдерживающегося давления уплотнения для турбины (101) высокого давления, турбины (102) среднего давления и турбины (103) низкого давления через соединения с коллектором (130) парового уплотнения (SSH), содержащим питательный клапан парового уплотнения от вспомогательного источника подачи пара и клапан (132) сброса давления парового уплотнения в сток пара,

ограничение потока уплотнительного пара в направлении из турбины (101) высокого давления и/или турбины (102) среднего давления к коллектору (130) парового уплотнения в режиме самоуплотнения паротурбинной системы и

предпочтительное направление избыточного уплотнительного пара, ограниченного в направлении из турбины (101) высокого давления и/или турбины (102) среднего

давления к коллектору (130) парового уплотнения в режиме самоуплотнения паротурбинной системы (100), в поток рабочего пара паротурбинной системы.

18. Способ по п. 17, отличающийся тем, что шаг ограничения потока уплотнительного пара включает

5 блокирование потока парового уплотнения от коллектора (130) парового уплотнения диафрагмами и/или изолирующими клапанами (151, 152, 153) и/или дроссельными клапанами (161, 162, 163).

19. Способ по п. 18, отличающийся тем, что шаг блокирования включает
управление положением изолирующих клапанов (151, 152, 153) и/или дроссельных
10 клапанов (161, 162, 163) с помощью подачи сигналов от контроллера (140).

20. Способ по п. 19, отличающийся тем, что шаг управления включает:
определение режима самоуплотнения в коллекторе (130) парового уплотнения и
передачу сигналов о положении изолирующих клапанов (151, 152, 153) и/или
дроссельных клапанов (161, 162, 163).

15

20

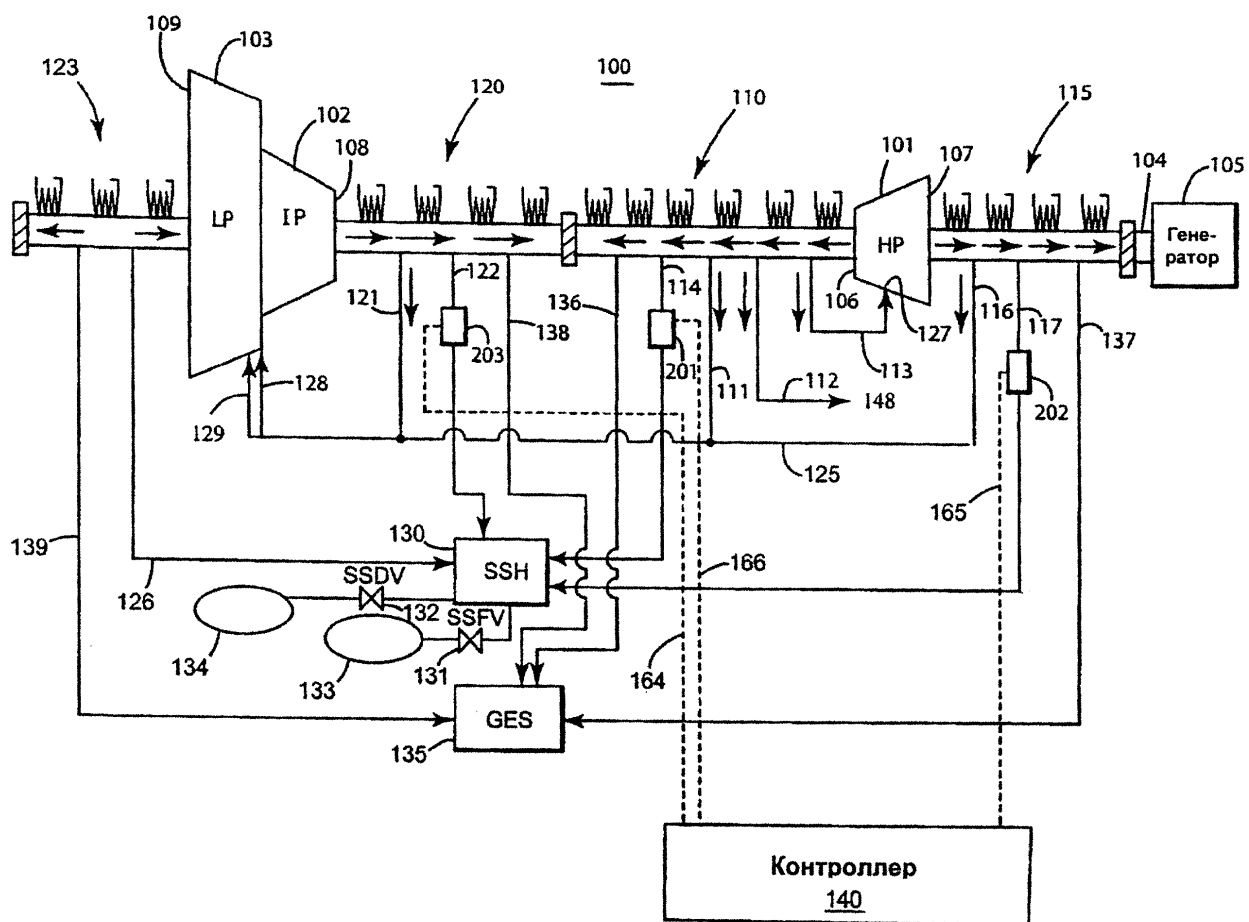
25

30

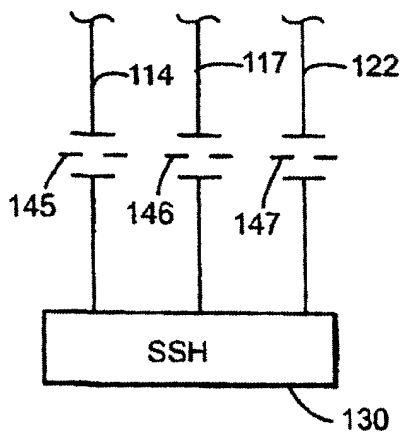
35

40

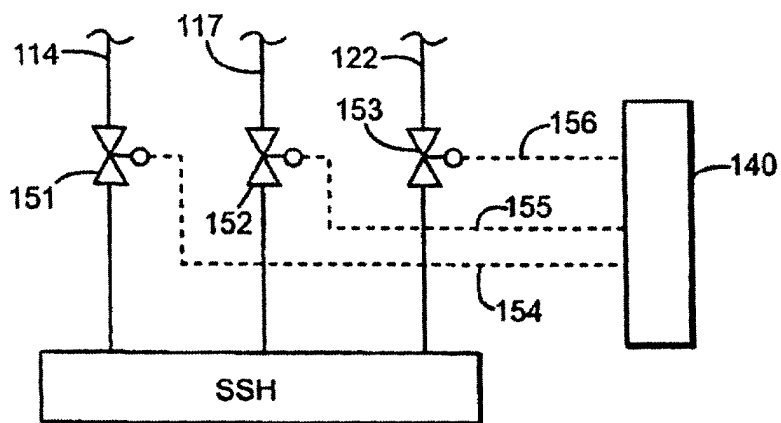
45



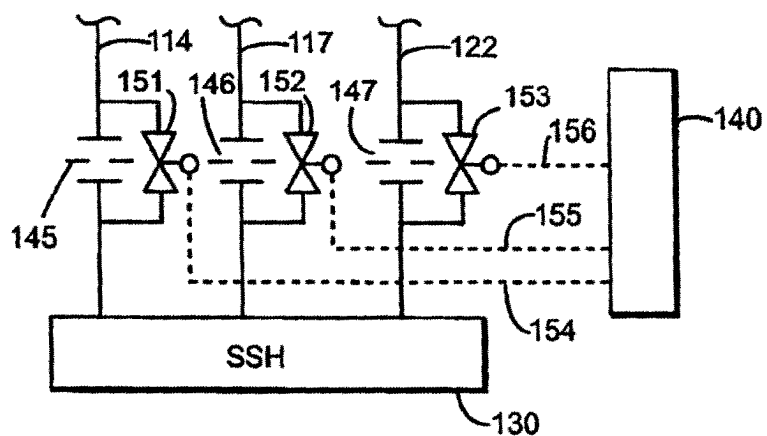
Фиг.1



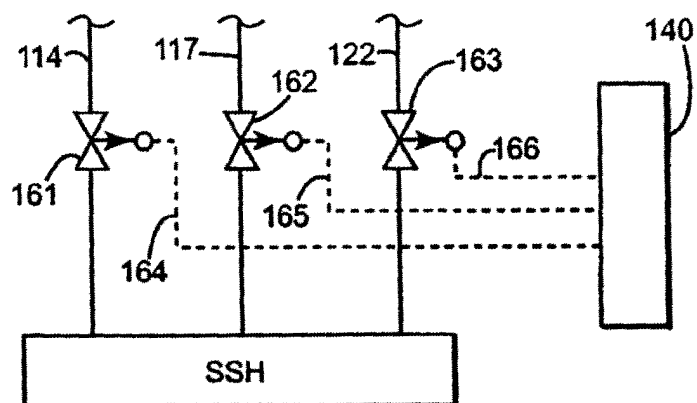
Фиг.2



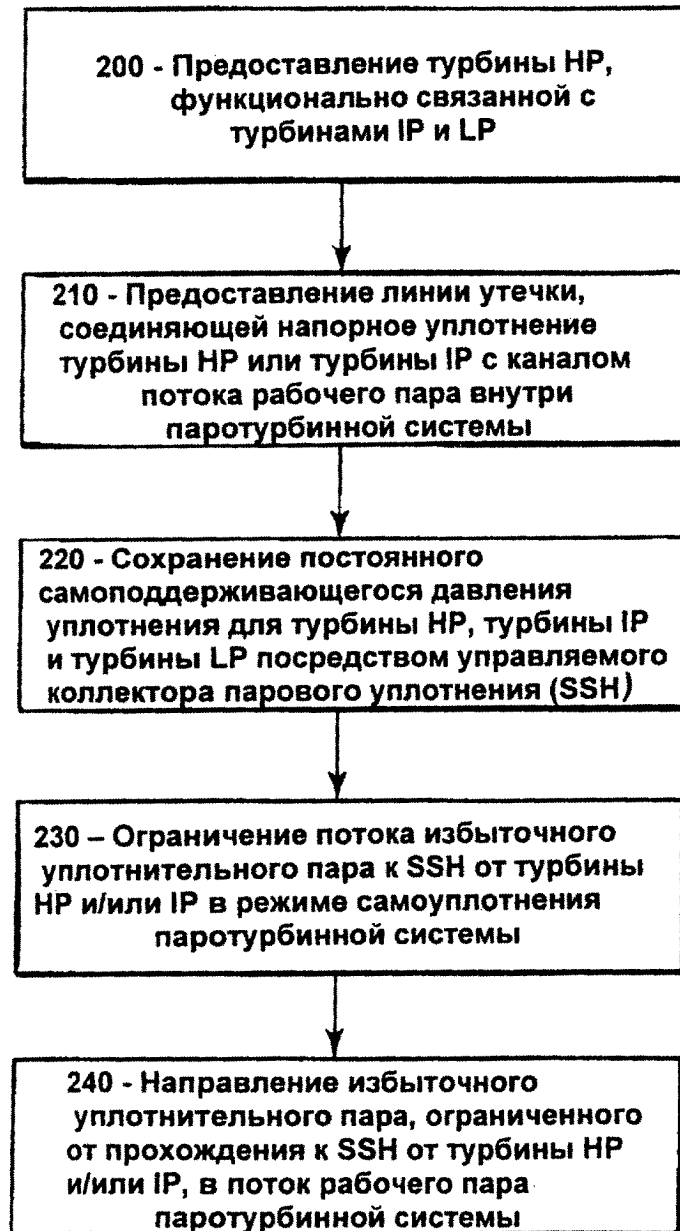
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6