



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 011 863⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁵ F 02 В 37/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4743376/06, 16.03.1990

(30) Приоритет: DE/19.07.88/3824373
DE/07.02.89/3903563

(30) Приоритет: 19.07.1988 DE 88 3824373; 89
3903563

(46) Дата публикации: 30.04.1994

(71) Заявитель:

МТУ Моторен-Унд Турбинен-Унион
Фридрихсхафен ГмбХ (DE)

(72) Изобретатель: Херберт Дойчманн[АТ],
Ханс Зудманнс[DE]

(73) Патентообладатель:

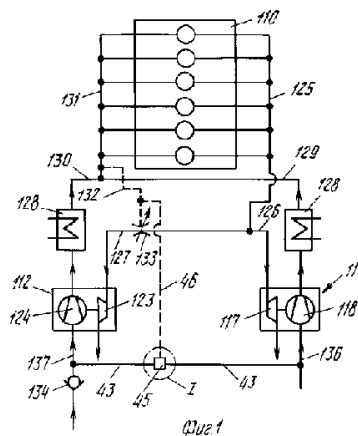
МТУ Моторен-Унд Турбинен-Унион
Фридрихсхафен ГмбХ (DE)

(54) ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С НАДДУВОМ

(57) Реферат:

Сущность изобретения: один из газотурбонагревателей 111 (112) выполнен отключаемым и подключаемым посредством расположения соответственно одного управляемого запорного устройства 133 отработавших газов в линии отработавших газов и одного автоматического запорного устройства 134 наддувочного воздуха в всасывающей линии 137 компрессора 124 наддувочного воздуха. Быстрое ударное включение нагрузки до номинальной мощности поршневого двигателя 110 внутреннего сгорания достигается, если на переключаемом газотурбонагнетателе 112 расположена байпасная линия 43 с управляемым байпасным запорным устройством 45, которая выполнена в виде поперечной соединительной линии между всасывающей линией 136 компрессора 118 наддувочного воздуха неотключаемого газотурбонагнетателя 111 и всасывающей линией 137 компрессора 124 наддувочного воздуха по потоку запорного устройства 134 наддувочного воздуха отключаемого и подключаемого газотурбонагнетателей.

Благодаря этому предотвращается термическая и механическая перегрузки подключенного газотурбонагнетателя. 10 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 011 863** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **F 02 B 37/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4743376/06, 16.03.1990

(30) Priority: DE/19.07.88/3824373
DE/07.02.89/3903563

(30) Priority: 19.07.1988 DE 88 3824373; 89 3903563

(46) Date of publication: 30.04.1994

(71) Applicant:

MTU MOTOREN-UND TURBINEN-UNION
FRIDRIKHSKHAFFEN GMBKH (DE)

(72) Inventor: KHERBERT DOJCHMANN[AT],
KHANS ZUDMANN[DE]

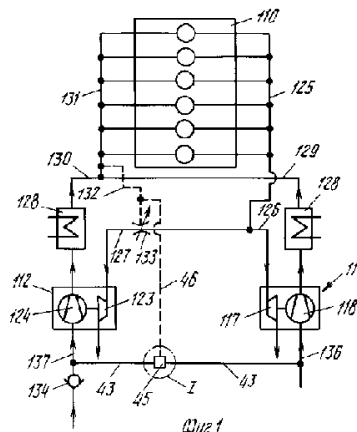
(73) Proprietor:

MTU MOTOREN-UND TURBINEN-UNION
FRIDRIKHSKHAFFEN GMBKH (DE)

(54) PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH SUPERCHARGING

(57) Abstract:

FIELD: engine engineering. SUBSTANCE: gas-turbine supercharger 111 can be connected and disconnected with controlled valving member 133 for exhaust gases set in exhaust gas line and automatic valving member 134 for supercharging air set in suction line 137 of supercharging air compressor 124. Rapid shock starting of the engine is reached when gas-turbine supercharger 112 is provided with by-pass line 43 having controlled by-pass valve member 45. The by-pass line is made of a lateral connecting line which connects the suction line 136 of compressor 118 of supercharging air of gas-turbine supercharger 111 and suction line 137 of compressor 124 of supercharging air downstream of valving member 134 for supercharging air. EFFECT: excluded thermal and mechanical overloading. 10 dwg



Изобретение относится к поршневому двигателю внутреннего сгорания с наддувом с несколькими параллельно работающими газотурбонагнетателями.

Выключение газотурбонагнетателей производится у поршневых двигателей внутреннего сгорания для повышения давления наддувочного воздуха и расхода наддувочного воздуха при уменьшенном по сравнению с режимом номинальной нагрузки выходом энергии отработавших газов, т. е. в режиме частичной нагрузки и неполных оборотов поршневого двигателя внутреннего сгорания. При этом при незначительном выходе энергии отработавших газов работает только один газотурбонагнетатель, к которому при увеличении мощности поршневого двигателя внутреннего сгорания постепенно параллельно подключается один или несколько газотурбонагнетателей, пока наконец при режиме номинальной нагрузки не будут работать все имеющиеся газотурбонагнетатели.

Известен поршневой двигатель внутреннего сгорания. При малой нагрузке поршневого двигателя внутреннего сгорания один газотурбонагнетатель посредством запорного устройства отработавших газов, управляемого давлением наддувочного воздуха, отделяется от газовойпускного коллектора. Запорное устройство наддувочного воздуха во всасывающей линии компрессора наддувочного воздуха препятствует при этом выходу наддувочного воздуха из наддувочного коллектора. В общем блоке компрессора выключенного газотурбонагнетателя мгновенно существующее давление наддувочного воздуха растет от наддувочного коллектора до запорного устройства наддувочного воздуха.

Однако требование быстрого и высокого ударного включения нагрузки выполнимо лишь в недостаточной степени. Поршневой двигатель внутреннего сгорания может только тогда следовать желаемому ударному включению нагрузки, когда процесс подключения выключенного прежде газотурбонагнетателя закончен. Протекание процесса замедлено тем, что компрессору наддувочного воздуха подключенного газотурбонагнетателя требуется известное время, чтобы снизить давление наддувочного воздуха, имеющееся в его всасывающей линии вниз по течению запорного устройства наддувочного воздуха, до давления открытия запорного устройства наддувочного воздуха.

Кроме того, подвижные детали подключенного газотурбонагнетателя ускоряются до сверхноминального числа оборотов, что можно объяснить замедленным снижением давления во всасывающей линии приданного компрессора наддувочного воздуха. Так как пока в компрессоре наддувочного воздуха между стороной всасывания и стороной давления не существует никакой разницы давлений, его потребляемая мощность по сравнению с приводной мощностью, имеющейся у приданной турбины на отработавших газах, незначительна. Равновесие между отдаваемой и поглощаемой мощностью газотурбонагнетателя наблюдается в момент начала подключения в области характеристики газотурбонагнетателя

недопустимо большого числа оборотов. Это большое число оборотов имеет следствием как термическую, так и механическую нагрузку подвижных деталей газотурбонагнетателя, вследствие чего уменьшается их срок службы.

Описанные недостатки встречаются как у поршневых двигателей внутреннего сгорания с одноступенчатым наддувом, так и при комбинированном наддуве. Единственное отличие состоит в том, что при одноступенчатом наддуве обе проблемы возникают у одного и того же газотурбонагнетателя, а при комбинированном наддуве замедление включения касается газотурбонагнетателя низкого давления, а проблема сверхноминального числа оборотов - газотурбонагнетателя высокого давления.

Целью изобретения является создание для поршневого двигателя внутреннего сгорания такого устройства, которое позволяет быстрое ударное включение нагрузки на номинальную мощность и препятствует термической и/или механической перегрузке подлежащего подключению газотурбонагнетателя.

Открытие байпасного запорного устройства в момент срабатывания подключения вызывает мгновенный сброс давления во всасывающей линии подключенного компрессора наддувочного воздуха. Таким образом, на стороне подачи воздуха на подключенном газотурбонагнетателе очень быстро создаются условия, необходимые для его оптимальной работы.

Достигнутые с помощью изобретения преимущества заключаются в том, что затруднение ударного включения нагрузки устранено посредством замедления включения при подключении газотурбонагнетателя, сверхноминальное число оборотов устранено при подключении газотурбонагнетателя, при комбинированном наддуве улучшено ускорение подключенного газотурбонагнетателя низкого давления. Кроме того, обеспечивается простое управление запорным устройством, которое управляет байпасной линией, расположенной между всасывающими линиями компрессоров наддувочного воздуха, так как контроль приходится на запирающие.

На фиг. 1 изображен наддувочный агрегат с двумя одноступенчатыми газотурбонагнетателями поршневого двигателя внутреннего сгорания; на фиг. 2 - байпасное запорное устройство с самозакрывающимся затвором (узел I на фиг. 1); на фиг. 3 - наддувочный агрегат с двумя комбинированными газотурбонагнетателями поршневого двигателя внутреннего сгорания; на фиг. 4 - байпасное запорное устройство с управляемым затвором (узел II на фиг. 3); на фиг. 5 - байпасное запорное устройство с обводной линией отработавших газов (узел III на фиг. 3); на фиг. 6 - поперечное сечение соединительного патрубка турбины на отработавших газах и в зоне байпасного входа отработавших газов; на фиг. 7 - продольный разрез турбины и соединительного патрубка (разрез A-A на фиг. 6); на фиг. 8 - наддувочный агрегат с двумя комбинированными газотурбонагнетателями поршневого двигателя внутреннего сгорания

и двумя обводными линиями отработавших газов; на фиг. 9 - решетка лопаток турбины высокого давления; на фиг. 10 - решетка лопаток турбины низкого давления.

Поршневой двигатель 110 внутреннего сгорания с наддувом (фиг. 1) оснащен газотурбонагнетателем 111, постоянно подключенным на стороне выхлопа и наддувочного воздуха, и газотурбонагнетателем 112, выполненным отключаемым и подключаемым. Постоянно подключенный газотурбонагнетатель 111, предназначенный для снабжения наддувочным воздухом поршневого двигателя внутреннего сгорания при холостом ходе и низкой нагрузке, состоит из турбины 117 на отработавших газах и компрессора 118 наддувочного воздуха. Отключаемый газотурбонагнетатель 112 состоит из турбины 123 на отработавших газах и компрессора 124 наддувочного воздуха.

Оба газотурбонагнетателя газовыпускным коллектором 125 через трубопроводы 126 и 127 отработавших газов снабжаются отработавшим газом поршневого двигателя 110. Наддувочный воздух они подают через холодильник 128 и линии 129 и 130 в коллектор 131 поршневого двигателя 110.

При холостом ходе и небольшой нагрузке поршневого двигателя 110 внутреннего сгорания газотурбонагнетатель 112 посредством запорного устройства 133 отработавших газов, управляемого давлением наддувочного воздуха в коллекторе 131 наддувочного воздуха через линию 132 управления, отделяется от газовыпускного коллектора 125. Запорное устройство 134 наддувочного воздуха в всасывающей линии 137 препятствует выходу наддувочного воздуха из коллектора 131 через газотурбонагнетатель 112. Во всем компрессорном блоке отключенного газотурбонагнетателя 112 мгновенно имеющееся давление наддувочного воздуха возрастает от коллектора 131 до запорного устройства 134.

Байпасная линия 43, которая управляется управляемым байпасным запорным устройством 45, соединяет всасывающую линию 137 компрессора 124 отключаемого газотурбонагнетателя 112 вниз по течению (по потоку) запорного устройства 134 с всасывающей линией 136 компрессора 118 неотключаемого газотурбонагнетателя 111.

Байпасное запорное устройство 45 имеет автоматически запирающийся силой пружины 51 затвор 52, выполненный в виде маятникового клапана, соединенного с осью 53 без проворачивания. Ось 53, направленная наружу сквозь корпус 54 байпасного запорного устройства 45, несет соединенный с ней жестко рычаг 55, на котором закреплена пружина 51. Положение запираения затвора 52 при отключенном газотурбонагнетателе 112 фиксируется дистанционно управляемым фиксатором 56, взаимодействующим с рычагом 55. Фиксатор 56 образует поршневой шток направленного в корпусе 58 поршня 59, который пружиной 57 сжатия посредством давления управления приведен в положение разблокировки. Давление управления подводится по линии 46 управления, соединенной с линией 132 управления для приведения в действие запорного устройства 133 отработавших газов.

Если при возрастающей мощности поршневого двигателя 110 достигается верхний предел мощности постоянно включенного газотурбонагнетателя 111, запорное устройство 133, управляемое давлением наддувочного воздуха в коллекторе 131 наддувочного воздуха через линию 132 управления, открывается. Отключенный до сих пор газотурбонагнетатель 112 нагружается благодаря этому отработавшим газом поршневого двигателя внутреннего сгорания. Одновременно с открыванием запорного устройства 133 байпасное запорное устройство 45 разблокируется посредством давления в линии 46 управления. Имеющаяся на затворе 52 в начале подключения разность давлений, которая образуется из разности избыточного давления (давление наддувочного воздуха), имеющегося в линии 137 компрессора 124 от состояния отключения, и пониженное давление во всасывающей линии 136 компрессора 118 приводит к подъему затвора 52. Благодаря этому через байпасную линию 43 происходит мгновенное падение избыточного давления во всасывающей линии 137 до разности давлений, обусловленной силой возврата пружины 51. Прежде чем происходит полное выравнивание давления, затвор 52 вновь возвращается в положение запираения. Таким образом, линии 136 и 137 компрессоров 118 и 124 вновь разделены. Подключенный, запущенный компрессор 124 наддувочного воздуха очень быстро снижает с начинающейся подачей еще оставшееся небольшое избыточное давление в приданной ему всасывающей линии 137.

В результате открывается запорное устройство 134 наддувочного воздуха, таким образом процесс подключения закончен. Таким образом, процесс подключения заканчивается быстрее, как будто бы без байпасной линии 43, падение давления во всасывающей линии 137 происходит лишь путем начинающейся подачи наддувочного воздуха подключенного газотурбонагнетателя 112. Ударное включение нагрузки поршневого двигателя внутреннего сгорания больше не ограничено процессом подключения газотурбонагнетателя.

Быстрым падением давления во всасывающей линии 137 подключенного компрессора 124 наддувочного воздуха предотвращается недопустимое сверхноминальное число оборотов вращающихся деталей, так как потребляемая мощность компрессора 124 соответствует сразу же после размыкания подключения отдаваемой турбиной 123 мощности. Газотурбонагнетатель работает в номинальном диапазоне своей универсальной характеристики при допустимом числе оборотов.

На фиг. 3 показан поршневой двигатель 10 внутреннего сгорания с наддувом, который оснащен комбинированными газотурбонагнетательными агрегатами 11 и 12. Газотурбонагнетательный агрегат выполнен отключаемым и подключаемым. Постоянно включенный газотурбонагнетательный агрегат 11 включает газотурбонагнетатель 13 высокого давления с турбиной 14 и компрессором 15 высокого давления, а также газотурбонагнетатель 16

низкого давления с турбиной 17 низкого давления и компрессором 18 низкого давления. Отключаемый газотурбонагнетательный агрегат 12 состоит из газотурбонагнетателя 19 высокого давления с турбиной 20 высокого давления и компрессором 21 высокого давления, а также газотурбонагнетателя 22 низкого давления с турбиной 23 низкого давления и компрессором 24 низкого давления.

Газотурбонагнетательные агрегаты 11 и 12 снабжаются газовыпускным коллектором 25 по линиям 26 и 27 отработавших газов. Свой наддувочный воздух они подают в поршневой двигатель 10 через холодильник 28 наддувочного воздуха линии 29 и 30 наддувочного воздуха и коллектор 31 наддувочного воздуха.

В поршневом двигателе 10 внутреннего сгорания с комбинированным наддувом размещена байпасная линия 43, управляемая байпасным запорным устройством 45. Байпасная линия 43 соединяет в поршневом двигателе 10 всасывающую линию 37 компрессора 24 отключаемого газотурбонагнетательного агрегата 12 вниз по течению запорного устройства 34 наддувочного воздуха с всасывающей линией 36 компрессора 18 неотключаемого газотурбонагнетательного агрегата 11.

Дополнительно имеется другая байпасная линия 40, соединяющая всасывающую линию 38 компрессора 21 отключаемого газотурбонагнетательного агрегата 12 с всасывающей линией 39 компрессора 15 неотключаемого газотурбонагнетательного агрегата 11. В байпасной линии 40 расположено байпасное запорное устройство 41, соединенное через линию 42 управления с линией 32 управления для запорного устройства 33 отработавших газов.

Байпасное запорное устройство 41 (фиг. 4) оснащено выполненным в виде клапана затвором 62, соединенным без проворачивания с осью 63. Ось 63, выведенная наружу через корпус 64, несет соединенный с ней без проворачивания рычаг 65, который связан с механизмом 66 перестановки, дистанционно управляемым через линию 42 управления. Положение запираения затвора 62 фиксировано при отключенном газотурбонагнетательном аппарате 12, дистанционно управляемым фиксатором 56, взаимодействующим с рычагом 65, как описано для фиг. 3.

Отключаемый и подключаемый газотурбонагнетательный агрегат 12, кроме того, оснащен управляемой байпасной линией 47 отработавших газов, которая начинается у запорного устройства 33 и в обход турбины 20 высокого давления газотурбонагнетателя 19 входит в линию 48 отработавших газов низкого давления перед турбиной 23 газотурбонагнетателя 22 низкого давления. Поток отработавших газов, подлежащий отведению из линии 27 отработавших газов высокого давления в байпасную линию 47 отработавших газов, определяется соответствующим выбором размеров проходного сечения обводной линии 47.

Запорное устройство 33 отработавших газов (фиг. 5) оснащено выполненным в виде вращающегося диска, соединенным без проворачивания с осью 73 первым затвором

72 для запираения линии 27 отработавших газов, который расположен вверх по течению отвода байпасной линии 47. Связь устроена так, что срабатывание запорного устройства 33 для открывания линии 27 вызывает закрывание байпасной линии 47 отработавших газов. Механизм 76 перестановки для приведения в действие запорного устройства 33 имеет сохраняемое посредством управляемого стопора 78 положение фиксации 75, находящееся между 10 и 60% полного открытия первого затвора 72. Второй затвор 74 в отношении линии 27 расположен так, что при положении фиксации 75 дросселирующее действие оказывается на линию 27 отработавших газов. В зависимости от действующего на управляемый стопор 78 режимного параметра поршневого двигателя 10 или подключенного газотурбонагнетательного агрегата 12 после отвода стопора 78 дальнейшее приведение в действие запорного устройства 33 происходит от положения фиксации 75 до конечного положения 77. По достижении конечного положения 77 затвора 72 подключение закончено. При этом байпасная линия 47 закрыта затвором 74 и проход в линию 27 полностью открыт.

При холостом ходе и малой нагрузке поршневого двигателя 10 газотурбонагнетательный агрегат 12 посредством запорного устройства 33, управляемого наддувочным воздухом в коллекторе 31 через линию 32 управления, отделен от газовыпускного коллектора 25. Запорное устройство 34 во всасывающей линии 37 компрессора 24 препятствует истечению наддувочного воздуха из коллектора 31 через отключенный газотурбонагнетательный агрегат 12. В целом компрессорном агрегате отключенного газотурбонагнетательного агрегата 12 мгновенно имеющееся давление наддувочного воздуха повышается от коллектора 31 наддувочного воздуха до запорного устройства 34 наддувочного воздуха.

Если при увеличивающейся мощности поршневого двигателя 10 достигается верхний предел мощности постоянно включенного газотурбонагнетательного агрегата 11, открывается запорное устройство 33, управляемое давление наддувочного воздуха в коллекторе 31, и отключенный до сих пор газотурбонагнетательный агрегат 12 нагружается отработавшим газом поршневого двигателя 10 внутреннего сгорания.

Без особых мер вращающиеся детали газотурбонагнетателя 19 после разомкнутого подключения набирают обороты быстрее, чем вращающиеся детали газотурбонагнетателя 22, и очень быстро достигает недопустимое сверхноминальное число оборотов. Причиной этому является, во-первых, термодинамически обусловленный малый типоразмер и вытекающий отсюда меньший по сравнению с газотурбонагнетателем 22 момент инерции масс газотурбонагнетателя 19. Во-вторых, сказывается замедленное падение давления во всасывающей линии 38 компрессора 21, опираясь на недопустимое повышение числа оборотов. С другой стороны, газотурбонагнетатель 22 после размыкания подключения претерпевает замедленное ускорение, так как турбина 23

низкого давления вследствие предвключенной турбины 20 высокого давления не имеет необходимой энергии отработавших газов. Чтобы избежать запаздывания включения и недопустимого числа оборотов при подключении газотурбонагнетательного агрегата 12, состоящего из газотурбонагнетателей высокого и низкого давлений эффективны одновременно три меры.

1. Открывание запорного устройства 33 отработавших газов до положения фиксации 75 вызывает дросселирование в поперечном сечении линии 27 отработавших газов при одновременном открывании байпасной линии 47 отработавших газов. Непосредственно после размыкания подключения газотурбонагнетательного агрегата 12 часть расхода отработавших газов поступает непосредственно в линию 48 отработавших газов низкого давления турбины 23. Соответственно уменьшается расход отработавших газов для турбины 20 высокого давления.

2. Разблокировка байпасного запорного устройства 45 в байпасной линии 43 имеет одинаковое действие на падение давления во всасывающей линии 37, как описано для примера по фиг. 1. Падение давления в линии 37 создает предпосылки для быстрого начала подачи компрессора 24 низкого давления, так что после подключения уменьшается также и имеющаяся заранее в результате первой меры мощность привода турбины 23.

3. Срабатывание байпасного запорного устройства 41 в байпасной линии 40 приводит к падению давления во всасывающей линии 38 компрессора 21 до уровня давления в всасывающей линии 39 постоянно включенного компрессора 15. Таким образом, для компрессора 21 высокого давления создана предпосылка для регулярного начала подачи. Имеющаяся на турбине 20 мощность привода может также снижаться компрессором 21. Кроме того, подключенный компрессор 21 высокого давления независимо от мгновенного режима работы приданного компрессора 24 низкого давления через байпасную линию 40 может всасывать охлажденный воздух с давлением на выходе, соответствующим мгновенной рабочей точке, из линии 39 постоянно находящегося в работе газотурбонагнетательного агрегата 11. Нагрузка газотурбонагнетателя 19 посредством полезной подачи наддувочного воздуха в связи с начальным расходом отработавших газов, уменьшенным посредством первой меры, препятствует достижению нежелательного сверхноминального числа оборотов своих вращающихся деталей.

Для газотурбонагнетателя 22 с помощью байпасной линии 48 получается предпочтительное начало подачи. В связи с уменьшенным ускорением газотурбонагнетателя 19 между ними достигается приблизительная синхронность, что значительно сокращает срабатывание подключения и улучшает ударное включение нагрузки для поршневого двигателя 10 внутреннего сгорания. После происшедшего подключения газотурбонагнетательного агрегата 12, байпасная линия может оставаться включенной на проход, так как в соединенных всасывающих линиях 38 и 39,

работающих параллельно в режиме подключения газотурбонагнетательных агрегатов 11 и 12, имеется одинаковое давление. Затвор 62 байпасного запорного устройства 41 может быть выполнен также в виде затвора 72 в запорном устройстве 33.

Действие потока отработавших газов, подведенного по байпасной линии 47 отработавших газов турбины 23 низкого давления, улучшается еще и благодаря тому, что ввод в линию 48 отработавших газов низкого давления турбины 23 происходит в непосредственной близости от выпускного отверстия 251 турбины 20 высокого давления. Вход байпасной линии 47 в линию 48 выполнен в виде спиральной камеры 242, так что поток отработавших газов, выходящий из байпасной линии 47, принимает форму вихревого потока 253 с определенным направлением. Спиральная камера 242 является составной частью сменного соединительного патрубка 243, расположенного между турбинами высокого и низкого давлений. Ни корпус турбины 20 высокого давления, ни корпус турбины 23 низкого давления не касаются выполнения присоединения для байпасной линии 47 отработавших газов. Вследствие этого для переключаемого газотурбонагнетательного агрегата 12 используются без изменений те же газотурбонагнетатели, которые использованы в непереключаемом газотурбонагнетательном агрегате 11.

Момент количества движения, становящийся эффективным на турбинной решетке лопаток, пропорционален разности между окружной составляющей C_{VE} потока на входе в турбину C_E и окружной составляющей C_{VA} потока на выходе из турбины C_A . Для известного промежутка времени после размыкания подключения газотурбонагнетательного агрегата 12, если решетка лопаток турбины 20 высокого давления еще не работает или вращается с небольшим числом оборотов, разность между окружными составляющими C_{VE} и C_{VA} велика. Это следует из того, что в пусковой фазе рабочего колеса турбины в решетке лопаток происходит сильное отклонение потока, окружная составляющая C_{VA} потока на выходе из турбины C_A направлена против собственного направления 252 вращения решетки лопаток (фиг. 9).

Направление 253 течения вихревого потока, который образуется потоком отработавших газов, поступившим из байпасной линии 47 в зону истечения турбины 20, направлен против окружной составляющей C_{VA} потока на выходе из турбины C_A в этой области эксплуатационных режимов. Отсюда следует уменьшение влияющего на момент количества движения тангенциального потока на выходной стороне турбины, так что действующий на решетке лопаток турбины 20 момент количества движения также уменьшается в этом режиме работы. Уменьшенный таким образом крутящий момент для ускорения вращающихся деталей газотурбонагнетателя 19 препятствует нежелательному сверхноминальному числу оборотов после подключения.

Одновременно получается начало подачи

наддувочного воздуха, предпочтительного для газотурбонагнетателя 22 с потоком отработавших газов из байпасной линии 47. В связи с уменьшенным ускорением газотурбонагнетателя 19 между ними достигается приблизительная синхронность, что значительно сокращает протекание подключения и улучшает ударное включение нагрузки для поршневого двигателя 10.

Дальнейшее улучшение синхронности между газотурбонагнетателями 19 и 22 высокого и низкого давлений после подключения и режима ударного включения нагрузки поршневого двигателя 10 достигается посредством изображенного на фиг. 8 другого примера выполнения. Байпасная линия 236 отработавших газов, ответвляющаяся от байпасной линии 47, ведет дополнительно к линии 239 отработавших газов. Вход байпасной линии 236 в линию 239 расположен в непосредственной близости от выпускного отверстия 251' турбины 23 и выполнен также в виде спиральной камеры 242' на сменном соединительном патрубке 243'. Посредством дроссельного устройства 255, установленного в байпасной линии 236 поток отработавших газов является регулируемым.

Поток отработавших газов, выходящий из байпасной линии 236, образует в линии 239 вихревой поток, который направлен так, что после размыкания подключения устанавливается положительное влияние мощности турбины 23.

На турбине низкого давления становящийся эффективным на турбинной решетке лопаток момент количества движения пропорционален разности между окружной составляющей C_{VE} потока на входе в турбину C_E и окружной составляющей C_{VA} потока на выходе из турбины C_A .

На фиг. 10 изображены условия потока на решетке лопаток турбины 23 после подключения при еще не работающих или вращающихся с малым числом оборотов вращающихся деталях газотурбонагнетателя 22. Направление течения вихревого потока 253', которое формируется потоком отработавших газов, входящим из обводной линии 236 в зону истечения турбины 23, равнонаправлено в этой области эксплуатационных режимов с окружной составляющей C_{VA} потока на выходе из турбины C_A . Отсюда следует увеличение влияющего на момент количества движения тангенциального потока на решетке лопаток турбины, так что момент количества движения, действующий на решетке лопаток турбины 23, также увеличивается в направлении собственного направления 254 вращения.

Достигаемое с помощью дополнительной байпасной линии 236 повышение крутящего момента на турбине 23 низкого давления вызывает в связи с порцией отработавших газов, поданных по байпасной линии 47 турбины 23, быстрое увеличение числа оборотов вращающихся деталей газотурбонагнетателя 22 после подключения. Благодаря этому увеличивается избыток мощности, потребный для быстрого начала подачи компрессора 24 после подключения.

Комбинация кратковременно пониженной

после подключения потребляемой мощности газотурбонагнетателя 19 с одновременно повышенной потребляемой мощностью газотурбонагнетателя 22 и другие меры предотвращают ощутимое запаздывание коммутации для газотурбонагнетательного агрегата 12. Одновременно это препятствует появлению сверхноминального числа оборотов на газотурбонагнетателе высокого давления.

Формула изобретения:

1. ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С НАДДУВОМ с несколькими параллельно работающими газотурбонагнетателями, снабженными входными и выходными патрубками турбины и компрессора, установленными параллельно и подключенными к магистралям отходящих газов и всасывающим магистралям, причем по меньшей мере один из газотурбонагнетателей выполнен отключаемым и снабжен первой байпасной магистралью с устройством блокировки байпаса, в магистрали отходящих газов перед турбиной отключаемого газотурбонагнетателя установлен орган блокировки, а в его всасывающей магистрали размещено автоматическое устройство ее перекрытия, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности, он снабжен блоком управления и четырьмя управляющими магистралями, связанными с блоком управления, а байпасная магистраль выполнена в виде поперечного соединения всасывающей магистрали неотключаемого газотурбонагнетателя со всасывающей магистралью отключаемого газотурбонагнетателя и подключена к всасывающей магистрали отключаемого газотурбонагнетателя после органа блокировки по ходу движения потока воздуха.

2. Двигатель по п. 1, отличающийся тем, что он снабжен дополнительными газотурбонагнетателями, каждый из которых установлен последовательно с газотурбонагнетателем с образованием двухступенчатого агрегата наддува в виде ступени жидкого и высокого давления, причем байпасная магистраль расположена между всасывающими магистралями ступеней низкого давления.

3. Двигатель по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что устройство блокировки байпаса выполнено самозапирающимся в виде корпуса с расположенным в нем запорным элементом, подпружиненным в направлении запираения.

4. Двигатель по п. 3, отличающийся тем, что он снабжен устройством фиксации запорного элемента в закрытом положении.

5. Двигатель по п. 4, отличающийся тем, что устройство фиксации подключено к первой управляющей магистрали.

6. Двигатель по п. 2, отличающийся тем, что он снабжен дополнительной байпасной магистралью, выполненной в виде поперечного соединения между всасывающими магистралями ступеней высокого давления двухступенчатых агрегатов наддува.

7. Двигатель по п. 6, отличающийся тем, что в дополнительной байпасной магистрали расположено дополнительное устройство блокировки байпаса, выполненное в виде корпуса с расположенным в нем запорным

элементом, подпружиненным в направлении запираения, и устройство фиксации закрытого положения, подключенного к второй управляющей магистрали.

8. Двигатель по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что он снабжен второй байпасной магистралью отходящих газов, подключенной к органу блокировки отходящих газов и к магистрали отходящих газов ступени низкого давления.

9. Двигатель по пп. 1 - 8, отличающийся тем, что орган блокировки отходящих газов выполнен в виде корпуса с расположенным в нем с возможностью поворота запорным органом, состоящим из первого запорного элемента для перекрытия магистрали отходящих газов и соединенного с ним второго запорного элемента для перекрытия второй байпасной магистрали отходящих газов.

10. Двигатель по пп. 1 - 9, отличающийся тем, что орган блокировки снабжен рычажным механизмом, регулируемым упором для фиксации запорного органа между 10 и 60% полного открытия магистрали отходящих газов при запираении и механизмом поворота запорного органа, подключенным к третьей управляющей магистрали.

11. Двигатель по пп. 1 - 10, отличающийся

тем, что вторая байпасная магистраль отходящих газов тангенциально подключена к выходному патрубку турбины ступени высокого давления по направлению вращения турбины.

5 12. Двигатель по пп. 8 и 9, отличающийся тем, что вторая байпасная магистраль отходящих газов тангенциально подключена к выходному патрубку турбины ступени низкого давления против направления вращения турбины.

10 13. Двигатель по пп. 11 и 12, отличающийся тем, что тангенциальное подключение второй байпасной магистрали отходящих газов выполнено в виде спирального корпуса.

15 14. Двигатель по п. 12, отличающийся тем, что спиральный корпус вместе с отрезком выходного патрубка выполнен совместно с отрезком выходного патрубка в виде сменного соединительного элемента.

20 15. Двигатель по пп. 8 - 12, отличающийся тем, что во второй отводной магистрали отходящих газов установлен дроссель для регулирования расхода отходящих газов.

Приоритет по пунктам
19.07.88 - по пп. 1 - 15;
07.02.89 - по п. 16.

25

30

35

40

45

50

55

60

