



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F02P 5/045* (2017.05); *F02D 41/222* (2017.05); *G01M 15/04* (2017.05); *G01N 27/223* (2017.05)

(21)(22) Заявка: 2014115622, 18.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.04.2014Дата регистрации:  
01.02.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
18.04.2013 US 13/865,853

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2015 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 01.02.2018 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
партнеры"

(72) Автор(ы):

**ПЕРСИФУЛЛ Росс Дикстра (US),  
МАККИ Имад Хассан (US),  
КЛАРК Тимоти Джозеф (US),  
УРИЧ Майкл Джеймс (US),  
КУМАР Панкадж (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК (US)**(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2222710 C2, 27.01.2004. RU  
2247259 C2, 27.02.2005. RU 2067688 C1,  
10.10.1996. US 20110094758 A1, 28.04.2011. US  
7730759 B2, 08.06.2010.

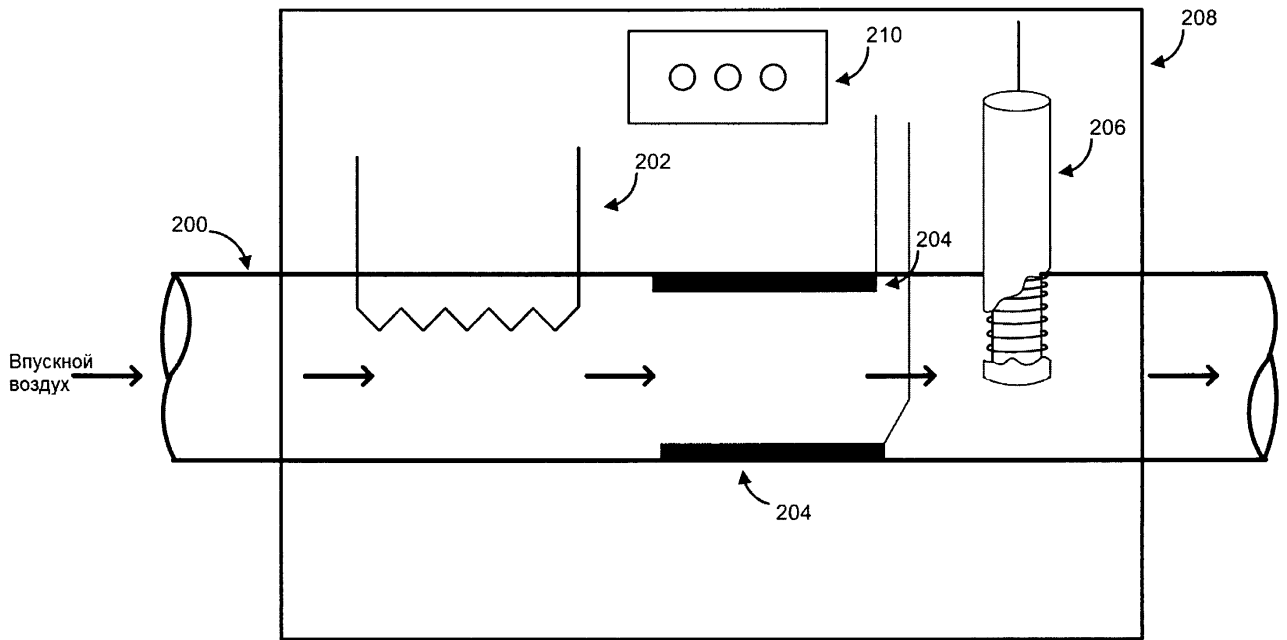
## (54) СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области автомобилестроения, в частности к системам двигателя с датчиком влажности. Представлены способы и системы эксплуатации двигателя с емкостным датчиком влажности. В одном из вариантов осуществляют контроль за изменениями датчика давления и влажности с одновременным направлением газов в воздухозаборник двигателя ниже по потоку от датчика влажности и выше по потоку от компрессора, в случае, если контролируемые изменения датчика давления и влажности меньше

соответствующих пороговых значений, осуществляют интрузивное регулирование давления в воздухозаборнике и выполняют индикацию ухудшения работы датчика влажности, когда показания влажности изменяются на величину, которая меньше первого порогового значения, а давление на датчике изменяется на величину, которая больше второго порогового значения. Техническим результатом является повышение точности показаний датчика влажности. 3 н. и 16 з.п. ф-лы, 8 ил.

C 2  
6  
9  
0  
4  
3  
4  
0  
6  
R UR U  
2  
6  
4  
3  
4  
0  
6  
C 2



Фиг. 2

RU 2643406 C2

RU 2643406 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F02P 5/04* (2006.01)  
*G01M 15/04* (2006.01)  
*G01N 27/22* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F02P 5/045* (2017.05); *F02D 41/222* (2017.05); *G01M 15/04* (2017.05); *G01N 27/223* (2017.05)

(21)(22) Application: **2014115622, 18.04.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**18.04.2014**

Registration date:  
**01.02.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**18.04.2013 US 13/865,853**

(43) Application published: **27.10.2015 Bull. № 30**

(45) Date of publication: **01.02.2018 Bull. № 4**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskiji partnery"**

(72) Inventor(s):

**PERSIFULL Ross Dijkstra (US),  
MAKKI Imad Khassan (US),  
KLARK Timoti Dzhozef (US),  
URICH Majkl Dzejms (US),  
KUMAR Pankadzh (US)**

(73) Proprietor(s):

**Ford Global Tekhnolodzhis, LLK (US)**

(54) **METHOD OF ENGINE OPERATION WITH HUMIDITY DETECTOR**

(57) Abstract:

FIELD: automotive engineering.

SUBSTANCE: methods and systems of engine operation with capacitive humidity detectors are presented. In one embodiment, the control of changes in the pressure and humidity detector is performed with simultaneous sending gases to the engine air intake downstream of the humidity detector and upstream of the compressor, in the event that the controlled changes in the pressure and humidity detector are less than the corresponding threshold values. The intrusive pressure

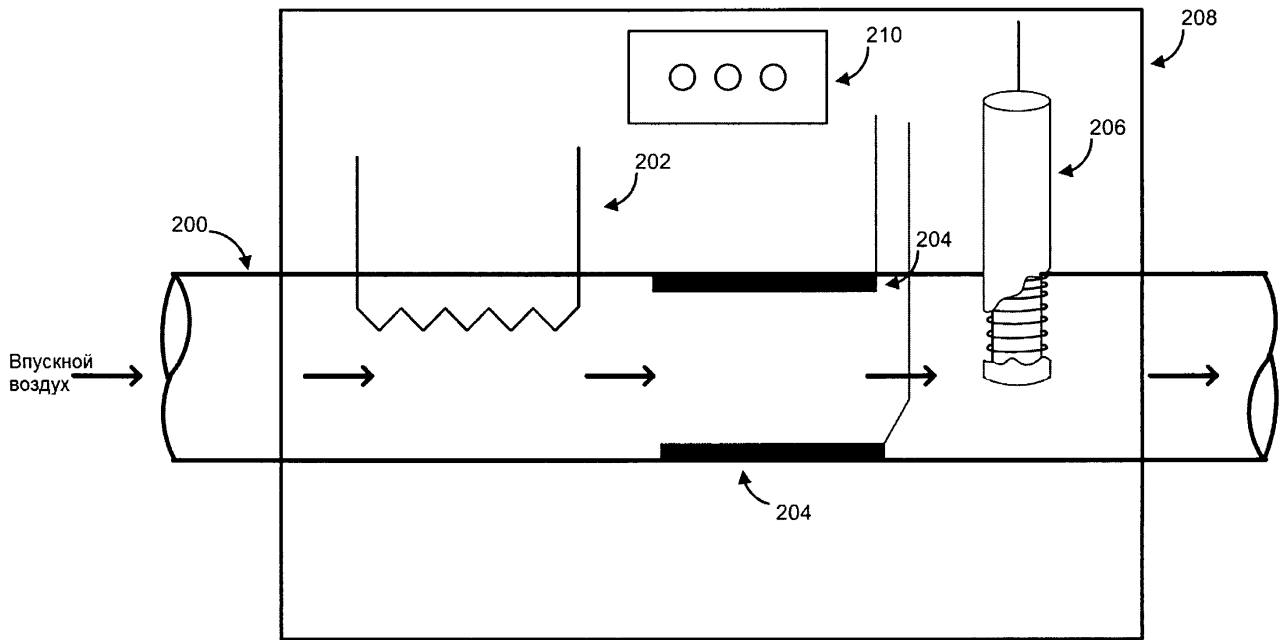
adjustment is performed in the air intake and the performance degradation of the humidity sensor operation is indicated when the humidity readings change by an amount that is less than the first threshold the value and the pressure on the detector changes by an amount that is greater than the second threshold value.

EFFECT: increase in the accuracy of the humidity detector.

19 cl, 8 dwg

**C 2  
9 0 4 3 4 0 6  
R U**

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



Фиг. 2

RU 2643406 C2

RU 2643406 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области автомобилестроения, в частности к системам двигателя с датчиком влажности.

Уровень техники

5 Датчики влажности могут быть использованы в различных частях двигателя для контроля его работы, например, для контроля установки моментов зажигания и рециркуляции выхлопных газов (EGR). Ошибки в показаниях влажности могут привести к неверной регулировке моментов зажигания, а следовательно, к детонации и другим  
10 проблемам, связанным с образованием конденсата, управлением рециркуляцией выхлопных газов, управлением разбавлением и др.

В патентной заявке US 20120227714 описан способ работы датчика влажности, расположенного ниже по потоку от впуска EGR. Для выполнения диагностики работы датчика в описанном способе закрывают дроссельную заслонку EGR и выполняют индикацию ухудшения работы датчика влажности на основании изменения влажности  
15 и давления всасываемого воздуха, реагирующих на закрытие дроссельной заслонки EGR.

Было обнаружено, что установка датчика влажности рядом с картером имеет недостатки. Расположение датчика влажности в таком месте может привести к ошибке в показаниях влажности окружающей среды из-за загрязнения картерными газами.  
20 Кроме того, влажность циркулирующих выхлопных газов изменяется в зависимости от типа топлива и условий работы двигателя, например, от температуры.

Раскрытие изобретения

В одном примере некоторые из вышеперечисленных проблем могут быть решены с помощью способа, в котором при направлении выхлопных газов во впускной воздух  
25 двигателя ниже по потоку от датчика влажности и выше по потоку от компрессора, выполняют индикацию ухудшения работы (деградации) датчика, когда показания датчика влажности изменяются на величину, меньшую первого порогового значения, а давление на датчике изменяется на величину, большую второго порогового значения. Например, при использовании емкостного датчика влажности он регистрирует  
30 количество воды в заданном объеме (между обкладками конденсатора). Определив данную зависимость и влияние, которое оказывает давление, можно установить связь между общим давлением и емкостью (чем меньше давление, тем меньше измеренное значение емкости при постоянной удельной влажности). По существу, путем регистрации уменьшения емкости на величину, меньшую порогового значения при наличии изменений  
35 в давлении на датчике можно определить рабочее состояние датчика, а также выяснить, соответствует ли ожидаемому значению прирост между изменением давления к изменению влажности/емкости, и на этом основании можно идентифицировать ухудшение работы датчика.

В другом примере некоторые из вышеуказанных проблем могут быть решены с помощью способа, в котором выполняют индикацию значения влажности, измеренного  
40 с помощью датчика влажности при изменении давления в определенном диапазоне, при этом датчик влажности расположен выше по потоку от компрессора во впускной системе двигателя. Также способ включает в себя индикацию ухудшения работы датчика влажности, когда показания влажности при изменении давления изменяются на величину,  
45 меньшую порогового значения.

Необходимо понимать, что приведенная выше сущность изобретения используется для того, чтобы познакомить в упрощенной форме с набором концепций, которые будут далее рассмотрены в подробном описании. Она не предназначена для определения

ключевых или основных особенностей заявленного объекта, область применения которого однозначно определена формулой изобретения, приведенной после подробного описания. Кроме того, заявленный объект изобретения не ограничен вариантами реализации, которые устраняют недостатки, указанные выше или упомянутые в любой

5 части настоящего раскрытия.

Краткое описание чертежей

На Фиг. 1 представлена система двигателя, включающая в себя датчик влажности.

На Фиг. 2 представлена схема варианта выполнения емкостного датчика влажности.

10 На Фиг. 3 изображена логическая схема способа диагностики емкостного датчика влажности в условиях высокой удельной и относительной влажности.

На Фиг. 4 изображена логическая схема способа диагностики датчика влажности на основании значений температуры в условиях низкой удельной и относительной влажности.

15 На Фиг. 5 изображена логическая схема способа интрузивной диагностики в условиях высокой удельной и относительной влажности.

На Фиг. 6 представлен пример графиков показаний датчика влажности для интрузивной диагностики на основании абсолютной влажности.

На Фиг. 7 изображена логическая схема способа интрузивной диагностики в условиях низкой удельной и относительной влажности.

20 На Фиг. 8 представлен пример графиков показаний датчика влажности для интрузивной диагностики на основании температуры.

Осуществление изобретения

Далее приведено описание систем и способов диагностики датчика влажности, а также соответствующих стандартных операций.

25 Первая проблема заключается в том, что некоторые технологии измерения влажности, основанные на измерение влажности воздуха во впускной системе двигателя, не позволяют выполнить диагностику из-за незначительного изменения показаний датчика при изменении давления или температуры. В этом случае значение может «застрять» в некотором диапазоне. Это означает, что датчик удельной влажности перестает

30 реагировать на изменения давления и температуры, если удельная влажность остается постоянной. Однако при постоянной удельной влажности датчики абсолютной влажности чувствительны к изменениям давления и температуры, если воздух окружающей среды имеет высокую температуру и влажность. Когда воздух окружающей среды является сухим, датчики абсолютной влажности имеют очень низкую

35 чувствительность к изменениям давления и температуры. Также при постоянной удельной влажности датчики относительной влажности чувствительны к изменениям давления и температуры, даже если воздух окружающей среды становится сухим. Как будет сказано ниже, путем изменения давления всасываемого воздуха в области рядом с трехкоординатным датчиком влажности, ограничивая другие загрязняющие потоки,

40 можно выявить зависимость между изменением удельной влажности и изменением давления. Также можно выявить зависимость между изменением относительной влажности и изменением температуры. При нарушении выявленной зависимости могут быть выполнены индикация ухудшения параметров датчика и запуск стандартных операций.

45 В частности, изменение абсолютной влажности связано с изменением полного давления. Другими словами, если полное давление воздушно-водяной смеси уменьшается на 10%, то и абсолютная влажность уменьшится приблизительно на 10%. Изменяя давление всасываемого воздуха медленнее, чем при переходных процессах работы

двигателя, но быстрее, чем при установившемся режиме работы, можно убедиться в том, что относительно медленно изменяющееся соотношение воды и воздушно-водяной смеси не меняется при сжатии или расширении смеси. Также удельная влажность выражена в виде отношения массы водяного пара на единицу массы сухого воздуха (то есть влагосодержание). В одном примере датчик влажности, расположенный ниже по потоку от дросселя, расположенного перед компрессором, обеспечивает более высокую чувствительность, поскольку в данном месте не происходит увлажнение от картерных газов или от циркулирующих выхлопных газов.

В одном примере датчик влажности является емкостным. Емкостный датчик, в первую очередь, чувствителен к абсолютной влажности. В частности, он регистрирует количество воды в заданном объеме (между обкладками конденсатора). Если полное давление уменьшается, то уменьшается и емкость. В некоторых примерах в данном способе предпочтительно использовать эту зависимость с учетом того, что абсолютная влажность прямо пропорциональна плотности, прямо пропорциональна давлению при постоянной температуре, и обратно пропорциональна температуре при постоянном давлении.

Согласно настоящему описанию работу датчика влажности можно оценить путем изменения давления образца воздушно-водяной смеси и измерения показаний абсолютной влажности от датчика. Абсолютная влажность напрямую зависит от полного давления смеси, таким образом, датчик, по сути, является датчиком абсолютной влажности, при этом давление прямо пропорционально абсолютной влажности. Таким образом, когда расположенный выше по потоку дроссель всасываемого воздуха закрыт, а давление уменьшается от 100 кПа до 90 кПа, можно ожидать, что абсолютная влажность уменьшится на 10% (плюс/минус пороговая чувствительность), если датчик функционирует должным образом. Данный подход может отличаться от подхода, направленного на преобразование абсолютной влажности в относительную влажность.

В настоящем описании применяются следующие отношения:

Влагосодержание = Удельная влажность = масса воды / масса сухого воздуха

Удельная влажность = масса воды в заданном объеме воздушно-водяной смеси

Относительная влажность = молярная концентрация воды в смеси / молярная концентрация воды в насыщенной смеси.

Далее приведено описание систем и способов диагностики датчика влажности, встроенного в систему двигателя, которая включает в себя впускную систему с компрессором (Фиг. 1). Датчик влажности, например, емкостной датчик влажности, может быть расположен ниже по потоку от дросселя, установленного перед компрессором, для измерения или оценки влажности при различных условиях работы двигателя. Емкостной датчик (Фиг. 2), в основном, чувствителен к абсолютному давлению. Следовательно, если изменять давление воздушно-водяной смеси и измерять абсолютную влажность, то можно оценить работоспособность датчика влажности.

Например, периодическая диагностика датчика влажности может быть выполнена на основании текущих условий работы двигателя (Фиг. 3 и 4). Также запускается интрузивная диагностика датчика влажности на основании абсолютной влажности (Фиг. 5) или температуры (Фиг. 7), если естественные изменения в работе двигателя не приводят к изменению показаний датчика влажности с выходом за пороговые значения, что указывало бы на деградацию параметров датчика. Пример показаний датчика влажности в зависимости от условий работы двигателя приведены на Фиг. 6 и Фиг. 8.

Фиг. 1 представляет собой схематическое изображение конфигурации системы многоцилиндрового двигателя 10, который может входить в движительную систему

автомобиля. Двигателем 10 можно управлять, по меньшей мере частично, с помощью системы управления, содержащей контроллер 12, а также с помощью входных сигналов, направляемых водителем 130 транспортного средства с помощью устройства 132 ввода данных. В данном примере устройство 132 ввода данных представляет собой педаль газа и датчик 134 положения педали, который генерирует пропорциональный сигнал положения педали РР.

Двигатель 10 может иметь нижнюю часть блока цилиндров, обозначенную позицией 26, и которая включает в себя картер 28, вмещающий коленчатый вал 30, с маслосборником 32, расположенным под коленчатым валом. Горловина 29 для заливки масла может быть расположена в картере 28 таким образом, чтобы обеспечить подачу масла в маслосборник 32. Горловина 29 для заливки масла может иметь крышку 33 горловины для закрывания отверстия во время работы двигателя. Также в картере 28 может быть расположена трубка 37 для щупа, которая может содержать щуп 35 для измерения уровня масла в маслосборнике 32. Кроме того, картер 28 может иметь несколько других отверстий, необходимых для проведения технического обслуживания компонентов картера 28. Во время работы двигателя отверстия в картере 28 могут оставаться в закрытом положении таким образом, чтобы система вентиляции картера (описанная ниже) могла функционировать во время работы двигателя.

Верхняя часть блока 26 цилиндров может включать в себя камеру 34 сгорания (т.е. цилиндр). Камера 34 сгорания может иметь стенки 36 с расположенным внутри поршнем 38. Поршень 38 может быть соединен с коленчатым валом 30 для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. В камеру 34 сгорания может поступать топливо из топливных форсунок 45 (выполненных в данном примере в виде форсунок непосредственного впрыска топлива) и впускной воздух из впускного коллектора 42, расположенного ниже по потоку от дросселя 44. Блок 26 цилиндров может также содержать датчик 46 температуры охлаждающей жидкости в двигателе (ECT), направляющий сигналы в контроллер 12 двигателя (более подробно описанный далее).

На впуске двигателя может быть расположен дроссель 44 для контроля воздушного потока, поступающего во впускной коллектор 42, выше по потоку от него может быть установлен компрессор 50 с расположенным далее охладителем 52 наддувочного воздуха. Выше по потоку от компрессора 50 может быть установлен воздушный фильтр 54 для фильтрации свежего воздуха, поступающего во впускной канал 13. Всасываемый воздух может поступать в камеру 34 сгорания через систему 40 впускных клапанов с кулачковым приводом. Аналогичным образом выхлопные газы горения могут выходить из камеры 34 сгорания через систему 41 выпускных клапанов с кулачковым приводом. В другом варианте система впускных клапанов и/или система выпускных клапанов может иметь электрический привод.

Выхлопные газы выходят из камеры 34 сгорания через выхлопной канал 60, расположенный выше по потоку от турбины 62. Датчик 64 выхлопных газов может быть расположен вдоль выхлопного канала 60 выше по потоку от турбины 62. Турбина 62 может быть оснащена перепускной заслонкой для обеспечения обводного прохода. В качестве датчика 64 выхлопных газов может быть использован датчик измерения воздушно-топливного соотношения в выхлопных газах, например, линейный датчик содержания кислорода или UEGO (универсальный датчик содержания кислорода в выхлопных газах или датчик широкого диапазона), бистабильный датчик содержания кислорода или EGO, датчик НЕГО (нагреваемый EGO), датчик содержания NOx, HC или CO. Датчик 64 выхлопных газов может быть соединен с контроллером 12 двигателя.



В примере, изображенном на Фиг. 1, вентиляционная трубка 74 картера соединена со впуском двигателя таким образом, чтобы обеспечить контролируемое удаление газов из картера. В условиях отсутствия наддува (когда давление в коллекторе (MAP) не превышает давление на впуске компрессора (CIP) система 16 вентиляции картера всасывает воздух в картер 28 через сапун или вентиляционную трубку 74 картера. Вентиляционная трубка 74 картера может быть соединена с впускным воздушным каналом 13 выше по потоку от компрессора 50. В некоторых примерах вентиляционная трубка 74 картера может быть подключена ниже по потоку от воздушного фильтра 54 (как показано). В других примерах вентиляционная трубка картера может быть соединена с впускным каналом 13 выше по потоку от воздушного фильтра 54.

Картерные газы могут включать в себя выхлопные газы, которые просачиваются в картер из камеры сгорания. Состав газов, проходящих через канал, и уровень влажности газов могут повлиять на влажность на участке ниже по потоку от впуска системы вентиляции картера во впускной системе.

Газ может протекать через вентиляционную трубку 74 картера в обоих направлениях: от картера 28 к впускному каналу 13 и/или от впускного канала 13 к картеру 28. Например, в условиях отсутствия наддува, когда давление MAP меньше давления CIP, воздух протекает через вентиляционную трубку 74 от впускного канала 13 к картеру 28. Для сравнения, в условиях наддува (когда давление MAP больше давления CIP) картерные пары могут протекать через вентиляционную трубку 74 от картера 28 к впускному каналу 13. Также в вентиляционной трубке 74 может быть расположен маслоотделитель 81 для удаления масла из потока газов, выходящих из картера в условиях наддува.

Система рециркуляции выхлопных газов низкого давления (LP-EGR) может направлять требуемую часть выхлопных газов от выпускного канала 60 во впускной канал 13 через канал 82 LP-EGR. Контроллер 12 может изменять объем LP-EGR во впускной канал 13 с помощью клапана 88 EGR. Также перед воздушным охладителем 90 в канале LP-EGR может быть расположен датчик 92 LP-EGR, который может измерять одно или несколько из следующих значений: давление, температуру и количество выхлопных газов. В некоторых примерах датчик 92 LP-EGR может снимать показания только количества LP-EGR. В качестве альтернативы или дополнения количество газов EGR может быть определено, исходя из показаний влажности и других рабочих параметров, как будет сказано далее. Система рециркуляции выхлопных газов высокого давления (HP-EGR) может направлять требуемую часть выхлопных газов от выпускного канала 60 во впускной канал 13 через канал 80 HP-EGR. Контроллер 12 может изменять количество HP-EGR, поступающих во впускной канал 13 посредством клапана 84 системы EGR. Также в канале HP-EGR перед воздушным охладителем 86 может быть расположен датчик 77 HP-EGR, который может измерять одно или несколько из следующих значений: давление, температуру, а также количество выхлопных газов.

При определенных условиях систему EGR можно использовать для регулировки температуры воздушно-топливной смеси внутри камеры сгорания, тем самым выполняя процедуру регулировки момента зажигания в некоторых режимах сгорания. Также при некоторых условиях часть выхлопных газов может быть захвачена в камере сгорания путем регулировки момента открывания/закрывания выпускных клапанов, например, в механизме регулируемых фаз газораспределения.

Следует понимать, что в настоящем документе под потоком принудительной вентиляции картера (PCV) понимается поток газов через линию PCV. Данный поток газов может включать в себя только поток всасываемого воздуха, только поток

картерных газов и/или поток смеси воздуха и картерных газов, при этом состав потока зависит, по меньшей мере, от направления потока, а также от отношения давления MAP к давлению CIP в момент прохождения потока.

Контроллер 12 двигателя изображен на Фиг. 1 как микрокомпьютер, содержащий микропроцессорный блок 108 (CPU), порты ПО ввода/вывода (I/O), электронный носитель информации для выполняемых программ и калибровочных значений, в данном примере представленный в виде постоянного запоминающего устройства 112 (ROM), оперативное запоминающее устройство 114 (RAM), энергонезависимое запоминающее устройство 116 (КАМ) и шину данных. Контроллер 12 может получать сигналы от разных датчиков, соединенных с двигателем 10, в том числе измерения массового расхода воздуха (MAF) от датчика 58 массового расхода воздуха, о температуре охлаждающей жидкости (ECT) от температурного датчика 46; о воздушно-топливном соотношении в выхлопных газах от датчика 64 выхлопных газов и т.д. Кроме того, контроллер 12 может управлять и регулировать положение различных приводов на основании входных сигналов, полученных от различных датчиков. Данные приводы могут включать в себя, например, дроссель 44, системы 40, 41 впускных и выпускных клапанов и клапан 78 PCV. Постоянное запоминающее устройство 112 может быть запрограммировано с использованием машиночитаемых данных, представляющих собой инструкции, выполняемые процессорным блоком 108 для осуществления способа, описанного ниже, а также других его вариантов, предполагаемых, но специально не описанных.

Датчик 94 влажности расположен выше по потоку от компрессора между впуском LP-EGR 82 и впусками вентиляционной системы 16, а также ниже по потоку от датчика 58 массового расхода воздуха и дросселя 55, расположенного во впускной системе двигателя до компрессора. В данном положении датчик влажности способен работать с воздушно-водяной смесью для индикации абсолютной влажности так, чтобы изменение абсолютной влажности изменялось прямо пропорционально полному давлению воздушно-водяной смеси. Например, если полное давление воздушно-водяной смеси уменьшается на 10%, то абсолютная влажность уменьшится приблизительно на 10%. Подробное описание примера датчика 94 влажности представлены далее со ссылкой на Фиг. 2.

На Фиг. 2 изображена схема варианта выполнения емкостного датчика влажности, который включает в себя температурный датчик, емкостной датчик и конденсатный нагреватель. Проба воздуха может проходить через канал 200, который может быть расположен выше по потоку от компрессора 50. Датчик влажности может соединять нагреватель 202, пару параллельных обкладок 204 конденсатора, а также температурный датчик 206, расположенный вдоль воздухозаборника. Изображенный температурный датчик 206 представляет собой резистивный термометр с обмоткой; однако в других вариантах осуществления изобретения могут быть использованы другие температурные датчики, например, термопара или термометр с переменным сопротивлением. Нагреватель 202 изображен в виде резистивного нагревателя, но можно представлять собой и другие нагреватели. Нагреватель 202, конденсатор 204 и датчик 206 температуры могут быть выровнены вдоль оси таким образом, чтобы всасываемый воздух, проходящий через нагреватель, мог проходить через конденсатор и термически взаимодействовать с температурным датчиком. Также нагреватель 202, конденсатор 204 и датчик 206 температуры могут быть расположены в общем корпусе 208 датчика, и могут иметь электронный блок 210 преобразования сигналов для подключения к контроллеру 12 с Фиг. 1, энергонезависимая память которого содержит инструкции

для определения ухудшения работы датчика.

По команде от контроллера двигателя нагреватель 202 может увеличить локальную температуру внутри датчика влажности. Увеличенная локальная температура может привести к увеличению объема воздуха между параллельными обкладками конденсатора 204. Поскольку это расширение является равномерным, то количество водяного пара в объеме между параллельными обкладками может уменьшиться, приводя к увеличению емкости. Температурный датчик 206 может измерить температуру воздуха, который прошел через конденсатор, для обеспечения точных показаний датчика влажности. В одном примере датчик может провести измерение абсолютной, относительной влажности или другого типа влажности во впускной системе двигателя.

На Фиг. 3 представлен способ проведения интрузивной диагностики датчика влажности, если естественные изменения работы двигателя не приводят к существенному изменению показаний датчика влажности сверх порогового значения (см. также графики на Фиг. 6). Например, двигатель транспортного средства может иметь изменяющиеся в широком диапазоне скорость и давление воздушного потока в зависимости от условий работы транспортного средства. При некоторых условиях вождения изменения давления достаточно для значительного изменения показаний датчика влажности, что способствует быстрой оценке работоспособности датчика. В одном примере естественное движение дросселя, расположенного перед компрессором, создает достаточное изменение давления, которое превышает пороговое значение. Однако при других условиях датчик влажности может не испытать значительного изменения давления. Таким образом, работа двигателя, которая включает в себя и работу дросселя, расположенного перед компрессором, может быть изменена, чтобы выполнить диагностику датчика влажности в процессе работы двигателя.

Способ 300 начинается с этапа 302, на котором производится анализ условий работы двигателя. Условия работы двигателя могут включать в себя частоту и нагрузку на двигатель, абсолютное давление в коллекторе (MAP), влажность (например, значение, полученное датчиком 94 влажности), массовый расход воздуха, барометрическое давление (BP) и др. Если двигатель не работает, то измеренное датчиком влажности изменение давления не сможет превысить пороговое значение. Таким образом, на этапе 304 не производится диагностика датчика влажности, индикация и/или выполнение стандартных операций.

Если двигатель работает, то с этапа 302 способ переходит к этапу 303 для регулировки работы двигателя в соответствии с показаниями датчика влажности. Например, на основании показаний датчика влажности алгоритм может отрегулировать момент зажигания, например, выполнить раннее зажигание для данной скорости и нагрузки при высокой влажности, и позднее зажигание при низкой влажности. Далее на этапе 308 производится проверка наличия условий для запуска диагностики датчика влажности. Условия для запуска могут включать в себя устойчивую работу двигателя (например, изменение частоты оборотов двигателя за 1 секунду не превышает 50 об./мин.), превышение порогового значения рабочей температуры, уровня наддува, сохранение в пределах порогового значения температуры окружающей среды, изменение температуры в пределах диапазона. Если на этапе 306 соответствующие условия для запуска отсутствуют, то диагностика датчика влажности (этап 316) не выполняется. Если же на этапе 306 присутствуют условия для запуска диагностики датчика влажности, то алгоритм переходит к этапу 308 для проверки наличия высокой удельной и относительной влажности (например, при влажном и теплом воздухе окружающей среды). В одном примере изменения относительной влажности можно наблюдать, когда

условия окружающей среды имеют высокую удельную и относительную влажность с увеличением давления. Следовательно, на этапе 310 при высокой удельной и относительной влажности алгоритм определяет, превысило ли изменение значения датчика влажности пороговое значение T1 по сравнению с прежними условиями работы.

5 Например, алгоритм может выполнить сравнение текущих значений при текущих условиях работы с прежними значениями при прежних условиях работы для сравнения изменения значений влажности с пороговым значением. Например, естественное изменение впускного давления компрессора может произойти, когда производится изменение положения дросселя впускной системы двигателя (AIS) в ответ на команду  
10 сохранения или обеспечения требуемого потока EGR низкого давления. Если показания датчика влажности изменяются незначительно, то возможна ухудшение работы датчика. Следовательно, на этапе 312 выполняется запуск интрузивной диагностики (см. также Фиг. 5). Однако если изменения значений датчика влажности превышают пороговое значение (T1), то на этапе 310 интрузивная диагностика (этап 318) и диагностика (этап  
15 316) датчика влажности не запускается.

На этапе 312 может быть выполнена интрузивная регулировка работы двигателя для улучшения возможности наблюдения работы датчика влажности, что позволит выполнить диагностику датчика. В одном примере интрузивная регулировка может включать в себя периодическую или циклическую регулировку дросселя, расположенного  
20 перед компрессором, для изменения давления в датчике влажности, что приводит к соответствующим изменениям показаний датчика влажности согласно данному описанию. Степень регулировки дросселя, расположенного перед компрессором, может быть выбрана на основании текущих условий работы, включая текущий уровень наддува и разницу между давлением наддува и атмосферным давлением. Для интрузивной  
25 диагностики степень регулировки дросселя, расположенного перед компрессором, может быть выбрана на основании требуемого диапазона изменения давления в датчике влажности. Например, путем регулировки дросселя, расположенного перед компрессором, в диапазоне углов в условиях работы двигателя нормально функционирующий датчик может быть чувствителен к изменению давления. Таким  
30 образом, можно использовать изменения значений датчика влажности, которые связаны с изменением давления, для определения надлежащего функционирования датчика. В другом примере интрузивное изменение давления может быть вызвано регулировкой впускного давления компрессора, когда алгоритм дойдет до этапа 312. Регулировка по замкнутому циклу впускного давления компрессора, например, с помощью  
35 регулировки дросселя, расположенного перед компрессором, и обратной связи от датчика впускного давления компрессора можно выполнить интрузивную регулировку давления в датчике влажности.

В качестве дополнения или альтернативы частота изменения положения дросселя, расположенного перед компрессором, и/или изменение давления в датчике влажности  
40 можно связать с частотой изменения показаний датчика влажности. Например, если частота колебаний дросселя, расположенного перед компрессором, находится в пределах порогового диапазона результирующей частоты изменения показаний датчика влажности, то можно выполнить индикацию нормального функционирования датчика, в противном случае будет выполнена индикация ухудшения работы (деградации)  
45 датчика.

Таким образом, индикация ухудшения работы датчика влажности может быть выполнена в том случае, когда показания датчика изменяются менее чем на первое пороговое значение, в то время как изменение давления датчика превышает второе

пороговое значение. В качестве дополнения или альтернативы индикация ухудшения работы датчика влажности может быть выполнена, когда частота показаний датчика влажности отличается от частоты изменения давления в датчике на величину, превышающую пороговое значение.

5 На основании определения интрузивной диагностики (например, как на этапе 314 с Фиг. 5) индикация ухудшения работы (деградации) датчика влажности (или его отсутствия) производится путем вывода сохраненного сообщения диагностики и выполнения стандартных процедур при возникновении такой индикации. Стандартные операции при ухудшении работы датчика включают в себя установку измеренной  
10 влажности на более низкое или минимальное пороговое значение для обеспечения стабильной рециркуляции выхлопных газов, а также установку момента зажигания в процессе работы двигателя, пока работоспособность датчика не будет восстановлена. Другой пример может включать в себя настройку момента зажигания, впрыска топлива и наддува в соответствии с меньшим пороговым значением, вне зависимости от  
15 показаний датчика влажности.

Возвращаясь к этапу 308, если атмосферный воздух не имеет высокую удельную и относительную влажность (например, холодный и сухой воздух), то, возможно, воздух имеет низкую удельную и относительную влажность. В одном примере изменения относительной влажности можно наблюдать, когда условия окружающей среды имеют  
20 низкую удельную и относительную влажность при увеличенной температуре. Вне зависимости от влажности увеличение температуры воздуха рядом с датчиком влажности может привести к изменению показаний температурного датчика 206 (см. Фиг. 2). На этапе 402 производится определение необходимости выполнения холодного запуска. После холодного запуска на этапе 408 выполняется испытание без нагрузки. В одном  
25 примере воплощения изобретения, начиная с момента холодного запуска, температура под капотом может превышать температуру окружающей среды, что приведет к увеличению изменения температуры при сохранении постоянной удельной влажности. Следовательно, на этапе 410 алгоритм определяет, превысило ли изменение показаний датчика температуры пороговое значение T1 по сравнению с прежними условиями  
30 работы. Например, алгоритм может выполнить сравнение текущих показаний при текущих условиях работы с прежними показаниями при прежних условиях для сравнения изменения показаний температуры с условиями окружающей среды. Таким образом, температура под капотом должна увеличиваться относительно температуры окружающей среды, что приводит к изменению относительной влажности. Если  
35 показания влажности не изменяются, то возможно ухудшение работы датчика. Следовательно, на этапе 404 производится запуск интрузивной диагностики (см. также Фиг. 7). Однако на этапе 410, если изменения показания датчика влажности превышают пороговое значение (T1), то интрузивная диагностика (этап 412) и диагностика (этап 414) датчика влажности не запускается.

40 Возвращаясь к этапу 402, если не был произведен холодный пуск двигателя, то на этапе 404 может быть выполнена интрузивная регулировка работы двигателя для улучшения возможности наблюдения работы датчика температуры, что позволит выполнить диагностику датчика. В одном примере интрузивная регулировка может включать в себя вынужденное повышение температуры рядом с датчиком влажности  
45 на основании значений температуры. В частности, увеличение температуры можно выполнить с помощью нагревателя 202 датчика 94 влажности. Степень изменения температуры нагревателя 202 может быть выбрана на основании текущих условий работы. Например, путем регулировки нагревателя датчика влажности в диапазоне

температур в условиях работы двигателя (например, на холостом ходу) нормально функционирующий датчик может быть чувствителен к изменению относительной влажности. Таким образом, для определения надлежащего функционирования датчика можно использовать изменения показаний датчика влажности, которые связаны с изменением температуры. В одном варианте воплощения изобретения увеличение температуры приводит к увеличению относительной влажности, когда удельная влажность остается постоянной.

На основании определения интрузивной диагностики (например, на этапе 406 с Фиг. 7), индикация деградации (или отсутствия деградации) параметров датчика влажности производится путем вывода хранящегося сообщения диагностики и выполнение стандартных процедур в соответствии с индикацией.

Подробное описание способа интрузивной диагностики датчика влажности представлено на Фиг. 5. Способ 500 начинается на этапе 502 с изменения давления в датчике влажности при текущих условиях работы. Например, в процессе работы двигателя газы протекают в турбонагнетатель, увеличивая давление всасываемого воздуха ниже по потоку от датчика влажности и выше по потоку от компрессора, как было сказано со ссылкой на Фиг. 1. Например, к протекающим газам могут относиться EGR низкого давления и картерные газы, протекающие со скоростью потока, превышающей ненулевое пороговое значение. Способ переходит к этапу 504, где производится регулировка дросселя, расположенного выше по потоку от компрессора, для создания изменения давления. На этапе 506 производится регулировка дросселя, который находится ниже по потоку от компрессора, для компенсации любых воздействий на поток, возникающих из-за регулировки дросселя, расположенного перед компрессором. Для этого выбор степени регулировки дросселя ниже по потоку осуществляется на основании степени регулировки дросселя выше по потоку, которая соответствует уровню наддува. Например, высокий уровень наддува позволяет выполнять большую регулировку дросселя выше по потоку, поскольку влияние воздушного потока в цилиндрах двигателя можно проще компенсировать с помощью дросселя ниже по потоку, например, когда уровень наддува превышает уровень атмосферного давления.

Кроме того, настройка обоих дросселей (выше и ниже по потоку от компрессора) может случайно вызвать помпаж компрессора. Следовательно, вместе с регулировкой обоих дросселей на этапе 510 можно отрегулировать перепускной клапан 508 компрессора и клапан EGR. Кроме того, на этапе 510 регулировка клапана EGR позволяет сохранить пороговое значение потока выхлопных газов. На этапе 512, когда пороговое значение значительно увеличивается с увеличением уровня наддува, показания датчика влажности можно сравнить с ожидаемыми значениями.

В одном примере регулировка дросселя, расположенного перед компрессором, может быть выбрана на среднем уровне на основании требуемого водителю крутящего момента и скорости движения транспортного средства. Степень регулировки может быть основана на уровне наддува согласно настоящему описанию. При этом регулировка дросселя, расположенного ниже по потоку, может выполняться для компенсации возмущений воздушного потока во впускном коллекторе, которые возникают при регулировке дросселя, расположенного перед компрессором. Также клапаны LP-EGR и/или HP-EGR можно регулировать для поддержания потока выхлопных газов системы EGR на требуемом уровне, а также для компенсации изменений давления ниже по потоку, которые возникают при движении дросселя, расположенного перед компрессором, и/или дросселя, расположенного ниже по потоку от компрессора. В это

же время можно контролировать помпаж компрессора, и в случае, если регулировка потоков для диагностики датчика влажности создает условия помпажа, то может быть отрегулирован CBV. Дополнительные примеры работы описаны со ссылкой на Фиг. 6.

5 Кроме того, регулировка взаимодействия нескольких дросселей в системе впуска воздуха может быть выполнена в процессе интрузивной диагностики для поддержания потока в двигателе, тем самым, обеспечивая требуемый крутящий момент. В связи с этим регулировка дросселя 44 производится в зависимости от требуемого и  
10 действительного потока воздуха в цилиндре и двигателе, либо от давления коллектора, а впускное давление компрессора и давление датчика влажности можно регулировать посредством дросселя, расположенного перед компрессором. В данном случае дроссель 44 может компенсировать влияние потока, созданного в результате регулировки дросселя 55, расположенного перед компрессором.

15 На графике 600 с Фиг. 6 изображен пример зависимости показаний датчика влажности от времени для выбранных условий работы. График

изображает диапазон влажности ( $r1$ ) с верхним пороговым значением и нижним пороговым значением 603. При работающем двигателе и при наличии условий запуска диагностики на промежутке ( $d1$ ) показания датчика влажности могут пассивно изменяться, превышая пороговое значение, при этом интрузивное испытание не  
20 производится. В другом примере на графике 604 показаны условия, которые включают в себя работающий двигатель и наличие условий запуска диагностики на промежутке ( $d1$ ), а показания датчика влажности изменяются незначительно. Следовательно, необходима интрузивная диагностика (см. график 606). В примере интрузивной диагностики (график 606) поток EGR является практически постоянным, например,  
25 изменение скорости потока в результате выполнения вышеуказанной компенсации не превышает 5%. Однако дроссель, расположенный перед компрессором, регулируется таким образом, чтобы обеспечить постоянное увеличение или уменьшение на всем промежутке ( $d2$ ). Диапазон датчика влажности имеет верхний предел 607 и нижний предел 608. В начале испытания показания датчика влажности увеличиваются, когда  
30 дроссель, расположенный перед компрессором, открывается, и уменьшаются, когда дроссель, расположенный перед компрессором, закрывается (610). Следовательно, выполняется индикация отсутствия ухудшения работы датчика влажности. Если показания датчика влажности остаются в пределах при открытии и закрытии дросселя, расположенного перед компрессором (например, незначительное изменение показаний  
35 (612) датчика влажности), то такие показания указывают на деградацию датчика влажности. Также показания датчика влажности на кривой 612 указывают на изменение частоты варьирования, что вместе с предыдущим условием или вместо него, также указывает на деградацию датчика.

40 Подробное описание способа интрузивной диагностики датчика температуры приведено на Фиг. 7. Способ 700 начинается на этапе 702 с увеличения температуры на датчике влажности при текущих условиях работы. Например, в процессе работы двигателя (например, на холостом ходу) температура под капотом может превысить температуру окружающей среды, что приведет к изменению относительной влажности с увеличением температуры, как было сказано со ссылкой на Фиг. 1. На этапе 704  
45 нагреватель отрегулирован на выделение тепла на основании выбранного диапазона температур. Способ переходит к этапу 706, где производится регулировка дросселя, расположенного выше по потоку от компрессора, для создания постоянного давления в пределах установленного диапазона. На этапе 708 производится регулировка дросселя,

который находится ниже по потоку от компрессора, для компенсации любых воздействий на поток, возникающих выше по потоку от дросселя, расположенного перед компрессором. Для этого регулировка дросселя ниже по потоку осуществляется на основании степени регулировки дросселя выше по потоку, который соответствует уровню наддува. Например, высокий уровень наддува позволяет выполнять большую регулировку дросселя выше по потоку, поскольку влияние воздушного потока в цилиндрах двигателя можно более просто компенсировать с помощью дросселя ниже по потоку, например, когда уровень наддува превышает уровень атмосферного давления. Кроме того, настройка обоих дросселей (выше и ниже по потоку от компрессора) может случайно вызвать помпаж компрессора. Следовательно, вместе с регулировкой обоих дросселей на этапе 712 можно выполнить регулировку перепускного клапана 710 компрессора и клапана EGR. Кроме того, на этапе 712 регулировка клапана EGR позволяет сохранить пороговое значение потока выхлопных газов. Когда пороговое значение значительно увеличивается вместе с увеличением температуры, на этапе 714 показания датчика влажности можно сравнить с ожидаемыми значениями.

На графике 800 с Фиг. 8 изображен пример зависимости показаний датчика температуры от времени для выбранных условий работы. График изображает диапазон температур (r1) с верхним пороговым значением и нижним пороговым значением 803. При работающем двигателе и при наличии условий запуска на промежутке (d1) показания датчика температуры могут пассивно изменяться, превышая пороговое значение, при этом интрузивное испытание не производится. В другом примере на графике 804 показаны условия, которые включают в себя работающий двигатель и наличие условий запуска диагностики на промежутке (d1), а показания датчика температуры изменяются незначительно. Следовательно, необходима интрузивная диагностика (см. график 806). В примере интрузивной диагностики (график 806) поток EGR является практически постоянным, например, изменение скорости потока не превышает 5% из-за выполнения вышеуказанной компенсации. Однако нагреватель регулируется на определенную температуру на всем промежутке (d2). Диапазон датчика влажности имеет верхний предел 807 и нижний предел 808. В начале испытания показания датчика влажности увеличиваются, когда температура увеличивается (810) на промежутке (d2). Следовательно, выполняется индикация отсутствия ухудшения работы датчика влажности. Если показания датчика влажности остаются в пределах при увеличении температуры (например, незначительное изменение показаний (812) датчика влажности), то такие показания указывают на деградацию датчика температуры.

Таким образом, описанные способы включают в себя попадание выхлопных газов во впускной воздух двигателя ниже по потоку от датчика влажности и выше по потоку от компрессора, а также индикацию ухудшения параметров датчика при уменьшении показаний влажности на первое пороговое значение и увеличении давления в датчике на второе пороговое значение.

Можно отметить, что примеры управляющих и оценочных программ, приведенные в данном описании, могут быть использованы для различных конфигураций двигателей и/или систем транспортного средства. Конкретные программы, могут включать в себя один или более алгоритмов обработки из любого количества аналитических стратегий, таких как управление событиями, управление прерываниями, многозадачность, многопоточность и подобные. Таким образом, различные шаги, операции или функции могут быть выполнены в приведенной последовательности, параллельно, или в



некоторых случаях могут быть исключены. Аналогичным образом, данный порядок обработки не обязательно должен соблюдаться для достижения целей, характеристик или преимуществ, описанных в данном документе, но предоставлен для простоты иллюстрирования и описания. Один или более из приведенных шагов или функций могут выполняться многократно, в зависимости от конкретного используемого алгоритма. Кроме того, описанные действия могут графически представлять программный код для записи на машиночитаемый носитель данных в системе управления двигателем.

Следует понимать, что конфигурации и последовательности операций, раскрытые в данном описании, являются примерами, и что эти конкретные варианты выполнения не следует рассматривать как ограничительные, поскольку возможны их различные варианты и модификации. Предмет настоящего изобретения включает в себя все новые и неочевидные комбинации или подкомбинации различных систем и конфигураций и их любые эквиваленты.

### (57) Формула изобретения

1. Способ эксплуатации двигателя, в котором в зависимости от условий запускаемой окружающей среды осуществляют контроль за изменениями датчика давления и влажности с одновременным направлением газов в воздухозаборник двигателя ниже по потоку от датчика влажности и выше по потоку от компрессора,

в случае, если контролируемые изменения датчика давления и влажности меньше соответствующих пороговых значений, осуществляют интрузивное регулирование давления в воздухозаборнике и выполняют индикацию ухудшения работы датчика влажности, когда показания влажности изменяются на величину, которая меньше первого порогового значения, а давление на датчике изменяется на величину, которая больше второго порогового значения.

2. Способ по п. 1, в котором при направлении газов осуществляют направление выхлопных газов низкого давления, причем условия запускаемой окружающей среды включают в себя влажность окружающего воздуха.

3. Способ по п. 1, в котором при направлении газов осуществляют направление выхлопных газов низкого давления и картерных газов.

4. Способ по п. 1, в котором при направлении газов осуществляют направление картерных газов.

5. Способ по п. 1, в котором датчик влажности представляет собой емкостной датчик влажности, причем способ дополнительно включает этап, на котором определяют, является ли прирост между изменением давления и изменением емкости ожидаемым на основании того, являются ли изменения емкости меньше первого порогового значения при наличии изменений давления на датчике, которые больше второго порогового значения, и на основании прироста осуществляют индикацию ухудшения работы датчика.

6. Способ по п. 5, в котором дополнительно осуществляют изменения давления путем регулирования дросселя, расположенного выше по потоку от компрессора.

7. Способ по п. 6, в котором дополнительно осуществляют регулирование дросселя, расположенного выше по потоку от компрессора, в случае наличия помпажа компрессора с одновременным направлением газов.

8. Способ по п. 5, в котором дополнительно осуществляют изменения давления путем регулирования перепускного клапана компрессора в случае наличия помпажа

компрессора и регулируют работу двигателя в зависимости от индикации об ухудшении работы.

5 9. Способ по п. 6, в котором дополнительно осуществляют регулирование дросселя, расположенного ниже по потоку от компрессора, для компенсации регулирования дросселя, расположенного выше по потоку от компрессора, с одновременным направлением газов.

10. Способ по п. 6, в котором дополнительно выбирают степень регулирования дросселя, причем дроссель регулируют с одновременным направлением газов, причем выбранная степень регулирования зависит от уровня наддува.

10 11. Способ по п. 10, в котором выбирают такую степень регулирования дросселя, которая обеспечивает изменение давления с одновременным направлением газов, которое больше порогового значения, причем пороговое значение увеличивается с увеличением уровня наддува.

15 12. Способ по п. 11, в котором при осуществлении индикации ухудшения работы устанавливают код диагностики и генерируют диагностическое сообщение.

13. Способ по п. 11, в котором дополнительно в ответ на индикацию об ухудшении работы выполняют операцию по умолчанию, включающую в себя установку измеренной влажности на меньшее пороговое значение и регулирование момента зажигания, впрыска топлива, и управление наддувом в зависимости от меньшего порогового значения вне зависимости от показаний датчика влажности.

20 14. Способ диагностики датчика влажности, в котором в зависимости от окружающего воздуха, имеющего достаточно высокую влажность, осуществляют контроль за изменениями датчика давления и влажности с одновременным направлением газов в воздухозаборник двигателя ниже по потоку с одновременным изменением давления на датчике в ненулевом диапазоне значений, причем датчик влажности расположен выше по потоку от компрессора во впускной системе двигателя; и

30 в случае, если показания датчика не изменяются выше порогового значения в течение рабочих условий при достаточном изменении давления, созданном естественным движением дросселя, осуществляют интрузивное регулирование давления в воздухозаборнике и при изменении показания влажности меньше чем на пороговое значение с интрузивным изменением давления осуществляют индикацию ухудшения работы датчика влажности.

35 15. Способ по п. 14, в котором используют компрессор, соединенный с турбонагнетателем для выполнения наддува впускного воздуха в двигатель.

16. Способ по п. 15, в котором дополнительно регулируют работу двигателя в зависимости от индикации, причем для индикации устанавливают код диагностики, хранящийся в памяти.

40 17. Способ по п. 16, в котором датчик влажности включает в себя пару параллельных обкладок конденсатора.

18. Способ по п. 16, в котором дополнительно регулируют дроссель воздухозаборника, расположенный выше по потоку от компрессора, для создания изменения давления.

45 19. Система, содержащая:  
двигатель, имеющий впускную систему с компрессором;  
дроссель, расположенный во впускном устройстве выше по потоку от компрессора, датчик влажности, расположенный во впускном устройстве между дросселем и компрессором, а также

контроллер с памятью, имеющей постоянные команды, включая команды для выполнения индикации ухудшения работы датчика влажности, когда показания влажности от датчика изменяются на величину, которая меньше первого порогового значения, а давление на датчике изменяется на величину, которая больше второго порогового значения, причем изменения давления создаются за счет интрузивных регулировок дросселя, производимых в зависимости от предшествующего контроля за показаниями датчика влажности, которые не изменяются в достаточной мере при достаточном изменении давления, созданном естественным движением дросселя.

10

15

20

25

30

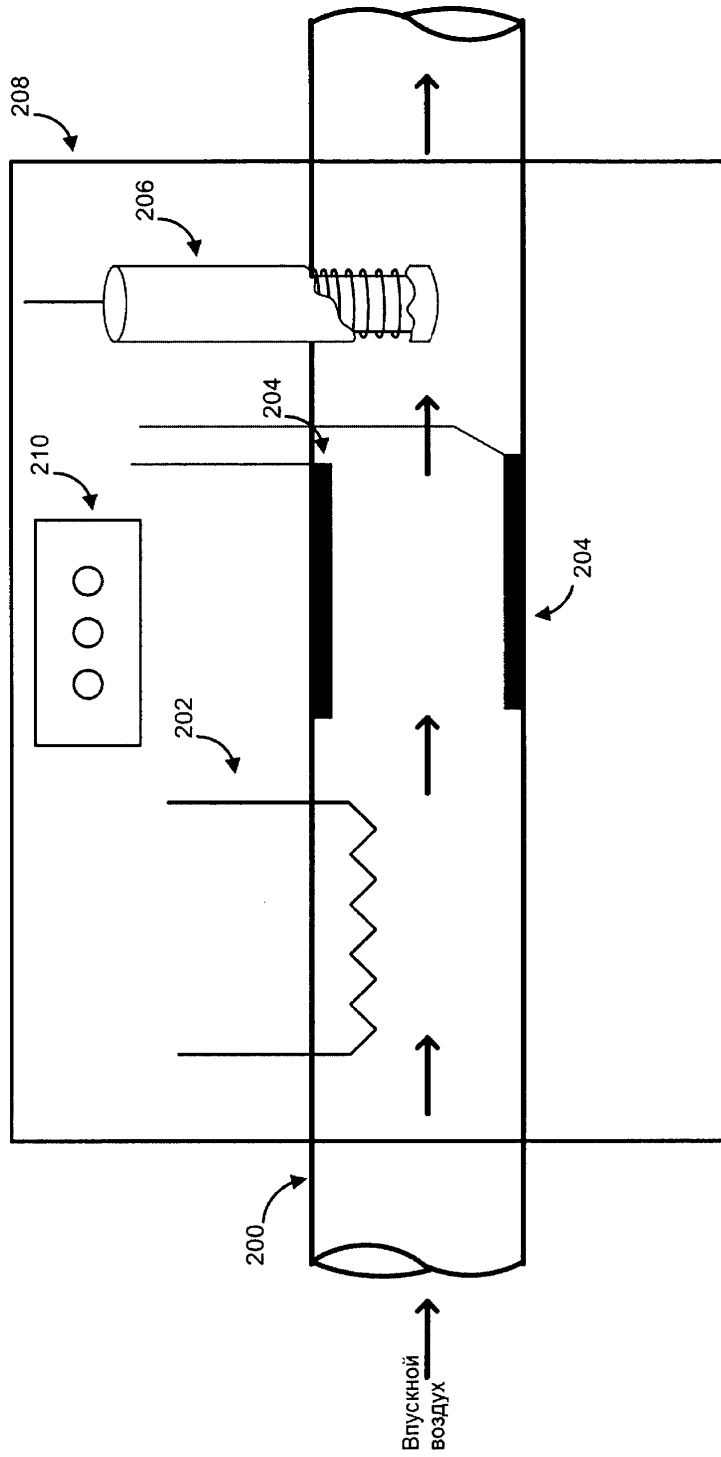
35

40

45



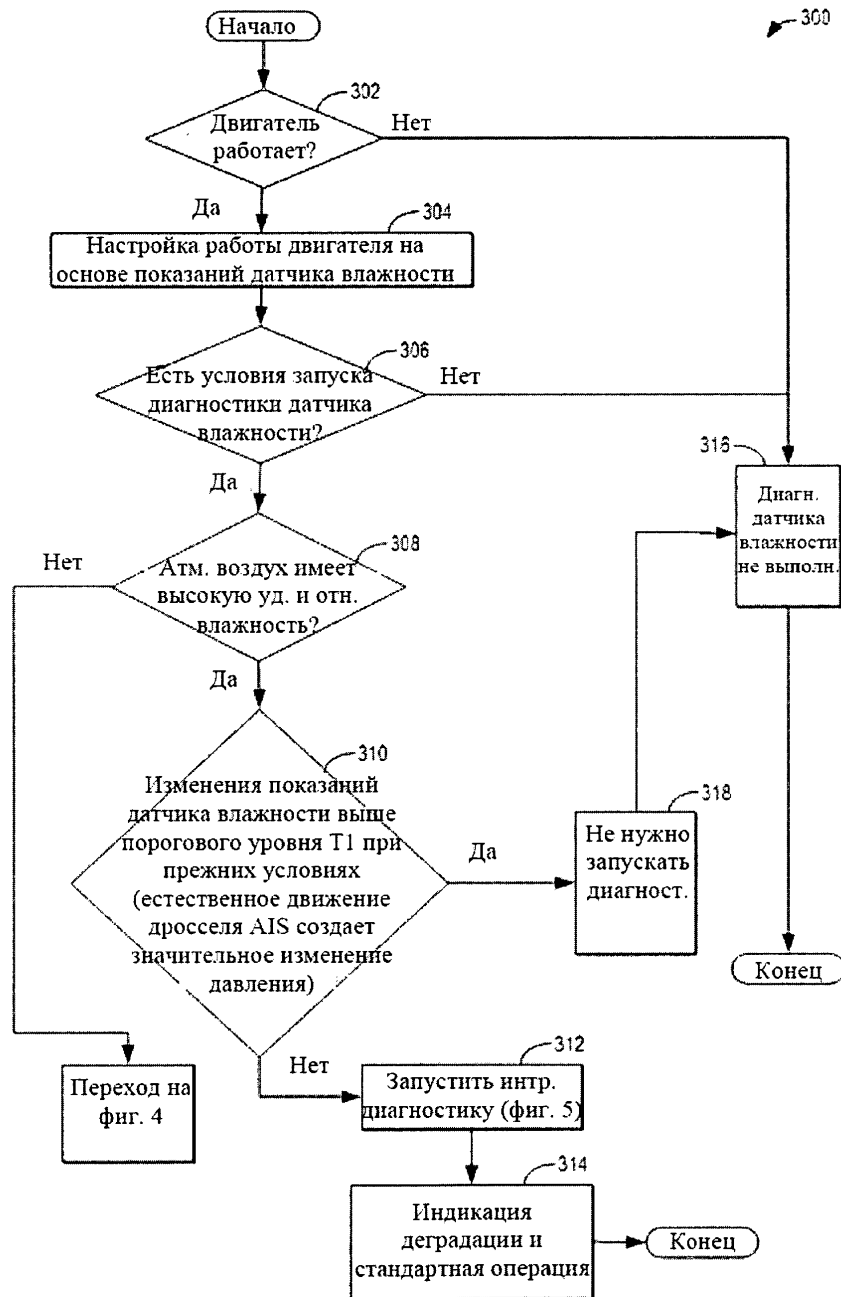
СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ  
Лист 2



Фиг. 2

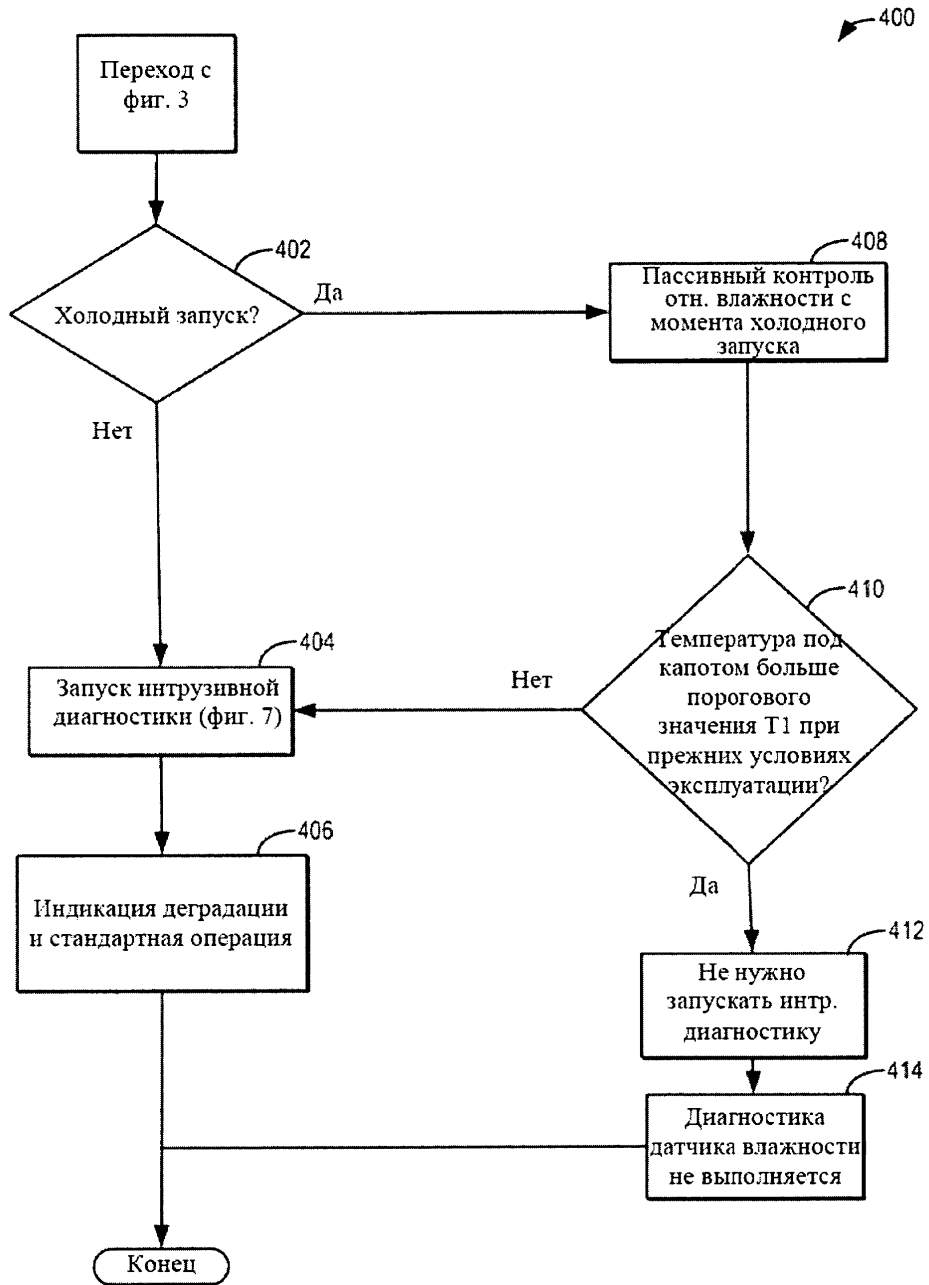
СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

Лист 3



Фиг. 3

СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ  
Лист 4

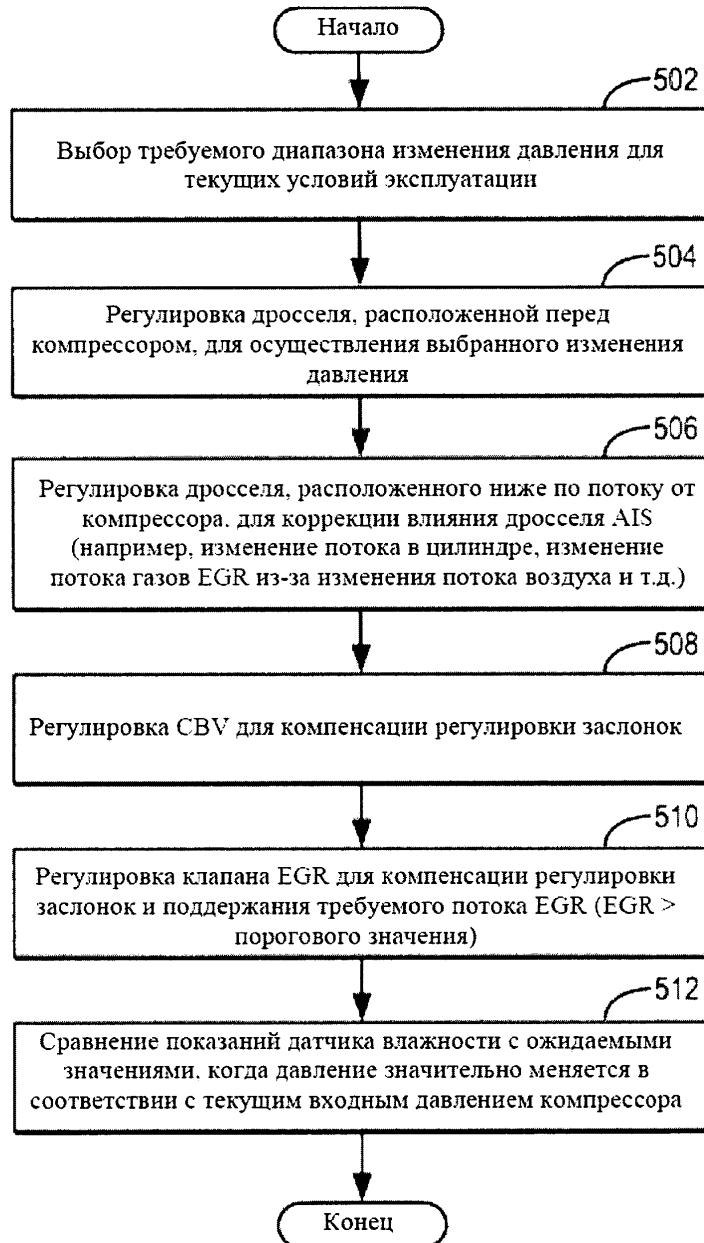


Фиг. 4

СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

Лист 5

500

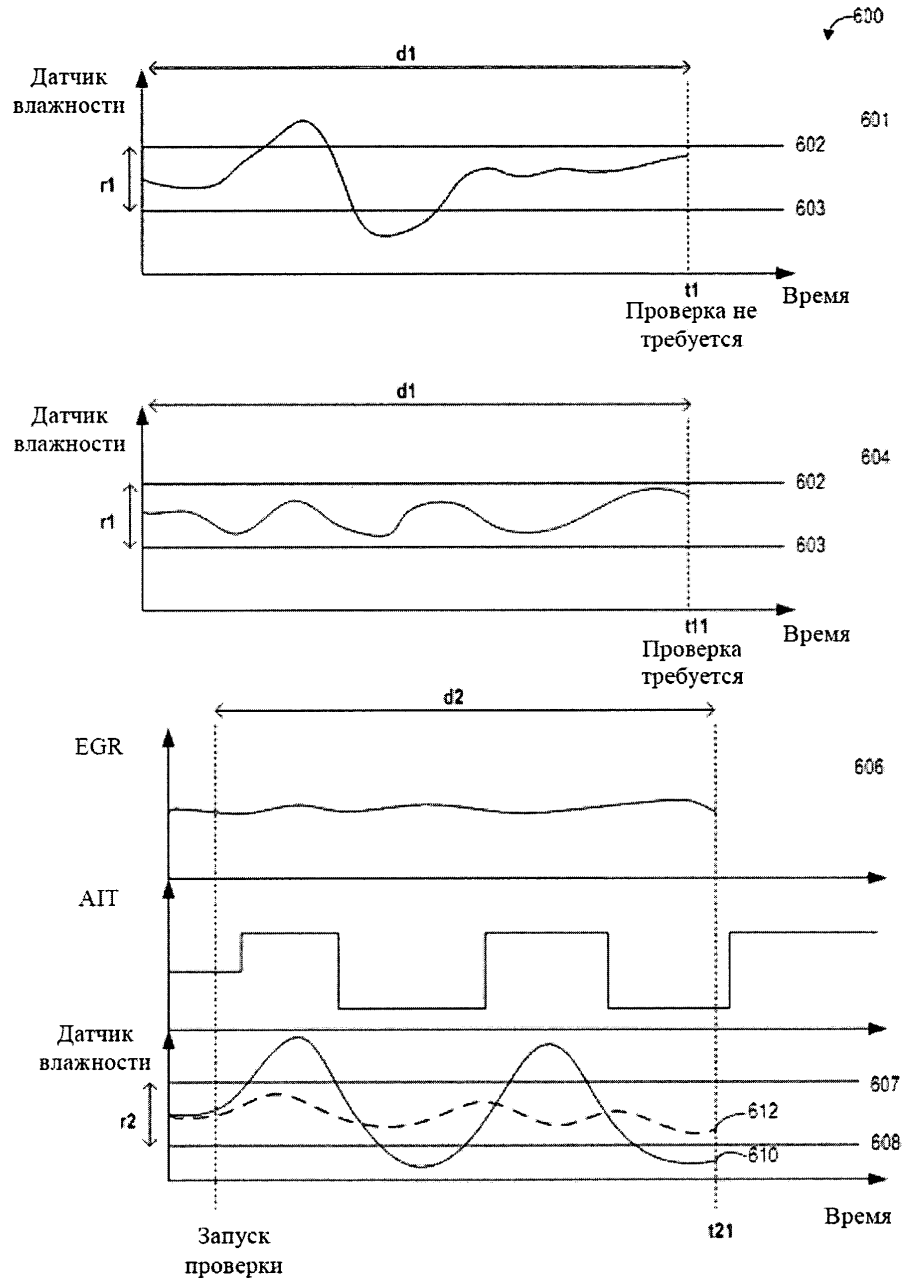


Фиг. 5



СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

Лист 6

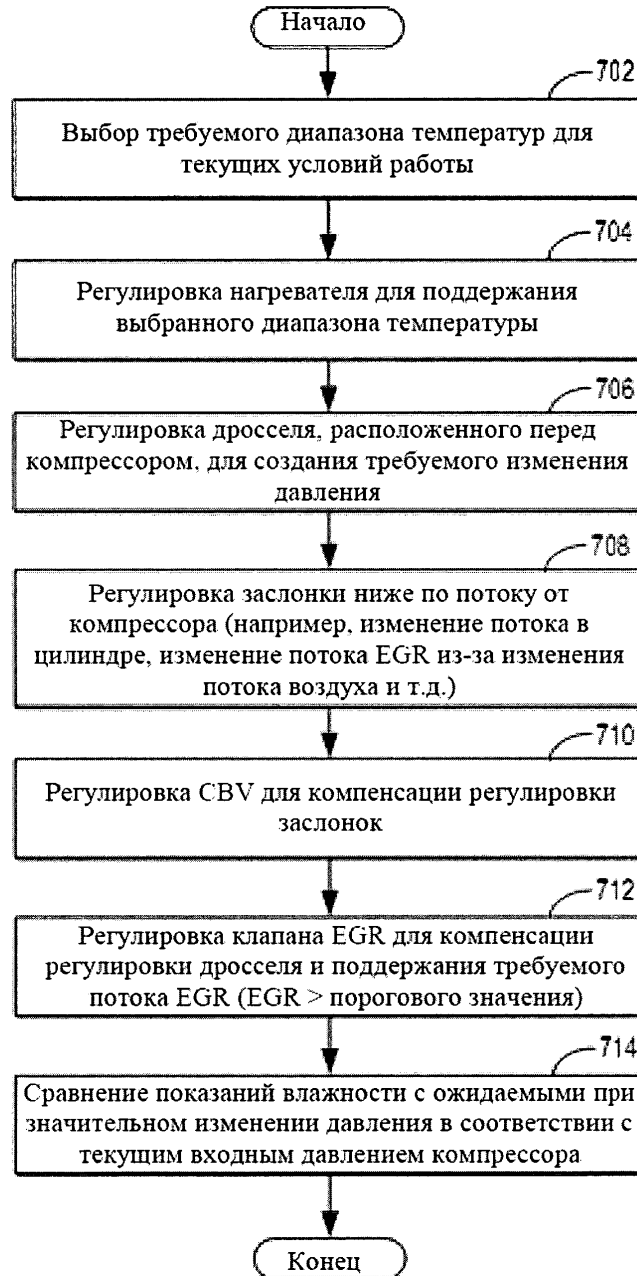


Фиг. 6

СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

Лист 7

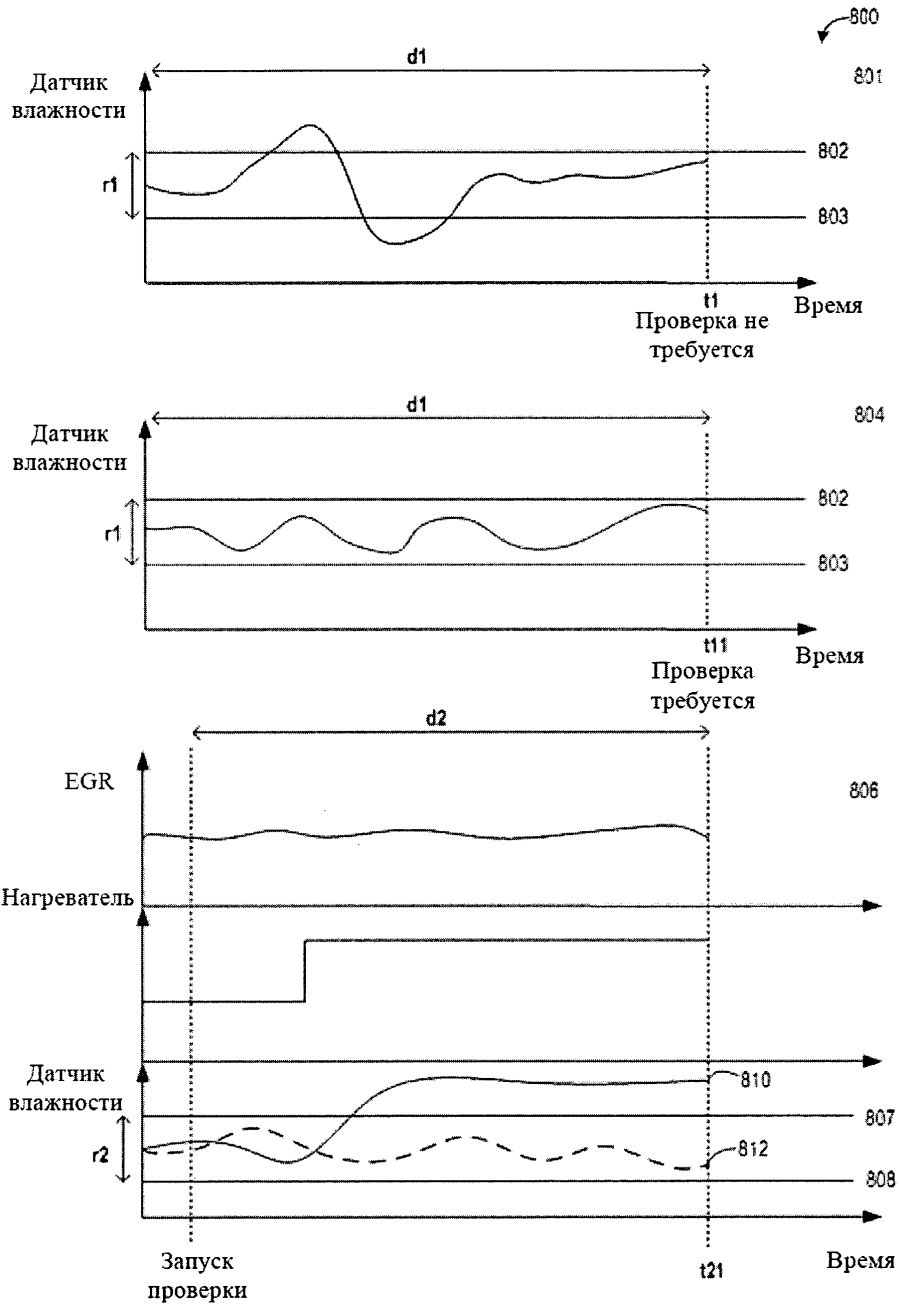
700



Фиг. 7

СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ  
С ДАТЧИКОМ ВЛАЖНОСТИ

Лист 8



Фиг. 8