



(51) МПК

F02B 47/08 (2006.01)*F02D 21/08* (2006.01)*F02D 23/00* (2006.01)*F02D 41/00* (2006.01)*F02M 25/07* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013147689/06, 25.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.10.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.10.2012 US 13/660,836

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2015 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 27.11.2015 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5172550 A, 22.12.1992. US 2007/
0039598 A1, 22.02.2007. US 2011/0231081 A1,
22.09.2011. US 5278762 A, 11.01.1994. RU 2414618
C2, 20.03.2011.

Адрес для переписки:

125047, Москва, ул. Лесная, 7, БЦ "Белые Сады",
12 этаж, АО "Дентонс Юроп", на имя Микуцкой
Т.Ю.

(72) Автор(ы):

СТАЙЛС Дэниэл Джозеф (US),
СУРНИЛЛА Гопичандра (US)

(73) Патентообладатель(и):

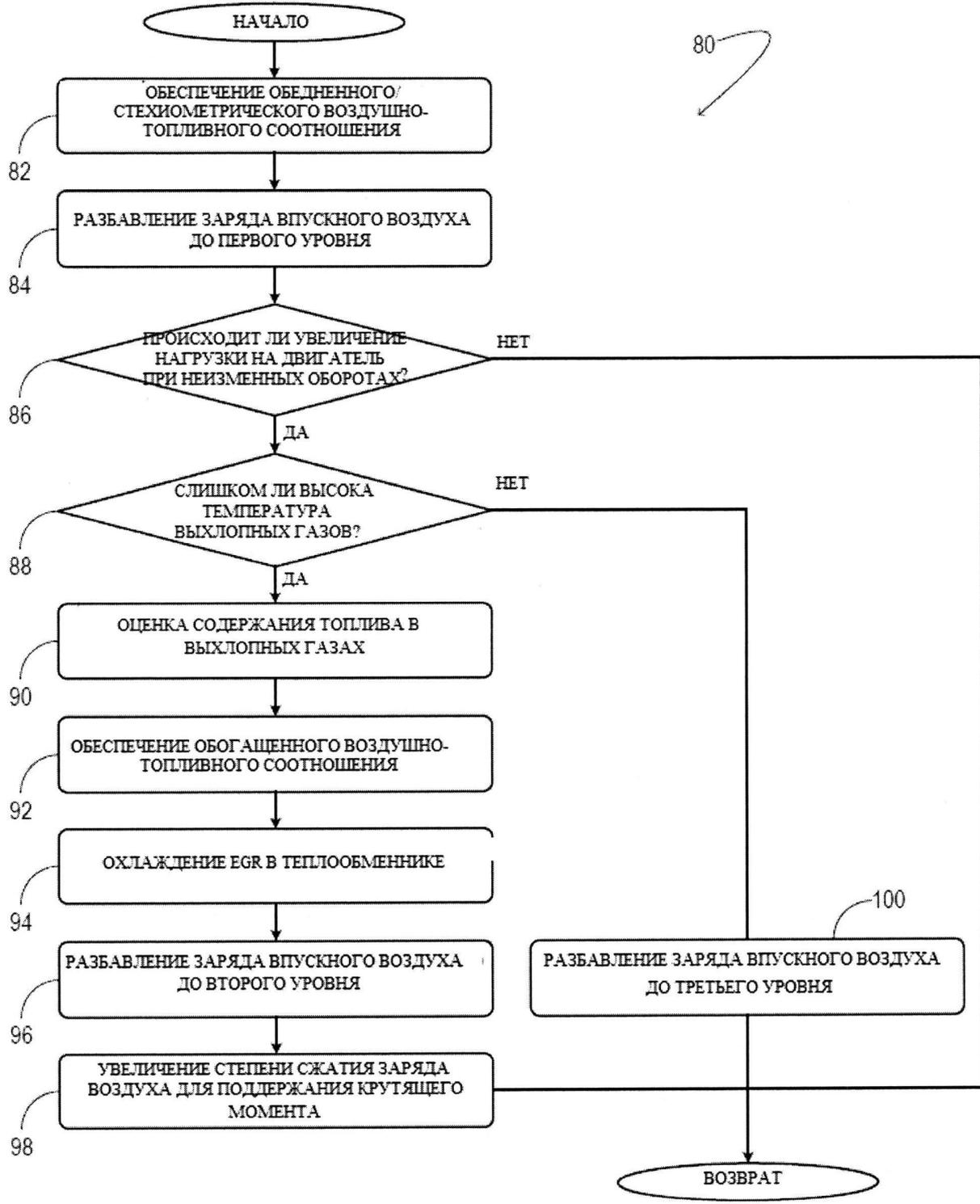
Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК (US)

(54) СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С НАДДУВОМ (ВАРИАНТЫ) И
БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Способ эксплуатации бензинового двигателя с наддувом заключается в том, что заряд впускного воздуха двигателя разбавляют до первого уровня при работе на стехиометрической воздушно-топливной смеси. При обнаружении слишком высокой температуры выхлопных газов на участке ниже по потоку относительно двигателя разбавляют заряд впускного воздуха двигателя до второго большего уровня и

осуществляют обогащение воздушно-топливной смеси. Раскрыт вариант способа эксплуатации бензинового двигателя с наддувом и бензиновый двигатель. Технический результат заключается в защите выхлопной системы во время переходных процессов при высокой нагрузке без нежелательного увеличения расхода топлива. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F02B 47/08 (2006.01)
F02D 21/08 (2006.01)
F02D 23/00 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)
F02M 25/07 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013147689/06, 25.10.2013

(24) Effective date for property rights:
25.10.2013

Priority:

(30) Convention priority:
25.10.2012 US 13/660,836

(43) Application published: 27.04.2015 Bull. № 12

(45) Date of publication: 27.11.2015 Bull. № 33

Mail address:

125047, Moskva, ul. Lesnaja, 7, BTs "Belye Sady",
12 ehtazh, AO "Dentons Jurop", na imja Mikutskoj
T.Ju.

(72) Inventor(s):

**STAJLS Dehniehl Dzhozef (US),
SURNILLA Gopichandra (US)**

(73) Proprietor(s):

Ford Global Tekhnolodzhis, LLK (US)

(54) **OPERATION OF SUPERCHARGED GAS ENGINE (VERSIONS) AND GAS ENGINE**

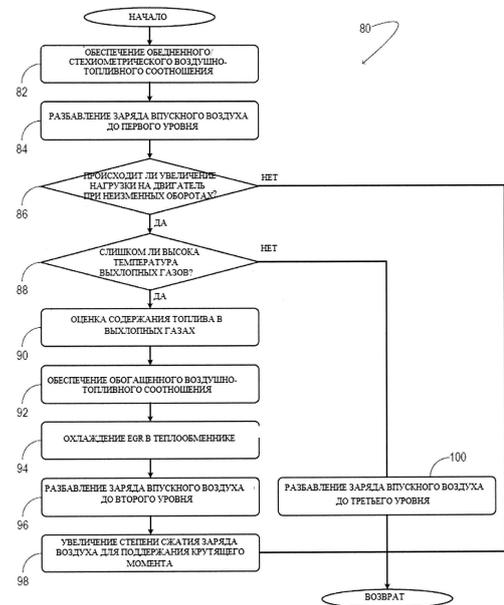
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: engine intake air charge is diluted to the first level at operation at the first stoichiometric air-fuel mix. At superhigh exhaust gas temperature at the engine downstream section the engine intake air charge is diluted to the second level for enrichment of said air-fuel mix. Invention discloses the operation of claimed engine.

EFFECT: protection of exhaust system at transient processes at high loads.

20 cl, 3 dwg



Фиг. 2

RU 2 569 397 C2

RU 2 569 397 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области машиностроения, в частности к системам транспортных средств, а именно к системам регенерации выхлопных газов.

Уровень техники

5 Двигатель внутреннего сгорания транспортного средства может работать в широком диапазоне скоростей и нагрузок. В бензиновом двигателе с наддувом, работающем при стехиометрической воздушно-топливной смеси, высокая нагрузка на двигатель может привести к нежелательному повышению температуры выхлопных газов. Подобные температуры могут ускорить износ материалов в системе двигателя, особенно в
10 компонентах турбины и системы нейтрализации выхлопных газов.

Одним из способов снижения температуры выхлопных газов в бензиновых двигателях при переходных режимах с высокой нагрузкой является обогащение топливовоздушной смеси. При превышении стехиометрического соотношения жидкое топливо, впрыскиваемое в цилиндр двигателя, способствует не процессу сгорания, а
15 испарительному охлаждению продуктов сгорания. Кроме того, излишки топлива в цилиндре могут быть преобразованы в ходе эндотермической реакции, что обеспечит дополнительное охлаждение. Данный подход увеличивает расход топлива из-за того, что излишки топлива не идут на производство энергии.

Также известны способы применения для этой цели рециркуляции отработавших
20 газов (EGR) при работе бензиновых двигателей с высокой нагрузкой. Например, в патенте США 8,001,779 раскрыта гибридная система EGR высокого и низкого давления, которая позволяет повысить эффективность EGR в широком диапазоне скоростей и нагрузок. Было установлено, что EGR, используемая при повышенных нагрузках, может обеспечить снижение необходимости обогащения топливной смеси для защиты
25 компонентов выхлопной системы.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение предлагает несколько способов, в которых применяется агрессивное использование рециркуляции отработавших газов (EGR) в условиях высоких нагрузок при обогащении топливовоздушной смеси. В одном варианте предложен
30 способ эксплуатации бензиновых двигателей с наддувом. Данный способ включает в себя разбавление заряда впускного воздуха двигателя до первого уровня разбавления при работе со стехиометрической смесью. При избыточной температуре выхлопных газов ниже по потоку относительно двигателя способ предусматривает разбавление заряда впускного воздуха до второго (большого) уровня при работе с обогащенной
35 смесью.

При этом заряд впускного воздуха разбавляют до второго уровня, только когда такое разбавление приведет к снижению расхода топлива.

Обогащение можно осуществлять во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

40 Также можно увеличивать степень сжатия заряда впускного воздуха для сохранения величины крутящего момента во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

Разбавление заряда впускного воздуха можно выполнять на участке выше по потоку относительно компрессора впускного воздуха с использованием выхлопных газов, поступающих из участка ниже по потоку относительно турбины, механически
45 соединенной с компрессором.

Перед разбавлением заряда впускного воздуха выхлопные газы можно дополнительно охлаждать в теплообменнике.

Второй уровень разбавления может быть выбран таким образом, чтобы он приводил к нестабильности сгорания при использовании со стехиометрической воздушно-топливной смесью.

5 Стихиометрическое соотношение воздушно-топливной смеси достигается при первых рабочих условиях, а обогащенное соотношение воздушно-топливной смеси достигается при вторых рабочих условиях, где вторые рабочие условия включают в себя более высокие нагрузки на двигатель, чем первые рабочие условия.

10 Заряд впускного воздуха можно разбавлять до третьего уровня, меньшего, чем второй уровень, при третьих рабочих условиях, причем температура каталитического нейтрализатора на участке ниже по потоку относительно двигателя ниже при третьих рабочих условиях, чем при вторых рабочих условиях, при практически одинаковой нагрузке на двигатель.

15 Заряд впускного воздуха можно разбавлять с использованием выхлопных газов, а также оценивать содержание топлива в выхлопных газах. На основании этой оценки можно регулировать количество впрыскиваемого в двигатель топлива.

20 В еще одном аспекте предложен бензиновый двигатель, содержащий компрессор впускного воздуха, гидравлически соединенный с впускным коллектором; турбину на выхлопных газах, соединенную по текучей среде с выпускным коллектором и механически соединенную с компрессором; трубопровод, имеющий впуск ниже по потоку относительно турбины, выпуск выше по потоку относительно компрессора и клапан для регулировки потока выхлопных газов, проходящих через трубопровод, для изменения уровня разбавления впускного воздуха во впускном коллекторе; а также контроллер, выполненный с возможностью обеспечивать открывание клапана для достижения первого уровня разбавления при работе двигателя на стехиометрической воздушно-топливной смеси и достижения второго большего уровня разбавления при работе двигателя на обогащенной воздушно-топливной смеси.

Двигатель может дополнительно содержать теплообменник, находящийся в тепловом контакте с трубопроводом и выполненный с возможностью охлаждать выхлопные газы.

30 Двигатель также может содержать датчик соотношения воздушно-топливной смеси, расположенный в трубопроводе и функционально соединенный с контроллером.

Двигатель также может дополнительно содержать датчик температуры выхлопных газов, находящийся в тепловом контакте с каталитическим нейтрализатором выхлопных газов.

35 При этом контроллер может быть выполнен с возможностью обеспечивать работу двигателя на обогащенной воздушно-топливной смеси, только когда выходной сигнал датчика температуры выхлопных газов свидетельствует о слишком высокой температуре.

40 В еще одном аспекте изобретения предложен способ эксплуатации бензинового двигателя с наддувом, в котором обеспечивают обедненное или стехиометрическое соотношение воздушно-топливной смеси; разбавляют заряд впускного воздуха двигателя до первого уровня; определяют, имеет ли место слишком высокая температура выхлопных газов, и если она имеет место, обеспечивают обогащенное соотношение воздушно-топливной смеси и разбавляют заряд впускного воздуха двигателя до второго уровня, большего, чем первый.

При этом во время работы при втором уровне разбавления увеличивают степень сжатия заряда впускного воздуха для поддержания величины крутящего момента. Обогащенное воздушно-топливное соотношение обеспечивают во время увеличения

нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

В отличие от известных решений предложенное решение обеспечивает использование определенных видов EGR вместе с обогащением смеси, что поможет решить проблему увеличения расхода топлива в результате обогащения. Таким образом, выхлопная система может быть защищена во время переходных процессов при высокой нагрузке без нежелательного увеличения расхода топлива.

Краткое описание чертежей

На Фиг. 1 схематически показаны аспекты примера системы транспортного средства в соответствии с изобретением.

На Фиг. 2 показан стандартный способ использования бензинового двигателя с наддувом в соответствии с изобретением.

На Фиг. 3 приведен пример графического сравнения определенных параметров двигателя в процессе выполнения способа по Фиг. 2.

Осуществление изобретения

На Фиг. 1 схематически показан вариант системы 10 двигателя транспортного средства. В системе 10 двигателя свежий воздух поступает на воздушный фильтр 12 и далее попадает в компрессор 14. Компрессор представляет собой любой компрессор впускного воздуха, например компрессор наддува с приводом от двигателя или от карданного вала. Однако в системе 10 двигателя компрессор механически соединен с турбиной 16 в турбонагнетателе 18; при этом турбина приводится в действие расширяющимися выхлопными газами двигателя, поступающими из выхлопного коллектора 20. В одном варианте компрессор и турбина могут быть установлены в турбонагнетателе с двойной улиткой. В другом варианте воплощения турбонагнетатель может представлять собой турбонагнетатель с изменяемой геометрией (VGT), где геометрия турбины активно изменяется в зависимости от частоты вращения двигателя.

Компрессор 14 гидравлически соединен с впускным коллектором 22 через охладитель (САС) 24 наддувочного воздуха и дроссельный клапан 26. Сжатый воздух из компрессора проходит через САС и дроссельный клапан к впускному коллектору. В показанном примере между впускной и выпускной магистралью компрессора расположен перепускной клапан 28 компрессора. Перепускной клапан компрессора может представлять собой обычно закрытый клапан, выполненный с возможностью открываться при выбранных рабочих условиях для понижения избыточного давления наддува.

Выпускной коллектор 20 и впускной коллектор 22 соединены с группой цилиндров 30 через группу выпускных клапанов 32 и впускных клапанов 34 соответственно. В одном из вариантов воплощения изобретения выпускные и/или впускные клапаны могут иметь электронный привод. В другом варианте воплощения выпускные и/или впускные клапаны могут иметь кулачковый привод. Независимо от того, имеет ли клапан электронный или кулачковый привод, моменты открывания и закрывания впускного и выпускного клапанов могут быть отрегулированы в зависимости от эффективности сгорания и снижения токсичности выхлопных газов.

Цилиндры 30 могут работать с любым видом топлива, в зависимости от варианта воплощения изобретения: бензиновое топливо, спиртовое топливо или их смесь. В приведенном варианте топливо от топливного насоса 36 подается в цилиндры прямым впрыском через топливные форсунки 38. В других рассматриваемых вариантах впрыск топлива может осуществляться путем прямого впрыска, впрыска во впускные каналы, впрыском в корпус дроссельной заслонки либо их комбинацией. В системе 10 двигателя сгорание инициируется искровым зажиганием на свечах 40 зажигания. Свечи зажигания

приводятся в действие с помощью тактовых импульсов высокого напряжения, поступающих от блока электронного зажигания (не показан).

Система 10 двигателя включает в себя клапан 42 рециркуляции отработавших газов (EGR) высокого давления и охладитель 44 EGR высокого давления. Когда клапан EGR высокого давления открыт, некоторое количество выхлопных газов высокого давления проходит из выпускного коллектора 20 через охладитель EGR высокого давления во впускной коллектор 22. Во впускном коллекторе выхлопные газы высокого давления разбавляют заряд впускного воздуха для снижения температур сгорания, снижения токсичности выхлопных газов и достижения прочих преимуществ. Оставшиеся выхлопные газы проходят к турбине 16 для приведения ее в действие. При необходимости снижения крутящего момента турбины все или часть выхлопных газов могут быть направлены через перепускную заслонку 46 в обход турбины. Затем смешанный поток из турбины и перепускной заслонки проходит через различные устройства снижения токсичности выхлопных газов системы двигателя, как подробно описано ниже.

В системе 10 двигателя ниже по потоку относительно турбины 16 установлена ловушка (LNT) 48 обедненных оксидов азота (NOx). LNT включает в себя внутреннюю подложку каталитического нейтрализатора, на которую нанесено каталитическое покрытие из пористого оксида. Данное покрытие предназначено для улавливания NOx из обедненного потока выхлопных газов, а также для восстановления уловленных NOx при обогащенном потоке выхлопных газов. Ступень 50 трехкомпонентного каталитического нейтрализатора (TWC) установлена ниже по потоку относительно LNT. TWC сконфигурирован таким образом, чтобы окислять остаточные CO, водород и углеводороды, а также восстанавливать оксиды азота (NOx), содержащиеся в выхлопных газах двигателя.

Следует заметить, что свойства, количество и расположение ступеней системы нейтрализации выхлопных газов в системе двигателя могут отличаться в различных вариантах воплощения данного решения. Например, некоторые конфигурации могут включать в себя сажевый фильтр или универсальную ступень нейтрализации выхлопных газов, объединяющую в себе фильтрацию сажи и другие функции по снижению токсичности выхлопных газов, например улавливание NOx.

Также на Фиг. 1 все или часть очищенных выхлопных газов могут быть выпущены в окружающую среду через глушитель 52. Однако в зависимости от условий эксплуатации некоторое количество очищенных выхлопных газов может быть выведено через охладитель 54 EGR низкого давления (LP). Выхлопные газы могут быть выведены открыванием клапана 56 EGR низкого давления, последовательно соединенного с охладителем EGR низкого давления. Охладитель EGR низкого давления может включать в себя любой подходящий теплообменник (газовоздушный, газовойдяной и т.д.). От охладителя 54 EGR низкого давления охлажденные выхлопные газы поступают в компрессор 14. За счет частичного закрывания обратного клапана выхлопных газов 58 при определенных условиях эксплуатации можно увеличить интенсивность потенциального потока для EGR низкого давления. Другие конфигурации могут предусматривать вместо обратного клапана выхлопных газов наличие дроссельного клапана выше по потоку относительно воздушного фильтра 12.

Система 10 двигателя включает в себя электронную систему (ECS) 60 управления, выполненную с возможностью управлять различными функциями системы двигателя. Система ECS включает в себя запоминающее устройство и один или более процессорных блоков, выполненных с возможностью принимать соответствующие решения, реагируя

на входной сигнал от датчика, и предназначенных для интеллектуального управления компонентами системы двигателя. Такое принятие решений может быть реализовано в соответствии с различными стратегиями управления, например управление по

5 событиям, управление по прерываниям, многозадачность, многопоточность и т.д. Таким образом, описываемые процедуры и способы могут быть реализованы с помощью системы ECS. Различные этапы способа (операции, функции и/или действия) могут быть реализованы в виде программируемого кода на машиночитаемом носителе информации в ECS.

10 ECS 60 включает в себя интерфейс 62 датчика, интерфейс 64 управления двигателем и бортовой блок (OBD) 66 диагностики. Для проведения оценки условий работы системы 10 двигателя и транспортного средства, в котором установлена данная система двигателя, интерфейс 62 датчика получает входные сигналы от различных датчиков транспортного средства (датчики расхода, датчики температуры, датчики положения педали, датчики давления и т.д.). На Фиг. 1 показаны некоторые стандартные датчики:

15 датчик 68 давления воздуха в коллекторе (MAP), датчик 70 температуры воздуха в коллекторе (MAT), датчик 72 массового расхода воздуха (MAF), датчик 74 NOx, датчик 76 воздушно-топливного коэффициента и датчик 78 температуры в выхлопной системе. В одном из вариантов воплощения датчик температуры выхлопных газов может находиться в тепловом контакте с каталитическим нейтрализатором выхлопных газов.

20 Кроме того, возможна установка и других датчиков.

Интерфейс 64 управления двигателем выполнен с возможностью обеспечивать срабатывание клапанов, исполнительных механизмов и прочих компонентов транспортного средства с электронным управлением, например дроссельных клапанов 26, перепускных клапанов 28 компрессора, перепускных заслонок 46 и клапанов 42 и

25 56 EGR. Интерфейс управления двигателем функционально соединен с каждым клапаном с электронным управлением и исполнительным механизмом и выполнен с возможностью обеспечить подачу команд для их открывания, закрывания и/или регулировки, если таковые необходимы для выполнения описываемых функций управления. Блок 66 OBD является частью ECS и выполнен с возможностью обеспечивать диагностику разрушения

30 различных компонентов системы 10 двигателя. Такие компоненты, например, могут включать в себя датчики кислорода, топливные форсунки и компоненты снижения токсичности выхлопных газов.

Конфигурации, описанные выше, позволяют реализовать различные способы работы бензиновых двигателей с наддувом. Некоторые из таких способов приведены в качестве

35 примеров, будут в дальнейшем ссылаться на указанные выше конфигурации. Однако необходимо понимать, что описываемые и другие способы, входящие в объем представленного решения, могут также быть реализованы и в других конфигурациях. Естественно, каждый вариант воплощения данного способа может привести к изменению входных условий для последующих вариантов воплощения и, таким образом, приведет

40 к усложнению логики принятия решений, которая полностью включена и предполагается в настоящем описании.

На Фиг. 2 представлен пример способа 80 работы бензинового двигателя с наддувом. На этапе 82 способа 80 обедненный или стехиометрический воздушно-топливный коэффициент X задается путем регулировки количества впрыскиваемого топлива

45 относительно положения дросселя или наоборот. Как описано ниже, на этапе 84 заряд впускного воздуха двигателя разбавляют до первого уровня с помощью одного или более форм EGR.

EGR разбавляет заряда впускного воздуха выхлопными газами, снижая, таким

образом, уровень содержания кислорода. Подача полученной смеси воздуха и выхлопных газов вместо обычного воздуха для поддержания сгорания в двигателе может привести к ухудшению сгорания и снижению температуры выхлопных газов. EGR также может снизить расход топлива в бензиновых двигателях. При средних и высоких нагрузках экономия топлива может быть повышена за счет подавления детонации, позволяя получить более эффективные фазы горения, снизить потери тепла на охлаждающую жидкость двигателя и снизить температуру выхлопных газов, что, в свою очередь, уменьшит необходимость обогащения смеси для охлаждения компонентов выхлопных газов. При низких нагрузках EGR обеспечивает дополнительное снижение потерь при дросселировании.

Как было сказано выше со ссылкой на Фиг. 1, выхлопные газы могут повторно проходить через контур EGR высокого давления и/или через контур EGR низкого давления. В контуре EGR высокого давления выхлопные газы поступают от участка выше по потоку относительно турбины и смешиваются с впускным воздухом на участке ниже по потоку относительно компрессора. В контуре EGR высокого давления выхлопные газы поступают от участка ниже по потоку относительно турбины и смешиваются с впускным воздухом на участке выше по потоку относительно компрессора. Кроме того, некоторые системы двигателя обеспечивают так называемую «внутреннюю EGR», в этом случае сгорание в одном или нескольких цилиндрах двигателя может быть начато в тот момент, когда выхлопные газы предыдущего цикла сгорания все еще находятся в цилиндре. Количество газов при внутренней EGR может быть изменено путем регулировки моментов срабатывания впускных и/или выпускных клапанов.

Стратегии использования EGR высокого и низкого давления помогают достичь оптимальной эффективности в различных областях соотношения нагрузки и скорости. Кроме того, каждая стратегия имеет свои сложности, связанные с системой управления. Например, EGR высокого давления наиболее эффективна при низких нагрузках, когда разрежение на впуске позволяет получить достаточный потенциальный поток; при высоких нагрузках достижение желаемого значения EGR может быть затруднено из-за снижения потенциального потока. Исходя из того, что EGR высокого давления по существу зависит от положений перепускной заслонки и дросселя турбоагнетателя, для EGR высокого давления может потребоваться применение сложной стратегии регулировки потока. Также на EGR высокого давления может негативно повлиять плохое смешивание EGR с зарядом воздуха, и для нее может потребоваться высокая скорость активного охлаждения из-за малого расстояния между точкой выпуска EGR высокого давления и впускными трактами двигателя.

В отличие от EGR высокого давления EGR низкого давления обеспечивает достаточный поток при средних и высоких нагрузках двигателя в тех областях, где поток EGR высокого давления ограничен, при этом охлаждение происходит гораздо легче, а управление им меньше зависит от положений дросселя или перепускной заслонки. Более того, охлажденные газы EGR низкого давления обладают важным дополнительным преимуществом, когда необходимо понизить температуру выхлопных газов. Перед повторным попаданием в цилиндр газы EGR низкого давления охлаждаются в турбине, в охладителе EGR, в длинной трубе по пути обратно к впуску, а затем еще раз в САС. Соответственно, температура разбавленной смеси ниже, чем при использовании EGR высокого давления и внутренней EGR. Использование разбавленной смеси с меньшей температурой обеспечивает более эффективное снижение температуры сгорания и, соответственно, снижение температур выхлопных газов.

Таким образом, в представленном способе заряд впускного воздуха может быть разбавлен охлажденными газами EGR низкого давления, т.е. разбавление выше по потоку относительно компрессора впускного воздуха осуществляется выхлопными газами, поступающими из участка ниже по потоку относительно выпускной турбины и охлажденными в теплообменнике. В любом случае возможны другие варианты воплощения изобретения, в которых вместо или вместе с охлажденными газами EGR низкого давления могут быть использованы EGR высокого давления и/или внутренняя EGR.

На этапе 86, показанном на Фиг. 2, определяют, имеет ли место увеличение нагрузки на двигатель при неизменных оборотах. В случае обнаружения увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах способ переходит к этапу 88. Однако если увеличение нагрузки обнаружено не было, то способ возвращается в начало. На этапе 88 определяют, обнаружено ли превышение температуры выхлопных газов. Слишком высокая температура выхлопных газов может привести к ухудшению состояния различных компонентов выхлопной системы, например, турбины или каталитического нейтрализатора выхлопных газов. Соответственно, слишком высокая температура выхлопных газов может быть обнаружена с помощью датчика температуры, соединенного с турбиной, с компонентом снижения токсичности выхлопных газов или установленного в другом месте в выхлопной системе.

В случае обнаружения превышения температуры выхлопных газов способ переходит к этапу 90, где оценивают содержание топлива в выхлопных газах. Уровень содержания топлива может быть оценен с помощью выходного сигнала от датчика воздушно-топливного коэффициента, установленного, например, в контуре EGR. После этапа 90 способ переходит к этапу 92, где в двигатель подается обогащенная смесь. Говоря более точно, заранее определенная степень обогащения смеси может быть обеспечена за счет увеличения скорости впрыска топлива в цилиндры, корпус дроссельной заслонки или впускной коллектор двигателя. Для изменения количества впрыскиваемого топлива, которое может присутствовать в EGR, ECS система двигателя может учесть определенное ранее содержание топлива в выхлопных газах.

Известно, что обогащение смеси приводит к охлаждению продуктов сгорания в цилиндрах двигателя за счет испарительного охлаждения и эндотермических реакций риформинга. Более того, можно предположить, что обогащение может привести к увеличению устойчивости EGR в бензиновом двигателе, работающем при высоких нагрузках. Без привязки настоящего способа к какой-либо конкретной теории предполагается, что водород, монооксид углерода и/или риформированные углеводороды, выбрасываемые из двигателя во время работы на обогащенной смеси, при повторной подаче на впуск могут улучшить стабильность сгорания даже при низких уровнях содержания кислорода. Соответственно, при работе с обогащенной смесью можно применить более высокое разбавление для увеличения экономии топлива для указанных выше целей. Например, если при стехиометрии предел вместимости EGR двигателя составляет 15%, то при обогащении его можно увеличить до 25%. Помимо экономии топлива, обусловленной расширением возможностей использования EGR при повышенных нагрузках на двигатель, данный способ позволяет снизить расход топлива за счет возврата части неиспользованного топлива, которая в противном случае была бы просто выпущена в окружающую атмосферу либо окислена каталитическим нейтрализатором. Таким образом, настоящий подход может обеспечить значительное снижение потерь с точки зрения экономии топлива, которые происходят при обогащении смеси. Также он позволяет снизить выбросы углеводородов и CO во

время обогащения, а также снизить требования к трехкомпонентному каталитическому нейтрализатору TWC.

Соответственно, на этапе 94 способа 80 выхлопные газы из двигателя охлаждаются в теплообменнике перед дальнейшим разбавлением заряда впускного воздуха, а на этапе 96 заряд впускного воздуха разбавляется до второго уровня разбавления, превышающего первый уровень, обеспеченный на этапе 84. Точнее говоря, ECS может быть выполнена с возможностью открывать клапан EGR в двигателе, чтобы обеспечить первый уровень разбавления во время работы двигателя при смеси со стехиометрическим воздушно-топливным коэффициентом; и второй (большой) уровень разбавления во время работы двигателя при обогащенной смеси. В некоторых вариантах второй уровень разбавления может быть таким, чтобы приводить к нестабильности сгорания, если он использован для стехиометрической смеси.

В приведенном способе заряд впускного воздуха двигателя доводят до более высокого уровня разбавления при обогащенной смеси, в качестве реакции на превышение температуры выхлопных газов на участке ниже по потоку относительно двигателя. В частности, обогащенное воздушно-топливное соотношение обеспечивается во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах, т.е. во время переходных процессов при высокой нагрузке. В более общем смысле стехиометрическое воздушно-топливное соотношение обеспечивается при первых рабочих условиях, а обогащенное воздушно-топливное соотношение - при вторых рабочих условиях. Вторые рабочие условия могут включать в себя нагрузки на двигатель, превышающие значения при первых условиях. При таких условиях при снижении расхода топлива можно ожидать более высокую степень разбавления. В других вариантах заряд впускного воздуха может быть разбавлен до второго уровня, только если величина такого разбавления известна заранее, или явно приведет к снижению расхода топлива.

На этапе 98 на Фиг. 2 для сохранения крутящего момента во время работы при втором уровне разбавления увеличивают сжатие (т.е. наддув) заряда воздуха, например, при условиях увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах. Данная мера может быть предпринята для компенсации увеличившейся степени разбавления, что может привести к снижению содержания кислорода. Как было указано выше, ECS может быть выполнена с возможностью обеспечения работы двигателя на обогащенной смеси только тогда, когда на этапе 88 способа 80 выходной сигнал датчика температуры выхлопных газов свидетельствует о слишком высокой температуре. Если слишком высокая температура выхлопных газов не была обнаружена, то способ переходит на этап 100, где заряд впускного воздуха разбавляют до третьего уровня. В данном случае обогащение смеси не производится. При этом третий уровень разбавления может быть меньше второго уровня. Однако в отдельных случаях он может превышать первый уровень разбавления из-за более высокой нагрузки на двигатель при детектировании условия нажатия педали акселератора.

На Фиг. 3 показано графическое сравнение определенных параметров двигателя во время выполнения способа 80. Верхний график на Фиг. 3 иллюстрирует пример изменения температуры каталитического нейтрализатора при переходных процессах с высокой нагрузкой. Как только температура катализатора начинает приближаться к верхнему допустимому пределу, во избежание превышения этого предела начинается процесс обогащения. Обогащение до нужного значения будет произведено путем увеличения объема впрыскиваемого топлива, как показано пунктирной линией на среднем графике на Фиг. 3. В приведенном варианте высокий начальный уровень увеличения впрыска топлива сменяется более низким постоянным уровнем, характерным

для всего этапа обогащения. На горизонтальном участке обогащение происходит из-за увеличения впрыска топлива в сочетании с возвратом неизрасходованного топлива на впуск через контур EGR. Однако на начальном этапе в контуре EGR может содержаться мало неизрасходованного топлива или его вообще может не быть, поэтому достигается большее количество впрыскиваемого топлива. Такая стратегия может использоваться для обеспечения относительно постоянного воздушно-топливного соотношения в цилиндре, как это показано жирной линией на среднем графике. На Фиг. 3 на нижнем графике жирной линией показана величина открывания клапана EGR, а результирующий уровень разбавления EGR в цилиндре показан пунктирной линией.

Все аспекты данного раскрытия описаны в виде примеров со ссылкой на описанные выше иллюстрированные варианты воплощения. Компоненты, этапы способа и прочие элементы, которые могут практически полностью совпадать в одном или более вариантах воплощения изобретения, указаны аналогичным образом и описаны с минимальным количеством повторений. При этом следует отметить, что указанные элементы могут в некоторой степени отличаться. Стоит заметить, что чертежи, приводимые в данном раскрытии, носят схематический характер и не соответствуют масштабу. Точнее, масштаб некоторых чертежей, отношение сторон и количество компонентов на чертежах могут быть намеренно искажены для большей наглядности определенных деталей и связей.

В показанных и/или описанных способах некоторые упомянутые этапы способа могут опускаться без их исключения из объема данного раскрытия. Аналогичным образом не всегда необходимо соблюдать указанный порядок выполнения этапов способа для достижения указанных целей, описанный порядок представлен для обеспечения наглядности и упрощения описания. Одно или более показанное действие, функция или операция может выполняться циклически в зависимости от конкретного применяемого способа.

Следует понимать, что детали, системы и способы, описываемые в данном документе, являются вариантами воплощения изобретения, т.е. неограничивающими примерами, в которые могут быть внесены некоторые изменения и дополнения. Изобретение включает в себя все новые и неочевидные комбинации и подкомбинации указанных выше деталей, систем, способов и всех возможных эквивалентов.

Формула изобретения

1. Способ эксплуатации бензинового двигателя с наддувом, в котором заряд впускного воздуха двигателя разбавляют до первого уровня при работе на стехиометрической воздушно-топливной смеси, а при обнаружении слишком высокой температуры выхлопных газов на участке ниже по потоку относительно двигателя разбавляют заряд впускного воздуха двигателя до второго большего уровня и осуществляют обогащение воздушно-топливной смеси.

2. Способ по п.1, в котором заряд впускного воздуха разбавляют до второго уровня, только когда такое разбавление приведет к снижению расхода топлива.

3. Способ по п.1, в котором обогащение осуществляют во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

4. Способ по п.3, в котором также увеличивают степень сжатия заряда впускного воздуха для сохранения величины крутящего момента во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

5. Способ по п.1, в котором разбавление заряда впускного воздуха выполняют на

участке выше по потоку относительно компрессора впускного воздуха с использованием выхлопных газов, поступающих из участка ниже по потоку относительно турбины, механически соединенной с компрессором.

5 6. Способ по п.5, в котором перед разбавлением заряда впускного воздуха выхлопные газы дополнительно охлаждают в теплообменнике.

7. Способ по п.1, в котором второй уровень разбавления выбирают таким образом, чтобы он приводил к нестабильности сгорания при использовании со стехиометрической воздушно-топливной смесью.

10 8. Способ по п.1, в котором стехиометрическое соотношение воздушно-топливной смеси достигается при первых рабочих условиях, а обогащенное соотношение воздушно-топливной смеси достигается при вторых рабочих условиях, где вторые рабочие условия включают в себя более высокие нагрузки на двигатель, чем первые рабочие условия.

15 9. Способ по п.8, в котором заряд впускного воздуха разбавляют до третьего уровня, меньшего, чем второй уровень, при третьих рабочих условиях, причем температура каталитического нейтрализатора на участке ниже по потоку относительно двигателя ниже при третьих рабочих условиях, чем при вторых рабочих условиях, при практически одинаковой нагрузке на двигатель.

10. Способ по п.1, в котором заряд впускного воздуха разбавляют с использованием выхлопных газов, а также оценивают содержание топлива в выхлопных газах.

20 11. Способ по п.10, в котором на основании оценки содержания топлива в выхлопных газах регулируют количество впрыскиваемого в двигатель топлива.

12. Бензиновый двигатель, содержащий компрессор впускного воздуха, гидравлически соединенный с впускным коллектором; турбину на выхлопных газах, соединенную по текучей среде с выпускным коллектором и механически соединенную с компрессором;
25 трубопровод, имеющий впуск ниже по потоку относительно турбины, выпуск выше по потоку относительно компрессора и клапан для регулировки потока выхлопных газов, проходящих через трубопровод, для изменения уровня разбавления впускного воздуха во впускном коллекторе; а также контроллер, выполненный с возможностью обеспечивать открывание клапана для достижения первого уровня разбавления при
30 работе двигателя на стехиометрической воздушно-топливной смеси и достижения второго большего уровня разбавления при работе двигателя на обогащенной воздушно-топливной смеси.

13. Двигатель по п.12, дополнительно содержащий теплообменник, находящийся в тепловом контакте с трубопроводом и выполненный с возможностью охлаждать
35 выхлопные газы.

14. Двигатель по п.12, дополнительно содержащий датчик соотношения воздушно-топливной смеси, расположенный в трубопроводе и функционально соединенный с контроллером.

40 15. Двигатель по п.12, дополнительно содержащий датчик температуры выхлопных газов.

16. Двигатель по п.15, в котором датчик температуры выхлопных газов находится в тепловом контакте с каталитическим нейтрализатором выхлопных газов.

17. Двигатель по п.15, в котором контроллер также выполнен с возможностью обеспечивать работу двигателя на обогащенной воздушно-топливной смеси, только
45 когда выходной сигнал датчика температуры выхлопных газов свидетельствует о слишком высокой температуре.

18. Способ эксплуатации бензинового двигателя с наддувом, в котором обеспечивают обедненное или стехиометрическое соотношение воздушно-топливной смеси; разбавляют

заряд впускного воздуха двигателя до первого уровня; определяют, имеет ли место слишком высокая температура выхлопных газов, и если она имеет место, обеспечивают обогащенное соотношение воздушно-топливной смеси и разбавляют заряд впускного воздуха двигателя до второго уровня, большего, чем первый.

5 19. Способ по п.18, в котором во время работы при втором уровне разбавления увеличивают степень сжатия заряда впускного воздуха для поддержания величины крутящего момента.

20. Способ по п.19, в котором обогащенное воздушно-топливное соотношение обеспечивают во время увеличения нагрузки на двигатель при неизменных оборотах.

10

15

20

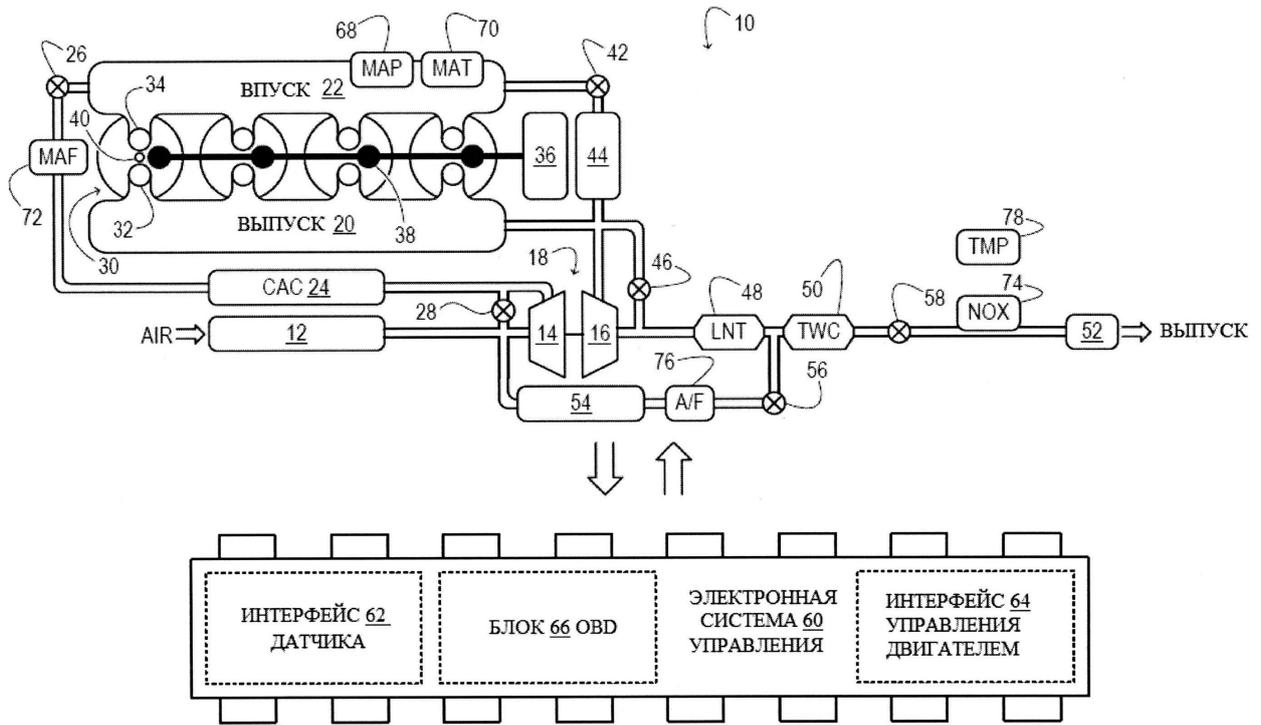
25

30

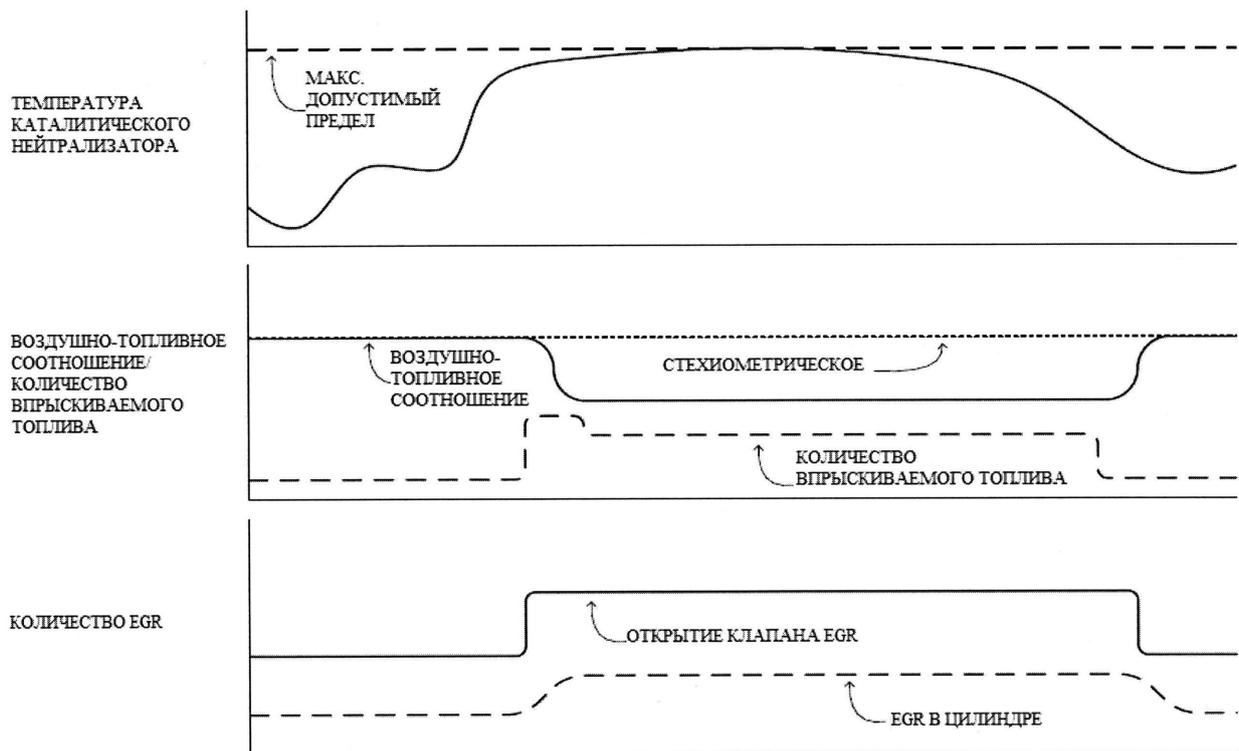
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 3