



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F01N 13/10 (2018.08); F01N 3/10 (2018.08); F02D 19/12 (2018.08); F02D 35/027 (2018.08); F02D 41/0025 (2018.08); F02D 41/005 (2018.08); F02D 41/0077 (2018.08); F02D 41/1446 (2018.08); F02D 41/26 (2018.08); F02M 25/0221 (2018.08); F02M 25/0227 (2018.08); F02M 25/025 (2018.08); F02M 25/028 (2018.08); F02M 25/03 (2018.08); F02M 35/10222 (2018.08); F02M 35/104 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2017132300, 15.09.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.09.2017Дата регистрации:
13.12.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
04.10.2016 US 15/285,311

(45) Опубликовано: 13.12.2018 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):

ЛЕОНЕ Томас Г. (US),
МИЛЛЕР Кеннет Джеймс (US)

(73) Патентообладатель(и):

Форд Глобал Текнолоджиз, ЛЛК (US)

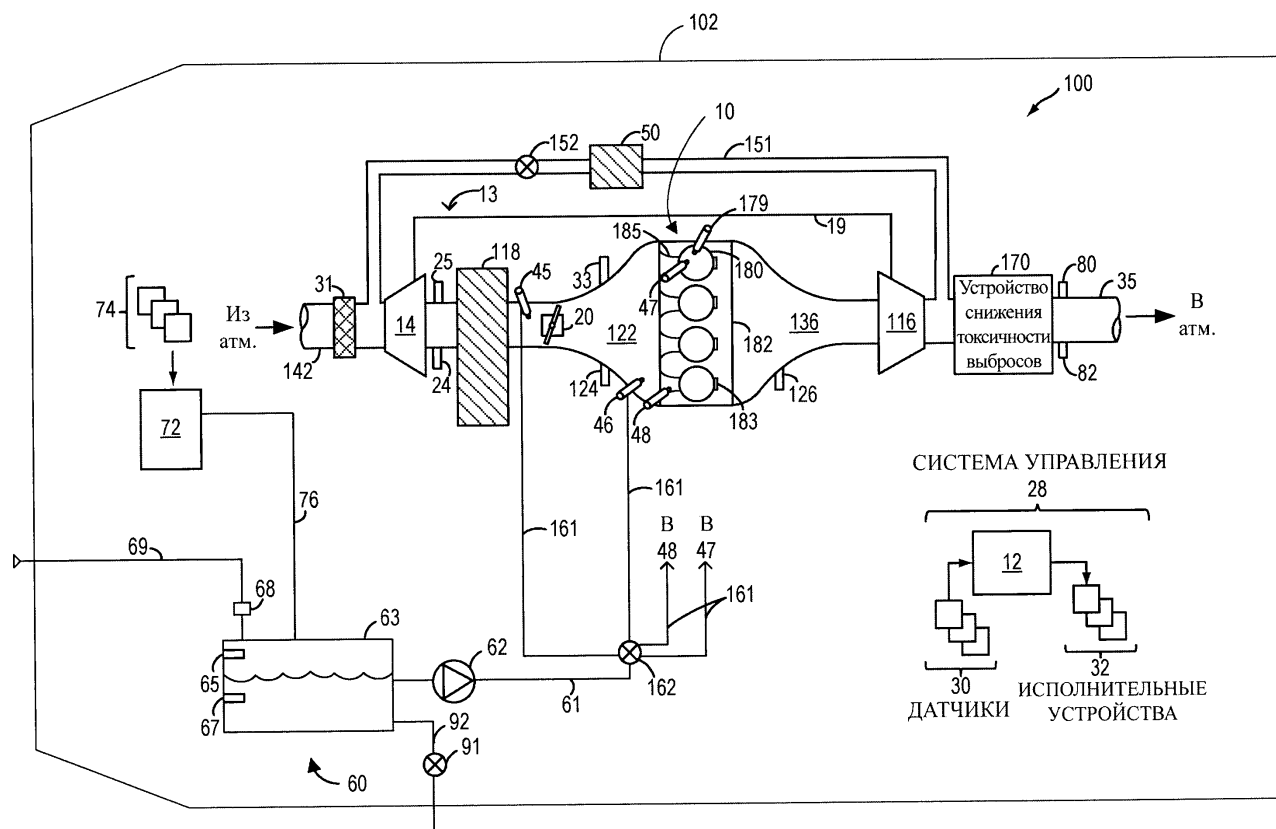
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2016177544 A1, 10.11.2016. WO 2015068761 A1, 14.05.2015. RU 2370658 C2, 20.10.2009.

(54) Способ и система для регулирования впрыска воды

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в двигателях внутреннего сгорания. Предложены способы для оптимизации потребления воды из системы впрыска воды, осуществляющей впрыск воды в двигатель в зависимости от таких параметров работы двигателя, как детонация, температура отработавших газов и потребность в разбавлении. Количество воды, выбираемое для целей впрыска, а также порядок впрыска воды в зависимости от указанных различных параметров работы двигателя, изменяют в зависимости от

соотношения текущего уровня воды и прогнозируемого уровня воды в емкости для воды. Способ обеспечивает возможность получения максимальных преимуществ от впрыска воды в двигатель (топливной экономичности, снижения токсичности отработавших газов и улучшения эксплуатационных показателей двигателя), в частности, когда запас воды ограничен. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F02M 25/025 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)
F02D 19/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F01N 13/10 (2018.08); *F01N 3/10* (2018.08); *F02D 19/12* (2018.08); *F02D 35/027* (2018.08); *F02D 41/0025* (2018.08); *F02D 41/005* (2018.08); *F02D 41/0077* (2018.08); *F02D 41/1446* (2018.08); *F02D 41/26* (2018.08); *F02M 25/0221* (2018.08); *F02M 25/0227* (2018.08); *F02M 25/025* (2018.08); *F02M 25/028* (2018.08); *F02M 25/03* (2018.08); *F02M 35/10222* (2018.08); *F02M 35/104* (2018.08)

(21)(22) Application: **2017132300, 15.09.2017**(24) Effective date for property rights:
15.09.2017Registration date:
13.12.2018

Priority:

(30) Convention priority:
04.10.2016 US 15/285,311(45) Date of publication: **13.12.2018 Bull. № 35**Mail address:
**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-
PATENT", M.V. Khmara**

(72) Inventor(s):

**LEONE Thomas G. (US),
MILLER Kenneth James (US)**

(73) Proprietor(s):

Ford Global Technologies, LLC (US)(54) **METHOD AND SYSTEM FOR REGULATING WATER INJECTION**

(57) Abstract:

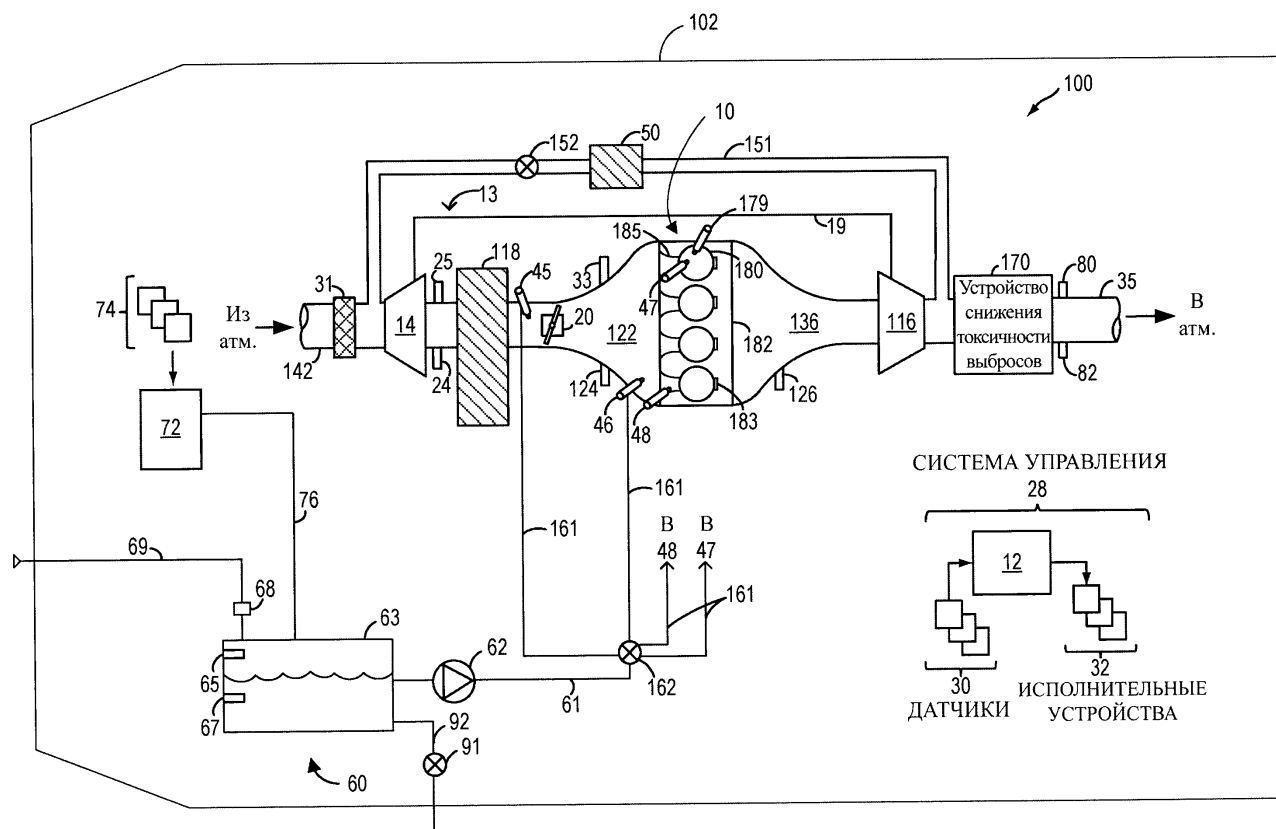
FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention can be used in the internal combustion engines. Proposed are methods for optimizing water consumption from a water injection system that injects water into an engine, depending on engine parameters such as ping, exhaust gas temperature and the need for dilution. Further, the amount of water chosen for injection purposes as well as the order of water injection depending on the various engine

parameters are adjusted depending on the ratio of the current water level and the predicted water level in the water tank.

EFFECT: method provides the possibility of obtaining maximum benefits from the injection of water into the engine (fuel efficiency, reducing exhaust emissions and improving engine performance), in particular, when water supply is limited.

20 cl, 4 dwg



ФИГ. 1

Область техники

Настоящее описание в целом относится к способам и системам для распределения приоритетов использования воды в двигателе.

Уровень техники и раскрытие изобретения

5 Двигатели внутреннего сгорания могут содержать системы впрыска воды, осуществляющие впрыск воды во множество мест, например, впускной коллектор, выше по потоку от цилиндров двигателя или непосредственно в них. Впрыск воды в двигателе обеспечивает ряд преимуществ, например, повышение топливной экономичности и эксплуатационных характеристик двигателя, а также сокращение выбросов от двигателя. В частности, при впрыске воды во впускную систему или
10 цилиндры двигателя происходит передача тепла от всасываемого воздуха и/или компонентов двигателя с испарением воды, что ведет к охлаждению заряда и разбавлению смеси в двигателе. Впрыск воды во всасываемый воздух (например, во впускном коллекторе) понижает как температуру всасываемого воздуха, так и
15 температуру сгорания в цилиндрах двигателя. Охлаждение заряда всасываемого воздуха позволяет снизить предрасположенность к детонации без обогащения воздушно-топливного отношения сжигаемой смеси. Это также обеспечивает возможность повышения степени сжатия, изменения момента зажигания в сторону опережения, улучшения показателей при работе по внешней скоростной характеристике и снижения
20 температуры отработавших газов. В результате, возрастает топливная экономичность. Кроме того, результатом роста объемного КПД может стать рост крутящего момента. Снижение температуры сгорания при впрыске воды позволяет сократить выбросы оксидов азота (NO_x), а более экономичная топливная смесь (с меньшим обогащением) позволяет снизить выбросы угарного газа и углеводородов.

25 Системы управления двигателем выполнены с возможностью выбора времени применения впрыска воды в зависимости от параметров работы двигателя, например, ограничений по детонации в двигателе. Один пример решения раскрыт Сурнилла (Surnilla) с соавторами в документе US 20130218438. Согласно данному решению, соотношение потреблений воды для регулирования разбавления и для контроля
30 детонации регулируют в зависимости от ограничений по устойчивости горения. Еще один пример решения раскрыт Леоне (Leone) с соавторами в документе US 20140202434. Данное решение предусматривает впрыск воды, когда нагрузка двигателя выше пороговой, либо параметры работы двигателя ограничены детонацией.

Авторы настоящего изобретения выявили, что максимальные выигрыши в экономии
35 топлива, обеспечиваемые использованием воды, могут быть ограничены запасом воды на борту транспортного средства. В частности, ограничения по подаче воды могут зависеть от соотношения количества воды, которое может быть выработано на борту транспортного средства, и количества воды, требуемого для контроля детонации, регулирования разбавления, регулирования температуры каталитического
40 нейтрализатора и т.п. Например, если разрешают впрыск воды для регулирования температуры каталитического нейтрализатора, из-за высокого водопотребления при регулировании температуры каталитического нейтрализатора запас воды для контроля детонации может быть недостаточным. В связи с этим, может быть нужно изменить момент зажигания в сторону запаздывания для контроля детонации. Проигрыш в
45 расходе топлива, связанный с применением запаздывания зажигания, может свести на нет или даже перевесить выигрыш в экономии топлива, обеспечиваемый применением воды для регулирования температуры каталитического нейтрализатора.

В одном примере вышеуказанные недостатки позволяет преодолеть способ для

двигателя, содержащий шаги, на которых: сравнивают текущий уровень воды в водяном баке и прогнозный уровень воды в баке за время езды транспортного средства с множеством пороговых уровней воды; и по результатам сравнения, осуществляют впрыск воды из бака в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов. Так можно распределять приоритеты использования воды, если запас воды ограничен.

Например, двигатель может быть выполнен с системой впрыска воды с возможностью впрыска воды в одно или несколько мест в двигателе, например, во впускной коллектор, впускной канал или непосредственно в цилиндр двигателя. Система впрыска воды может содержать одну или несколько водяных форсунок, установленных в разных местах, а также водяной бак с возможностью подачи воды в форсунку (форсунки). Водяной бак выполнен с возможностью дозаправки вручную водителем транспортного средства. Водяной бак также может быть соединен с системой сбора воды с возможностью ситуативной дозаправки бака водой, вырабатываемой на борту транспортного средства. Например, воду в форме конденсата можно отбирать из одного или нескольких компонентов транспортного средства, например, охладителя РОГ (EGR), испарителя КВ (AC), теплообменника отработавших газов, охладителя наддувочного воздуха, с наружной поверхности транспортного средства и т.п. Контроллер двигателя выполнен с возможностью оценки параметров работы двигателя и определения соответствующих количеств (и мест) впрыска воды в двигатель для контроля детонации, регулирования температуры отработавших газов, а также для удовлетворения потребности в разбавлении в двигателе. Контроллер также выполнен с возможностью нахождения значения текущего уровня воды в водяном баке и прогнозирования ожидаемого уровня воды в баке во время цикла езды транспортного средства в зависимости от текущих и прогнозных темпов выработки воды, а также текущих и прогнозных темпов потребления воды (например, для контроля детонации, регулирования разбавления и температуры отработавших газов). В зависимости от текущего и прогнозного уровней воды во время цикла езды, контроллер может присваивать значение приоритетности каждой из сфер применения воды и определять количества, подлежащие впрыску для контроля детонации, регулирования температуры отработавших газов, а также для удовлетворения потребности в разбавлении в двигателе. Кроме того, в зависимости от текущего и прогнозного уровней воды (а также тенденции изменения запаса воды с текущего уровня воды до прогнозного уровня воды), контроллер может определить множество порогов уровня воды и сравнивать подлежащие впрыску количества с этими порогами уровня воды. Затем можно осуществить впрыск количества, выбранного для текущих параметров работы в зависимости от результатов сравнения. В качестве одного примера, если уровень воды уже низок, и/или прогнозируют его падение во время цикла езды, количеству воды, впрыскиваемому для контроля детонации, может быть присвоен наивысший приоритет, и можно осуществить впрыск достаточного количества воды для надлежащей контроля детонации, при этом можно не впрыскивать воду для регулирования температуры отработавших газов или для удовлетворения потребности в разбавлении. Целью распределения приоритетов является достижение наибольшего выигрыша в КПД двигателя на единицу воды при ограниченном поступлении воды. Если для удовлетворения потребности в разбавлении не применяют впрыск воды, можно отрегулировать открытие клапана РОГ в зависимости от количества впрыскиваемой воды, выбранного для удовлетворения потребности в разбавлении. Аналогичным образом, если текущий уровень воды очень низкий, и его рост не прогнозируют, при

этом для контроля детонации не применяют впрыск воды, можно изменить момент зажигания в сторону запаздывания в зависимости от количества впрыскиваемой воды, выбранного для контроля детонации. В дополнительных примерах необходимый порог уровня воды, позволяющий осуществлять впрыск воды для регулирования разбавления, можно снизить, если прогнозный уровень воды больше текущего уровня воды, и повысить, если прогнозный уровень воды меньше текущего уровня воды. Это позволяет ограничить потребление воды для регулирования разбавления, когда ожидают падения запаса воды.

Так можно обеспечить максимальный выигрыш в экономии топлива за счет впрыска воды, в частности - при работе с ограниченным поступлением воды. Присвоение значения приоритетности количествам впрыскиваемой воды, применяемым для различных параметров работы двигателя, и осуществление впрыска воды в количестве, зависящем от наивысшего значения приоритетности, при ограниченном поступлении воды, позволяет существенно увеличить выигрыш в КПД на единицу впрыскиваемой воды. Остановка или уменьшение впрыска воды в рабочих режимах с меньшим выигрышем в КПД позволяет поддерживать эксплуатационные показатели двигателя на повышенном уровне до тех пор, пока водяной бак не опустеет. Кроме того, выбор разного количества впрыскиваемой воды в зависимости от результата оценки качества воды, дозаправляемой в водяной бак, обеспечивает возможность использования преимуществ от применения воды в более широком диапазоне параметров работы двигателя даже при поступлении воды низкого качества.

Следует понимать, что вышеприведенное краткое описание служит лишь для ознакомления в простой форме с некоторыми концепциями, которые далее будут раскрыты подробно в разделе «Осуществление изобретения». Это описание не предназначено для обозначения ключевых или существенных отличительных признаков заявленного предмета изобретения, объем которого уникально определен формулой изобретения, приведенной после раздела «Осуществление изобретения». Заявляемый предмет изобретения также не ограничивается вариантами осуществления, устраняющими недостатки, указанные выше или в любой другой части настоящего раскрытия.

Краткое описание фигур чертежей

На ФИГ. 1 изображена принципиальная схема системы двигателя, содержащей систему впрыска воды.

ФИГ. 2 изображает высокоуровневую блок-схему для изменения потребления воды из системы впрыска воды на ФИГ. 1 в зависимости от текущего и прогнозного уровней воды.

ФИГ. 3 изображает высокоуровневую блок-схему для присвоения значений приоритетности различным количествам впрыскиваемой воды для удовлетворения потребности в контроле детонации в двигателе, потребности в разбавлении и в регулировании температуры отработавших газов.

На ФИГ. 4 раскрыт пример регулирования впрыска воды для обеспечения максимального потребления воды при ограниченном поступлении воды.

Осуществление изобретения

Нижеследующее описание относится к системам и способам для эффективного использования преимуществ впрыска воды в двигатель из системы впрыска воды, соединенной с двигателем транспортного средства, раскрытом на примере системы транспортного средства на ФИГ. 1. Контроллер может быть выполнен с возможностью реализации алгоритма управления, например, алгоритма на ФИГ. 2, для присвоения

значений приоритетности различным количествам впрыскиваемой воды для контроля детонации, регулирования разбавления и регулирования температуры отработавших газов в зависимости от запаса воды, с последующим выбором количества впрыскиваемой с наивысшим значением приоритетности для подачи. Контроллер также может быть выполнен с возможностью реализации алгоритма управления, например, алгоритма на ФИГ. 3, для изменения порядка впрыска воды для контроля детонации, регулирования разбавления и регулирования температуры отработавших газов в зависимости от запаса воды. Пример регулирования впрыска воды раскрыт на ФИГ. 4. Это позволяет эффективно использовать преимущества в экономии топлива за счет впрыска воды даже при ограниченном поступлении воды.

На ФИГ. 1 изображен пример осуществления системы 100 двигателя, выполненной с системой 60 впрыска воды. Система 100 двигателя соединена с автомобилем 102, показанным схематически. Система 100 двигателя содержит двигатель 10, в настоящем описании представляющий собой двигатель с наддувом, соединенный с турбонагнетателем 13, содержащим компрессор 14, приводимый от турбины 116. А именно, свежий воздух поступает по заборному каналу 142 в двигатель 10 через воздухоочиститель 31 и течет в компрессор 14. Компрессор может представлять собой подходящий компрессор всасываемого воздуха, например приводимый от мотора или приводного вала компрессор турбонагнетателя. В системе 100 двигателя компрессор показан в виде компрессора турбонагнетателя, механически соединенного с турбиной 116 посредством вала 19, при этом турбину 116 приводят в действие расширяющиеся отработавшие газы двигателя. В одном варианте осуществления компрессор и турбина могут входить в состав турбонагнетателя с двойной улиткой. В еще одном варианте осуществления турбонагнетатель может представлять собой турбонагнетатель с изменяемой геометрией ТИГ (VGT), в котором геометрию турбины активно изменяют в зависимости от частоты вращения двигателя и прочих параметров работы.

Компрессор 14 на ФИГ. 1 соединен через охладитель 118 наддувочного воздуха ОНВ (САС) с дроссельной заслонкой (например, впускным дросселем) 20. Например, ОНВ может представлять собой теплообменник охлаждения воздуха воздухом или воздуха хладагентом. Дроссельная заслонка 20 соединена с впускным коллектором 122 двигателя. Заряд горячего сжатого воздуха из компрессора 14 поступает во вход ОНВ 118, где происходит его охлаждение при прохождении через ОНВ, и покидает последний для прохождения через дроссельную заслонку 20 во впускной коллектор 122. В варианте осуществления на ФИГ. 1 давление заряда воздуха во впускном коллекторе определяет датчик 124 давления воздуха в коллекторе ДВК (MAP), а давление наддува - датчик 24 давления наддува. Перепускной клапан компрессора (не показан) может быть установлен последовательно между входом и выходом компрессора 14. Перепускной клапан компрессора может представлять собой нормально закрытый клапан, выполненный с возможностью открытия при определенных рабочих условиях для сброса чрезмерного давления наддува. Например, открытие перепускного клапана компрессора может происходить в связи с помпажем в компрессоре.

Впускной коллектор 122 соединен с рядом камер сгорания или цилиндров 180 через ряд впускных клапанов (не показаны) и впускных трактов (например, впускных каналов) 185. На ФИГ. 1 впускной коллектор 122 показан установленным выше по потоку от всех камер 180 сгорания двигателя 10. Дополнительные датчики, например, датчик 23 температуры заряда в коллекторе ТЗК (МСТ) и датчик 25 температуры заряда воздуха ТЗВ (АСТ) могут быть установлены для определения температуры всасываемого воздуха в соответствующих местах в заборном канале. Например, по температуре воздуха,

совместно с температурой хладагента двигателя, можно вычислять количество подаваемого в двигатель топлива. Каждая камера сгорания также может содержать датчик 183 детонации для выявления и взаимного различения событий аномального сгорания, например, детонации и преждевременного воспламенения. В других вариантах

5 один или несколько датчиков 183 детонации могут быть установлены в выбранных местах блока цилиндров двигателя.

Камеры сгорания также соединены с выпускным коллектором 136 через ряд выпускных клапанов (не показаны). Камеры 180 сгорания покрыты головкой 182 блока цилиндров и соединены с топливными форсунками 179 (несмотря на то, что на ФИГ. 10 1 показана только одна топливная форсунка, каждая камера сгорания содержит соединенную с ней топливную форсунку). Топливо может поступать в топливную форсунку 179 по топливной системе (не показана), содержащей топливный бак, топливный насос и топливную рампу. Топливная форсунка 179 может быть выполнена как форсунка непосредственного впрыска для впрыска топлива непосредственно в

15 камеру 180 сгорания или как форсунка впрыска во впускной канал для впрыска топлива во впускной канал выше по потоку от впускного клапана камеры 180 сгорания.

В изображенном варианте осуществления показан одинарный выпускной коллектор 136. При этом в других вариантах осуществления выпускной коллектор может содержать множество секций выпускного коллектора. Конфигурации с множеством секций

20 выпускного коллектора позволяют направлять отходы из разных камер сгорания в разные места в системе двигателя. Универсальный датчик 126 кислорода в отработавших газах УДКОГ (UEGO) показан соединенным с выпускным коллектором 136 выше по потоку от турбины 116. Или же вместо УДКОГ 126 можно использовать двухрежимный датчик кислорода в отработавших газах.

На ФИГ. 1 показано, что отработавшие газы из одной или нескольких секций

25 выпускного коллектора направляют в турбину 116 для приведения ее в действие. Когда нужно снизить крутящий момент турбины, некоторая часть отработавших газов может быть направлена через перепускную заслонку (не показана) в обход турбины. Затем объединенный поток из турбины и перепускной заслонки течет через устройство 170

30 снижения токсичности выбросов. Как правило, одно или несколько устройств 170 снижения токсичности выбросов могут представлять собой каталитические нейтрализаторы отработавших газов, выполненные с возможностью каталитической очистки потока отработавших газов и, тем самым, уменьшения содержания в нем одного или нескольких веществ.

Все отработавшие газы из устройства 170 снижения токсичности выбросов или их часть могут быть сброшены в атмосферу через выпускной канал 35. При этом, в зависимости от параметров работы, некоторая часть отработавших газов может быть перенаправлена в магистраль 151 рециркуляции отработавших газов (РОГ), через

35 охладитель 50 РОГ и клапан 152 РОГ во вход компрессора 14. Таким образом, компрессор выполнен с возможностью приема отработавших газов, отобранных из

40 области ниже по потоку от турбины 116. Клапан 152 РОГ выполнен с возможностью открытия для пропускания регулируемого количества охлажденных отработавших газов во вход компрессора для достижения необходимых показателей в части сгорания и снижения токсичности выбросов. Таким образом, система 100 двигателя выполнена с

45 возможностью обеспечения внешней РОГ низкого давления НД (LP). Вращение компрессора, наряду с относительно длинным путем потока РОГ НД в системе 100 двигателя, обеспечивают отличную гомогенизацию отработавших газов в заряде всасываемого воздуха. Кроме того, расположение точек отбора и смешивания газов

РОГ обеспечивает эффективное охлаждение отработавших газов для увеличения массы газов РОГ, которые могут быть использованы, и улучшения показателей. В других вариантах осуществления система РОГ может представлять собой систему РОГ высокого давления, при этом магистраль 151 РОГ соединяет область выше по потоку от турбины 116 с областью ниже по потоку от компрессора 14. В некоторых вариантах осуществления датчик 23 температуры заряда в коллекторе (ТЗК) может быть расположен с возможностью определения температуры заряда в коллекторе, в том числе воздуха и отработавших газов, рециркулирующих через магистраль 151 РОГ.

В камеру 180 сгорания также поступает вода и/или водяной пар по системе 60 впрыска воды. Впрыск воды из системы 60 впрыска воды может происходить во впускную систему двигателя или непосредственно в камеры 180 сгорания посредством одной или нескольких водяных форсунок 45-48. Например, впрыск воды во впускной коллектор 122 выше по потоку от дросселя 20, в настоящем описании также именуемый «центральный впрыск воды», может осуществлять водяная форсунка 45. В качестве еще одного примера, также можно осуществлять впрыск воды во впускной коллектор 122 ниже по потоку от дросселя посредством водяной форсунки 46. В еще одном примере воду можно впрыскивать в один или несколько впускных трактов (например, впускные каналы) 185 посредством водяной форсунки 48 (в настоящем описании такой впрыск также именуется «впрыск воды во впускные каналы»), и/или непосредственно в камеру 180 сгорания посредством водяной форсунки 47 (в настоящем описании это также именуется «непосредственный впрыск воды»). В одном варианте осуществления форсунка 48, расположенная во впускном тракте, может быть направлена под углом и обращена в сторону впускного клапана цилиндра, с которым соединен данный впускной тракт. В результате, форсунка 48 может впрыскивать воду непосредственно на впускной клапан, в результате чего испарение впрыснутой воды происходит быстрее, а водяной пар создает преимущество, состоящее в повышении степени разбавления. В еще одном варианте осуществления форсунка 48 может быть направлена под углом в сторону от впускного клапана и расположена с возможностью впрыска воды в направлении, противоположном направлению потока всасываемого воздуха по впускному тракту. В результате, большее количество впрыскиваемой воды может быть вовлечено в поток воздуха, что усиливает преимущество, создаваемое впрыском воды, в части охлаждения заряда.

Несмотря на то, что на ФИГ. 1 показаны только типовые форсунка 47 и форсунка 48, каждая камера 180 сгорания и впускной тракт 185 могут содержать собственную форсунку. В других вариантах система 60 впрыска воды может содержать водяные форсунки, расположенные в одном или нескольких из указанных положений. Например, в одном варианте осуществления двигатель может содержать только водяную форсунку 46. В еще одном варианте осуществления двигатель может содержать и водяную форсунку 46, и водяные форсунки 48 (по одной в каждом впускном тракте), и водяные форсунки 47 (по одной в каждой камере сгорания).

Впрыск воды в двигатель можно осуществлять в зависимости от различных параметров работы двигателя. В качестве одного примера, воду можно впрыскивать (например, непосредственно в цилиндр) при наличии признака детонации в двигателе. Применение впрыска воды для контроля детонации уменьшает необходимость запаздывания зажигания и, тем самым, обеспечивает выигрыш в экономии топлива. В качестве другого примера, воду можно впрыскивать (например, во впускной коллектор двигателя) в связи с потребностью в разбавлении в двигателе. Применение впрыска воды для разбавления уменьшает потребность в РОГ и, тем самым, обеспечивает

преимущества в части устойчивости горения и управления в неустановившемся режиме. В еще одном примере воду можно впрыскивать (например, во впускной или выпускной коллектор) при наличии признака перегрева отработавших газов. Применение впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов уменьшает необходимость обогащения топливовоздушной смеси и, тем самым, обеспечивает выигрыш в экономии топлива и преимущества в части выбросов отработавших газов. Как раскрыто на примерах алгоритмов на ФИГ. 2-3, количество воды, впрыскиваемой для контроля детонации, регулирования разбавления и температуры отработавших газов, можно регулировать в зависимости от текущего и прогнозного запаса воды в водяном баке. Кроме того, можно корректировать распределение приоритетов впрыска воды в зависимости от потребностей в контроле детонации, регулировании разбавления и температуры отработавших газов.

Система 60 впрыска воды может содержать бак 63 запаса воды, водоподкачивающий насос 62, систему 72 сбора и водоналивной канал 69. Воду, хранящуюся в водяном баке 63, подают в водяные форсунки 45-48 по водяной магистрали 61 и каналам или линиям 161. В вариантах осуществления, содержащих несколько форсунок, водяная магистраль 61 может содержать клапан 162 (например, распределительный клапан, многоходовой клапан, пропорциональный клапан и т.п.) для направления воды в разные водяные форсунки по соответствующим каналам. Или же каждый канал 161 (или водяная линия) может содержать соответствующие клапаны в водяных форсунках 45-48 для регулирования потока воды через них. Помимо водоподкачивающего насоса 162, в каналах 161 могут быть установлены один или несколько дополнительных насосов для повышения давления воды, направляемой в форсунки, например, в канале, соединенном с водяной форсункой 47 непосредственного впрыска.

Бак 63 запаса воды может содержать датчик 65 уровня воды и датчик 67 температуры воды с возможностью передачи информации о параметрах воды в контроллер 12. Например, в условиях низкой температуры датчик 67 температуры воды определяет, замерзла ли вода в баке 63 или пригодна ли она для впрыска. В некоторых вариантах осуществления канал хладагента двигателя (не показан) может быть термически соединен с резервуаром 63 для размораживания замерзшей воды. Водитель транспортного средства может получать данные об уровне воды в водяном баке 63, определяемом датчиком 65 уровня воды, с возможностью их использования для регулирования работы двигателя. Например, для сообщения об уровне воды можно использовать водоуказатель или индикатор на приборной панели (не показана) транспортного средства. Если уровень воды в водяном баке 63 выше порогового, можно сделать вывод, что воды для впрыска достаточно, в связи с чем контроллер может разрешить впрыск воды. В противном случае, если уровень воды в водяном баке 63 ниже порогового, можно сделать вывод, что воды для впрыска недостаточно, в связи с чем контроллер может запретить впрыск воды.

В изображенном варианте осуществления бак 63 запаса воды выполнен с возможностью дозаправки вручную через водоналивной канал 69 и/или автоматически посредством системы 72 сбора по каналу 76 заправки водяного бака. Система 72 сбора может быть соединена с одним или несколькими компонентами 74 транспортного средства для дозаправки бака запаса воды в транспортном средстве за счет конденсата, собранного из различных систем двигателя или транспортного средства. В одном примере система 72 сбора может быть соединена с системой РОГ и/или выпускной системой для сбора водяного конденсата из отработавших газов, проходящих по системе. В еще одном примере система 72 сбора может быть соединена с системой

кондиционирования воздуха (не показана) для сбора водяного конденсата из воздуха, проходящего через испаритель. В еще одном примере система 72 сбора может быть соединена с наружной поверхностью транспортного средства для сбора дождевого или атмосферного конденсата. Канал 69 для заправки вручную может быть соединен по текучей среде с фильтром 68, выполненным с возможностью удаления некоторых примесей, содержащихся в воде. Слив 92, содержащий сливной клапан 91, выполнен с возможностью слива воды из бака 63 запаса воды за пределы транспортного средства (например, на дорогу), например, если будет установлено, что качество воды ниже порога, и вода непригодна для впрыска в двигатель (например, из-за высокой проводимости, высокого содержания твердых частиц). В одном примере качество воды можно оценивать по выходному сигналу датчика 93 проводимости, соединенного с системой 60 впрыска воды, в водяной линии 61. В других примерах датчик 93 может представлять собой емкостный датчик, оптический датчик, датчик мутности, датчик плотности или датчик качества воды иного типа.

На ФИГ. 1 также раскрыта система 28 управления. Система 28 управления может быть соединена с возможностью связи с различными компонентами системы 100 двигателя для выполнения раскрытых в настоящем описании алгоритмов управления и управляющих действий. Система 28 управления может содержать электронный цифровой контроллер 12. Контроллер 12 может представлять собой микрокомпьютер, содержащий микропроцессорное устройство, порты ввода/вывода, электронную среду хранения исполняемых программ и калибровочных значений, оперативное запоминающее устройство, энергонезависимое запоминающее устройство и шину данных. Контроллер 12 может принимать входные данные от множества датчиков 30, например, различных датчиков на ФИГ. 1, принимать входные сигналы, в том числе сигналы положения передачи в трансмиссии, положения педали акселератора, запроса торможения, скорости транспортного средства, частоты вращения двигателя, массового расхода воздуха через двигатель, давления наддува, параметров окружающей среды (температуры, давления, влажности) и т.п. В число прочих датчиков входят: датчики ОНВ 118, например, температуры воздуха на входе ОНВ, датчик 125 ТЗВ, датчики 80, 82 давления и температуры отработавших газов и датчик 124 давления, датчик температуры воздуха на выходе ОНВ и датчик 23 ТЗК, датчик 183 детонации для определения воспламенения отработавших газов и/или распределения воды по цилиндрам и другие. Контроллер 12 принимает сигналы от различных датчиков на ФИГ. 1 и задействует различные исполнительные устройства на ФИГ. 1 для регулирования работы двигателя в зависимости от полученных сигналов и в соответствии с инструкциями в памяти контроллера. Например, впрыск воды в двигатель может включать в себя регулирование длительности импульса форсунок 45-48 для изменения количества впрыскиваемой воды с одновременным регулированием момента впрыска воды и количества импульсов впрыска. В некоторых примерах в среду хранения могут быть введены машиночитаемые данные, представляющие собой инструкции, исполняемые процессорным устройством для выполнения раскрытых ниже (например, на ФИГ. 2-3) способов, а также других предусмотренных, но конкретно не перечисленных вариантов.

Таким образом, компоненты на ФИГ. 1 обеспечивают возможность создания системы транспортного средства, содержащей: двигатель, содержащий впускной коллектор и выпускной коллектор; каталитический нейтрализатор отработавших газов, соединенный с выпускным коллектором; магистраль РОГ, содержащую клапан РОГ, для рециркуляции отработавших газов из выпускного коллектора во впускной коллектор; систему впрыска

воды, содержащую водяной бак, водяную форсунку и систему сбора воды; датчик уровня воды, соединенный с водяным баком; датчик детонации, соединенный с двигателем; и контроллер. Контроллер может быть выполнен с машиночитаемыми инструкциями, сохраненными в долговременной памяти для: сравнения текущего уровня
 5 воды в баке с прогнозным уровнем воды после периода работы транспортного средства; определения соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в двигатель в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов; выбора количества воды для впрыска из соответствующих количеств в зависимости от результата сравнения; подачи выбранного количества воды посредством водяной
 10 форсунки; и регулирования открытия клапана РОГ в зависимости от соотношения потребности в разбавлении и выбранного количества воды.

На ФИГ. 2 раскрыт пример способа 200 для регулирования впрыска воды в двигатель из системы впрыска воды в зависимости от различных параметров работы двигателя, а также текущего темпа потребления воды и прогнозного темпа потребления воды.

15 Способ позволяет улучшить эксплуатационные показатели двигателя за счет оптимизации потребления воды, когда уровень воды уже низкий, или когда прогнозируют, что запас воды будет ограниченным во время предвидимого цикла езды. Инструкции для реализации способа 200 и других раскрытых в настоящем описании способов может осуществлять контроллер в соответствии с инструкциями в его памяти
 20 и во взаимосвязи с сигналами, полученными от датчиков системы двигателя, например, датчиков, раскрытых выше на примере ФИГ. 1. Контроллер может задействовать исполнительные устройства системы двигателя для регулирования работы двигателя в соответствии с раскрытыми ниже способами.

На шаге 202 способ предусматривает оценку и/или измерение параметров работы
 25 двигателя. В их число могут входить, например, частота вращения и нагрузка двигателя, требуемый водителем крутящий момент, параметры окружающей среды (температура и влажность окружающей среды, барометрическое давление и т.п.), давление наддува, ДВК, МРВ, температура двигателя, температура каталитического нейтрализатора и т.п.

30 На шаге 204 способ предусматривает определение текущего уровня воды в водяном баке (или водяном резервуаре) системы впрыска воды. Текущий уровень воды можно измерять непосредственно с помощью датчика уровня текущей среды или оценивать по статистике выработки воды, потребления воды и дозаправки резервуара.

В одном примере двигатель установлен в транспортном средстве, и дозаправка воды
 35 в водяной бак происходит на борту транспортного средства с помощью системы сбора, выполненной с возможностью сбора конденсата из одного или нескольких компонентов двигателя, например, охладителя РОГ, охладителя наддувочного воздуха, конденсатора КВ и с наружной поверхности транспортного средства. Дозаправку воды в бак также может осуществлять ручную водитель транспортного средства из источника воды за
 40 пределами транспортного средства.

На шаге 206 способ предусматривает прогнозирование будущего (или ожидаемого) уровня воды в водяном баке системы впрыска воды во время предвидимого цикла езды. Предвидимый цикл езды может быть определен по данным о пункте назначения из навигационной системы (например, ГСОН (GPS)) транспортного средства и/или по
 45 предыдущей статистике езды транспортного средства (например, типовым маршрутам езды, скорости, темпам ускорения, энергопотреблению и т.п.). Прогнозный уровень воды можно определить в зависимости от исходного уровня воды в водяном баке в начале цикла езды транспортного средства и соотношения прогнозных темпов

выработки воды на борту транспортного средства и потребления или расходования воды на борту транспортного средства.

В одном примере прогнозный темп выработки воды можно определить в зависимости от скользящего среднего темпа сбора конденсата КВ за последнее по времени пороговое количество миль (или минут) работы транспортного средства и прогнозной потребности в охлаждении салона. Аналогичным образом, прогнозный темп выработки воды можно определить в зависимости от скользящего среднего темпа сбора конденсата из отработавших газов и/или конденсата с поверхности транспортного средства за последнее по времени пороговое количество миль (или минут) работы транспортного средства. Далее можно определить прогнозный темп сбора конденсата КВ (и прогнозируемую потребность в охлаждении салона) и сбора конденсата с поверхности транспортного средства в зависимости от прогнозных параметров окружающей среды. Например, ожидаемая температура и влажность окружающей среды могут повлиять на темп сбора конденсата КВ и конденсата с поверхности транспортного средства (а именно, можно прогнозировать рост обоих темпов сбора при росте влажности окружающей среды). Далее можно определить прогнозный темп сбора конденсата из отработавших газов в зависимости от прогнозного использования РОГ во время цикла езды.

Прогнозный темп выработки воды также можно определить в зависимости от ожидаемых параметров окружающей среды на прогнозном маршруте движения по данным о маршруте и пункте назначения из навигационной системы (например, ГСОН) транспортного средства. В число данных о маршруте и пункте назначения могут, например, входить полученные из интернета или по радио/телевидению метеопрогнозы (например, прогноз дождя, снега, сухой погоды и т.п.), прогнозные температура и влажность окружающей среды (могущие повлиять на прогнозируемую потребность в охлаждении салона), данные о рельефе для маршрута движения, выбранного водителем (например, ожидаемые параметры рельефа, наличие участков подъема и спуска по склону, ожидаемый уклон дороги и т.п.), а также сведения о типовой манере вождения водителя (то есть статистика вождения водителя, могущая включать в себя предпочитаемые водителем показатели).

Прогнозный уровень воды также можно определить в зависимости от прогнозной даты, времени и величины дозаправки водяного резервуара водителем. Их можно определять, исходя из предыдущей статистики дозаправки водяного резервуара с учетом местоположения (например, координат местоположения дозаправки в ГСОН относительно прогнозного маршрута движения), а также уровня в топливном баке, дня недели, дня месяца или времени. Например, согласно статистике, водитель мог осуществлять дозаправку водяного резервуара раз в неделю (например, каждое воскресенье) или при остановке на заправочной станции для дозаправки топливного бака, и т.п. От этих дозаправок вручную может зависеть уровень воды в резервуаре.

Прогнозный темп потребления воды можно определить в зависимости от скользящего среднего потребления воды (или падения уровня воды в водяном баке) за последнее по времени пороговое количество миль (или минут) работы транспортного средства. Как раскрыто в настоящем описании, впрыск воды можно осуществлять во время работы двигателя для контроля детонации в цилиндре, и/или обеспечения необходимой величины разбавления в двигателе, и/или регулирования температуры отработавших газов. Прогнозный темп потребления воды на борту транспортного средства также можно определять в зависимости от параметров окружающей среды, в том числе температуры и влажности окружающей среды, выбранного водителем маршрута

движения (например, ограничений скорости для различных участков выбранного маршрута, ожидаемых параметров рельефа, местоположения и количества участков подъема и спуска по склону, уклона дороги, частоты ускорения по сравнению с движением на установившейся средней эксплуатационной скорости на разных участках и т.п.), а также исходя из статистики вождения водителя (например, того, как водитель обычно ведет транспортное средство - в режиме, обеспечивающем ходовые качества, в режиме экономии топлива, или в спортивном режиме, медленно ли реагирует водитель, часто ли включает тормоза, склонен ли водитель использовать функцию автоматического поддержания скорости или часто осуществляет ускорение/замедление и т.п.). Прогнозный темп потребления воды также можно определить в зависимости того, насколько агрессивной была манера вождения водителя в прошлом (например, характера использования тормозной педали и педали акселератора). От каждого из этих параметров зависят области комбинаций частоты вращения и нагрузки двигателя, в которых прогнозируют работу двигателя, от чего, в свою очередь, зависят ожидаемая частота детонации, ожидаемое использование РОГ и ожидаемые температуры двигателя и отработавших газов.

На шаге 208 можно необязательно сравнить текущий уровень воды с прогнозным. Например, можно определить разность текущего и прогнозного уровней воды. В качестве другого примера, можно определить темп изменения уровня воды (с текущего до прогнозного) за некоторый период работы транспортного средства или расстояние в предвидимом цикле езды транспортного средства. Например, можно определить тенденцию к уменьшению или росту прогнозного уровня воды относительно текущего.

На шаге 210 способ предусматривает определение соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении в двигателе и температуру отработавших газов. Как сказано выше, воду можно впрыскивать в двигатель в ответ на детонацию, причем охлаждение заряда водой обеспечивает избавление от уменьшения детонации, тем самым уменьшая необходимость запаздывания зажигания для контроля детонации. Аналогичным образом, воду можно впрыскивать в двигатель для обеспечения необходимого разбавления в двигателе, снижая потребность в РОГ. Воду также можно впрыскивать в двигатель в связи с повышенными температурами отработавших газов, причем охлаждение заряда водой позволяет регулировать температуру отработавших газов, тем самым снижая потребность в обогащении воздушно-топливного отношения. В одном примере контроллер может определить первое количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на детонацию, второе количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на температуру отработавших газов, и третье количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на потребность в разбавлении. Первое, второе и третье количества могут представлять собой отличные друг от друга количества. Помимо определения количества впрыскиваемой воды, контроллер может определить место впрыска воды. Система впрыска воды может быть выполнена с одной или несколькими водяными форсунками для впрыска воды непосредственно в цилиндр двигателя, во впускной канал, и/или во впускной коллектор (выше или ниже по потоку от впускного дросселя).

На шаге 212 способ предусматривает присвоение значения приоритетности каждому из определенных количеств впрыскиваемой воды в зависимости от текущего и прогнозного уровней воды, например, как раскрыто на примере процесса на ФИГ. 3. Присваиваемые значения приоритетности можно определять в зависимости от прогнозного поступления воды в будущем. Первый набор значений приоритетности

может быть присвоен, если будет определено, что прогнозный уровень воды выше текущего, что указывает на то, что количество воды в текущий момент ограничено, но ожидают, что в будущей части цикла езды (или в следующих нескольких циклах езды) в наличии будет больше воды. Второй, другой, набор значений приоритетности

5 может быть присвоен, если будет определено, что текущий уровень воды выше прогнозного, что указывает на вполне достаточное количество воды в текущий момент, однако ожидают, что запас воды станет ограниченным в будущей части цикла езды (или в следующих нескольких циклах езды). Как раскрыто в настоящем описании, присвоение значений приоритетности обеспечивает возможность достижения

10 максимального выигрыша в экономии топлива за счет ограничения подачи воды путем потребления воды в состояниях, создающих больший выигрыш в КПД на единицу воды, и прекращения или уменьшения потребления воды в состояниях, создающих меньший выигрыш в КПД на единицу воды. Разные значения приоритетности могут влиять на порядок впрыска разных количеств воды в двигатель.

15 В одном примере присвоение значений приоритетности включает в себя: если текущий уровень воды выше прогнозного, присвоение первого, наивысшего, значения приоритетности первому количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на детонацию, затем второго, более низкого, значения приоритетности второму количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на температуру отработавших газов, и третьего, самого

20 низкого, значения приоритетности третьему количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на потребность в разбавлении. Это обусловлено относительно более высоким водопотреблением при использовании воды для регулирования температуры отработавших газов. В качестве другого примера, присвоение значений приоритетности включает в себя: если прогнозный уровень воды выше текущего, присвоение первого,

25 наивысшего, значения приоритетности первому количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на детонацию, затем второго, более низкого, значения приоритетности третьему количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на потребность в разбавлении, и затем третьего, самого низкого, значения приоритетности второму количеству воды, подлежащему впрыску в ответ на температуру отработавших газов.

30 Присвоение значений приоритетности может дополнительно или взамен включать в себя коррекцию порогов уровня воды, в соответствии с которыми впрыскивают воду для контроля детонации, регулирования разбавления и регулирования температуры. В качестве одного примера, воду можно впрыскивать для контроля детонации, регулирования разбавления и регулирования температуры, если уровень воды в водяном

35 баке выше первого порога. Воду можно впрыскивать для контроля детонации и регулирования температуры, но не для регулирования разбавления, если уровень воды в водяном баке выше второго порога, более низкого, чем первый. Воду можно впрыскивать только для контроля детонации, но не для регулирования температуры или регулирования разбавления, если уровень воды в водяном баке выше третьего

40 порога, более низкого, чем первый и второй пороги. По мере изменения текущего уровня воды относительно прогнозного, пороги можно корректировать. Например, второй и третий пороги можно корректировать относительно первого. Например, при падении прогнозного уровня воды относительно текущего, можно ожидать дефицит воды. Чтобы сохранить воду в первую очередь для контроля детонации с

45 одновременным сохранением (или снижением) первого порога, можно повысить второй и/или третий пороги. Темп повышения второго и/или третьего порогов может зависеть от темпа изменения уровня воды с текущего до прогнозного. Например, если ожидают падения прогнозного уровня воды относительно текущего в более быстром темпе

(более быстрое темпе истощения), темп повышения второго и третьего порогов может соответственно возрасти. Кроме того, в зависимости от ожидаемого изменения температуры отработавших газов, можно прогнозировать соотношение количеств для регулирования температуры и регулирования разбавления и изменять темп повышения

5 второго порога относительно третьего порога. Например, третий порог можно повышать в более быстром темпе, чем второй порог, тем самым присвоив регулированию разбавления самый низкий приоритет.

В качестве другого примера, рост прогнозного уровня воды относительно текущего позволяет предвидеть избыток воды. Для увеличения потребления воды с

10 одновременным сохранением (или снижением) первого порога, второй и/или третий пороги можно снизить. Темп снижения второго и/или третьего порога может зависеть от темпа изменения уровня воды с текущего до прогнозного уровня. Например, если ожидают роста прогнозного уровня воды относительно текущего в более быстром темпе (более быстром темпе восстановления), темп снижения второго и третьего порогов

15 может соответственно возрасти. Кроме того, в зависимости от ожидаемого изменения температуры отработавших газов, можно прогнозировать соотношение количеств для регулирования температуры и регулирования разбавления и изменять темп снижения второго порога относительно третьего. Например, второй порог можно снизить в более быстром темпе, чем третий порог для более раннего присвоения регулированию

20 температуры более высокого приоритета.

На шаге 214 способ предусматривает оценку качества воды в водяном баке. Характер загрязнителей, присутствующих в воде, а также степень загрязнения, могут быть самыми разными в зависимости от того, откуда водитель транспортного средства дозаправил водяной резервуар, параметров окружающей среды (например, запыленности

25 окружающей среды), а также процентной доли общего количества воды, выработанной на борту транспортного средства, относительно процентной доли воды в баке из источника за пределами транспортного средства. Например, может быть рекомендовано дозаправлять водяной резервуар дистиллированной водой, а водитель может осуществить дозаправку водопроводной или колодезной водой. Разные источники

30 воды могут содержать разные типы и количества минералов и других загрязнителей, при впрыске которых возможно образование отложений на водяных фильтрах, водяных форсунках, компонентах двигателя, каталитических нейтрализаторах отработавших газов и т.п. Также возможно химическое загрязнение каталитических нейтрализаторов. В одном примере качество воды в водяном баке можно оценивать по выходному сигналу

35 датчика качества воды, соединенного с водяным баком, при этом в основе результата оценки качества воды лежит значение проводимости или ионная сила воды (например, определенные датчиком проводимости). В других примерах качество воды можно оценивать по ионной силе воды, содержанию твердых частиц, по показаниям датчика мутности, датчика плотности, по показателю преломления и т.п.

40 В дополнительных примерах качество воды можно определять опосредованно в зависимости от места дозаправки воды, используя сведения о местоположении транспортного средства (например, по данным из ГСМ, местоположению близких точек доступа WiFi и т.п.) совместно со сведениями о качестве местной воды в данном местоположении (определяемым на борту транспортного средства или найденным в

45 какой-либо базе данных, например, размещенной в интернете базе данных о качестве воды для городских трубопроводных систем или грунтовых вод). Если значение качества воды было определено опосредованно или найдено на удаленном терминале, контроллер может дополнительно уточнить эти данные на основе предыдущей статистики

загрязнения, обнаруженного после дозаправки в этом же месте. В основе этой статистики могут лежать данные, собранные на борту данного транспортного средства или собранные на борту другого транспортного средства и найденные в системе передачи данных между транспортными средствами (V2V) или между транспортными средствами и объектами инфраструктуры. В одном примере качеству воды может быть присвоено значение показателя или числовое значение. В дополнительных примерах можно прогнозировать качество воды при следующем событии дозаправки.

На шаге 216 способ предусматривает дополнительную коррекцию присвоенных значений приоритетности в зависимости от результата оценки качества воды в баке. Это может включать в себя определение того, разрешить ли или запретить ли впрыск воды, а также коррекцию значений приоритетности впрыска воды в зависимости от результата оценки качества воды. Например, результат оценки качества воды (например, значение показателя, или числовое значение, или значение проводимости) можно сравнить с порогом, зависящим от применяемого датчика качества воды. Например, более низкому показанию датчика мутности может быть присвоено высокое значение показателя качества воды, а показания мутности менее 5 нефелометрических единиц мутности НЕФ (NTU) могут соответствовать значениям показателя качества воды выше порога. Порог может соответствовать минимальному уровню качества воды, необходимому для разрешения впрыска воды в двигатель без ущерба для эксплуатационных показателей двигателя или характеристик сгорания. В некоторых примерах для всех событий впрыска воды может быть установлен один и тот же порог. В других примерах для впрыска воды в ответ на детонацию и впрыска воды в ответ на потребность в разбавлении или регулировании температуры отработавших газов могут быть установлены отличные друг от друга пороги, так как тенденция к образованию отложений может зависеть от температур компонентов или иных факторов, тесно связанных с условиями этих трех сфер применения. В некоторых примерах результат оценки качества воды можно сравнить как с нижним порогом, ниже которого впрыск воды может всегда быть запрещен, так и с верхним порогом, выше которого впрыск воды может всегда быть разрешен. Между верхним и нижним порогами впрыск воды может быть ограничен, например, диапазон работы, в которых допустим впрыск воды, может быть ограничен или изменен, что может повлиять на присвоенное значение приоритетности впрыска воды. Например, если качество воды более низкое, впрыск воды в ответ на потребность в разбавлении может быть разрешен в областях комбинаций частоты вращения и нагрузки двигателя, в которых впрыск воды в ответ на потребность в разбавлении не разрешен, когда качество воды более высокое. В результате, количествам воды, подлежащим впрыску в ответ на потребность в разбавлении, может быть присвоено более высокое значение приоритетности, когда качество воды более низкое, чем когда качество воды более высокое, для использования такой воды тогда, когда оно не приведет к проблемам с отложениями, и освобождения места в резервуаре для дозаправки воды более высокого качества. Как и в случае порогов, диапазоны работы для впрыска воды в ответ на детонацию и впрыска воды в ответ на потребность в разбавлении или регулировании температуры отработавших газов могут быть отличны друг от друга.

На шаге 218 способ предусматривает определение количеств впрыскиваемой воды для контроля детонации, удовлетворения потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов. В зависимости от текущего и прогнозного уровней воды во время цикла езды, контроллер может присваивать значение приоритетности каждой из сфер применения воды и определять количества, подлежащие впрыску для

контроля детонации, регулирования температуры отработавших газов, а также для удовлетворения потребности в разбавлении в двигателе. Затем можно осуществить впрыск выбранного общего количества. В качестве одного примера, если текущий уровень воды низкий, и/или если уровень воды средний, но прогнозируют его падение до низкого во время цикла езды, количеству впрыскиваемой воды для контроля детонации может быть присвоено наивысшее значение приоритетности, и может быть впрыснуто достаточное количество воды для контроля детонации для достижения наибольшего выигрыша в КПД двигателя на единицу воды. В данном случае, в наличии может быть недостаточно воды для удовлетворения потребности в разбавлении, и можно отрегулировать открытие клапана РОГ в зависимости от выбранного количества впрыскиваемой воды для удовлетворения потребности в разбавлении. В другом случае, если текущий и прогнозный уровни воды очень низкие, и количество впрыскиваемой воды недостаточно для контроля детонации, можно изменить момент зажигания в сторону запаздывания с учетом выбранного количества впрыскиваемой воды для контроля детонации. В качестве третьего примера, если текущий уровень воды средний, и/или прогнозируют рост уровня воды с низкого до среднего во время цикла езды, приоритет может быть отдан количествам впрыскиваемой воды и для контроля детонации, и для удовлетворения потребности в разбавлении, и может быть впрыснуто достаточно воды и для контроля детонации, и для удовлетворения потребности в разбавлении для достижения наибольшего выигрыша в КПД двигателя на единицу воды. В данном случае потребность в разбавлении может быть удовлетворена за счет впрыска воды, поэтому РОГ можно применять в небольшом объеме или не применять, однако для регулирования температуры отработавших газов может не быть в наличии достаточного количества воды, поэтому можно скорректировать воздушно-топливное отношение для регулирования температуры отработавших газов. В качестве четвертого примера, если текущий уровень воды высокий, и/или прогнозируют рост уровня воды со среднего до высокого во время цикла езды, всем количествам впрыскиваемой воды - для контроля детонации, и для удовлетворения потребности в разбавлении, и для регулирования температуры отработавших газов - может быть присвоен высокий приоритет с возможностью впрыска достаточного количества воды и для контроля детонации, и для удовлетворения потребности в разбавлении, и для регулирования температуры отработавших газов для достижения наибольшего выигрыша в КПД двигателя на единицу воды. В данном случае потребность в разбавлении может быть удовлетворена за счет впрыска воды, поэтому РОГ можно применять в небольшом объеме или не применять, а регулировать температуру отработавших газов можно за счет впрыска воды, поэтому обогащение воздушно-топливного отношения для регулирования температуры отработавших газов может быть нужно в небольшом объеме или не быть нужно.

Так можно обеспечить максимальный выигрыш в экономии топлива за счет впрыска воды, в частности - при работе с ограниченным поступлением воды. Присвоение значений приоритетности количествам впрыскиваемой воды для разных параметров работы двигателя и впрыск количества воды для каждой из сфер применения в зависимости от его значения приоритетности при ограниченном поступлении воды позволяют существенно повысить выигрыш в КПД на единицу впрыскиваемой воды. Остановка или уменьшение впрыска воды в рабочих режимах с меньшим выигрышем в КПД позволяет поддерживать эксплуатационные показатели двигателя на повышенном уровне до тех пор, пока водяной бак не опустеет. Кроме того, выбор разного количества впрыскиваемой воды в зависимости от результата оценки качества

воды, дозаправляемой в водяной бак, обеспечивает возможность использования преимуществ от применения воды в более широком диапазоне параметров работы двигателя даже при поступлении воды низкого качества.

В одном примере контроллер может определить управляющий сигнал для направления на привод водяной форсунки, например, длительность импульса этого сигнала. Длительность импульса можно определить в зависимости от того, какое из соответствующих количеств впрыскиваемой воды будет выбрано, при этом выбор зависит от результата сравнения текущего и прогнозного уровней воды. Контроллер может определить длительность импульса путем, непосредственно учитывающим разность прогнозного и текущего уровней воды в резервуаре, например - путем увеличения длительности импульса по мере возрастания прогнозного уровня воды. Или же контроллер может определить длительность импульса путем вычисления с помощью табулированной зависимости.

На шаге 220 способ предусматривает осуществление впрыска выбранного количества воды, при этом воду впрыскивают из бака в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов. Впрыск выбранного количества воды осуществляют в место впрыска воды, выбранное в зависимости от наивысшего присвоенного значения приоритетности. Впрыск воды в двигатель представляет собой впрыск воды во впускной канал цилиндра двигателя выше по потоку от впускного клапана посредством водяной форсунки впрыска во впускной канал, и/или непосредственный впрыск воды в цилиндр двигателя посредством водяной форсунки непосредственного впрыска, и/или центральный впрыск воды во впускной коллектор двигателя, выше или ниже по потоку от впускного дросселя, посредством водяной форсунки центрального впрыска. В зависимости от выбранного места и выбранного количества может быть приведена в действие соответствующая форсунка. Например, контроллер может направить сигнал длительности импульса соответствующей водяной форсунке для подачи выбранного количества воды в выбранное место с одновременным удержанием остальных водяных форсунок выключенными. В одном примере, если выбрано первое количество воды, контроллер может привести в действие водяную форсунку непосредственного впрыска и направить сигнал длительности импульса, соответствующий первому количеству, водяной форсунке непосредственного впрыска для подачи выбранного количества воды непосредственно в цилиндр двигателя для избавления от детонации.

Впрыск выбранного количества воды может включать в себя регулирование расхода впрыска воды таким образом, чтобы он представлял собой тот или иной процент расхода потока топлива. В других примерах впрыском воды можно управлять по принципу «включен - выключен». В этом случае впрыск воды либо разрешен (в ответ на детонацию, или потребность в разбавлении, или температуру отработавших газов), либо запрещен.

Коррекция выбора количеств впрыскиваемой воды позволяет изменять порядок впрыска воды для управления двигателем. В некоторых примерах коррекцию выбора количеств впрыскиваемой воды и регулирование порядка впрыска воды можно осуществлять в зависимости только от соотношения текущего уровня воды с одним или несколькими порогами. В других примерах коррекцию выбора количеств впрыскиваемой воды и регулирование порядка впрыска воды можно осуществлять в зависимости от соотношения текущего и прогнозного уровней воды в предвидимом цикле езды с одним или несколькими порогами.

На шаге 222, после впрыска выбранного количества воды, способ предусматривает

определение наличия недостаточности созданного разбавления относительно потребности в разбавлении. В одном примере недостаточность разбавления может иметь место в связи с ограничением или прекращением впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении. Это возможно, когда фактическое или прогнозное количество воды слишком мало для полномасштабного применения впрыска воды для регулирования разбавления. При наличии недостаточности разбавления, на шаге 224 можно отрегулировать степень открытия клапана РОГ в зависимости от результата выбора. Например, при наличии недостаточности разбавления контроллер может направить сигнал приводу клапана РОГ установить клапан РОГ в положение, в котором степень открытия клапана РОГ будет больше. В результате, возрастает рециркуляция отработавших газов из выпускной системы двигателя во впускную систему двигателя. В противном случае, при отсутствии недостаточности разбавления контроллер может направить сигнал приводу клапана РОГ установить клапан РОГ в другое положение с меньшей степенью открытия клапана РОГ. Результатом является уменьшение рециркуляции отработавших газов из выпускной системы двигателя во впускную систему двигателя. Изменение потока РОГ можно определять в зависимости от недостаточности разбавления, при этом расход РОГ увеличивают по мере роста недостаточности разбавления. Таким образом, как минимум часть потребности в разбавлении можно удовлетворить за счет впрыска воды, а остальную часть - за счет потока РОГ. Затем выполнение алгоритма завершают. Применение впрыска воды для удовлетворения большей части потребности в разбавлении при наличии достаточного количества воды позволяет уменьшить проблемы в части устойчивости горения и управления в неустановившемся режиме, связанные с использованием РОГ.

При отсутствии недостаточности разбавления, на шаге 226 можно определить, имеет ли место недостаточность контроля детонации. В одном примере недостаточность контроля детонации может иметь место в связи с ограничением или прекращением впрыска воды для контроля детонации. Это возможно, когда фактическое или прогнозное количество воды слишком мало для полномасштабного применения воды для контроля детонации. Недостаточность контроля детонации можно определить на основании того, что детонация в двигателе продолжает возникать даже после впрыска выбранного количества воды. При наличии недостаточности контроля детонации, на шаге 228 способ предусматривает эксплуатацию двигателя с запаздыванием зажигания относительно ОМЗ (МВТ) (или иного номинального значения). Величину применяемого запаздывания зажигания можно определить в зависимости недостаточности контроля детонации, при этом величину запаздывания зажигания увеличивают по мере роста частоты детонации после впрыска воды. Таким образом, как минимум часть потребности в подавлении детонации можно удовлетворить за счет впрыска воды, а остальную часть - за счет запаздывания зажигания. Затем выполнение алгоритма завершают. Применение впрыска воды для удовлетворения большей части потребности в подавлении детонации при наличии достаточного количества воды позволяет уменьшить применение запаздывания зажигания и, тем самым, повысить экономию топлива.

При отсутствии недостаточности контроля детонации, на шаге 230 можно определить, имеет ли место недостаточность регулирования температуры отработавших газов. В одном примере недостаточность регулирования температуры отработавших газов может иметь место в связи с ограничением или прекращением впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов. Это возможно, когда фактическое или прогнозное количество воды слишком мало для полномасштабного применения воды для регулирования температуры отработавших газов. Недостаточность

регулирования температуры отработавших газов можно определить на основании того, что результат оценки температуры отработавших газов остается повышенным даже после впрыска выбранного количества воды. При наличии недостаточности регулирования температуры отработавших газов, на шаге 232 способ предусматривает эксплуатацию двигателя с обогащением топливовоздушной смеси. То есть двигатель можно эксплуатировать на смеси богаче стехиометрической. Применяемую степень обогащения можно определить в зависимости от недостаточности регулирования температуры отработавших газов, при этом степень обогащения увеличивают, если результат оценки температуры отработавших газов остается повышенным даже после впрыска воды. Таким образом, как минимум часть потребности в регулировании температуры отработавших газов можно удовлетворить за счет впрыска воды, а остальную часть - за счет обогащения. Затем выполнение алгоритма завершают. Применение впрыска воды для удовлетворения большей части потребности в регулировании температуры отработавших газов при наличии достаточного количества воды позволяет уменьшить обогащение топливовоздушной смеси и, тем самым, улучшить показатели в части экономии топлива и выбросов отработавших газов.

При отсутствии недостаточности регулирования температуры отработавших газов, на шаге 234 способ предусматривает оставление без изменений момента зажигания и положения клапана РОГ. Так можно оптимизировать эксплуатационные показатели двигателя, топливную экономичность и выбросы в предвидимом цикле езды в зависимости от того, является ли текущий или будущий запас воды ограниченным.

На ФИГ. 3 раскрыт пример другого способа 300 для регулирования потребления воды в зависимости от текущего и прогнозного уровней воды в системе впрыска воды. В данном случае распределение приоритетов потребления воды для избавления от детонации, регулирования разбавления и регулирования температуры отработавших газов корректируют в зависимости от ожидаемого уровня воды в баке.

На шаге 302 определяют текущий и будущий уровни воды в водяном баке. Как раскрыто выше на примере ФИГ. 2 (на шагах 204-206), будущие уровни воды можно прогнозировать в зависимости от текущих и прогнозных параметров работы двигателя, текущих и прогнозных параметров окружающей среды, входных навигационных данных, статистики вождения водителя и т.п. В некоторых примерах чистый уровень воды в баке можно определить, сравнив текущий уровень воды с прогнозным.

На шаге 306, как и на шаге 210, способ предусматривает определение соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении в двигателе и температуру отработавших газов. Контроллер может определить первое количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на детонацию, второе количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на температуру отработавших газов, и третье количество воды, подлежащее впрыску в двигатель в ответ на потребность в разбавлении. Первое, второе и третье количества могут представлять собой отличные друг от друга количества. Помимо определения количества впрыскиваемой воды, контроллер может определить место впрыска воды (например, непосредственный, центральный или впрыск во впускной канал). Впрыск первого, второго и третьего количеств воды можно осуществлять в отличные друг от друга места в двигателе. На шаге 308 можно определить, превышают ли текущий уровень воды и прогнозный уровень воды в предвидимом цикле езды первый порог. Если ответ будет "да", на шаге 310, в связи с тем, что уровень воды в водяном баке, соединенном с водяной форсункой, выше первого порога, способ предусматривает впрыск первого количества воды в

ответ на детонацию, второго количества воды в ответ на температуру отработавших газов и третьего количества воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе. То есть воду на шаге 310 используют без ограничений, если текущий и прогнозный уровни воды выше первого порога.

5 Если уровень воды не выше первого порога, на шаге 312 можно определить, находятся ли текущий уровень воды и прогнозный уровень воды в предвидимом цикле езды ниже второго порога, при этом второй порог ниже первого. Если ответ будет "нет", в связи с тем, что текущий и прогнозный уровни воды выше второго порога и ниже первого, на шаге 314 способ предусматривает впрыск первого количества воды
10 в ответ на детонацию и второго количества воды в ответ на температуру отработавших газов, но не третьего количества воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе. Это позволяет умеренно использовать воду.

Если текущий и прогнозный уровни воды ниже второго порога, на шаге 316 можно определить, находится ли текущий уровень воды в предвидимом цикле езды ниже
15 третьего порога, который ниже первого и второго порогов. Если ответ будет "нет", на шаге 318, в связи с тем, что текущий уровень воды выше третьего порога, но ниже первого и второго порогов, способ предусматривает впрыск только первого количества воды в ответ на детонацию, но не второго количества воды в ответ на температуру отработавших газов и не третьего количества воды в ответ на потребность в разбавлении
20 в двигателе. Это обеспечивает возможность бережного потребления воды, когда текущий и прогнозный уровни воды ниже второго порога.

Если текущий уровень воды (без учета прогнозного уровня воды) ниже третьего порога, на шаге 320 впрыск воды можно временно запретить до тех пор, пока в наличии не будет большего количества воды, например, после дозаправки водяного бака
25 вручную. В качестве необязательного шага, водитель транспортного средства может быть уведомлен о необходимости дозаправки воды. Кроме того, можно активно увеличить выработку воды на борту транспортного средства. Это обеспечивает возможность отключения впрыска воды в связи с очень низкими текущими уровнями воды, а не в связи с низкими прогнозными уровнями воды (например, без учета
30 прогнозных уровней воды).

Следует понимать, что, несмотря на то, что вышеуказанный способ предусматривает сравнение текущего и прогнозного уровней воды с первым и вторым порогами, и сравнение только текущего уровня воды с третьим порогом, это не носит ограничивающего характера. В других вариантах реализации возможна другая
35 комбинация текущего и прогнозного уровней воды с другим логическим множеством. Например, в других вариантах реализации только текущий уровень воды или только прогнозный уровень воды можно сравнивать с различными порогами. Кроме того, можно сравнивать другую комбинацию текущего и прогнозного уровней воды с первым, вторым и третьим порогами.

40 Следует понимать, что указанные пороги могут представлять собой динамические пороги с возможностью изменения их значения в зависимости от тенденций изменения текущего уровня воды и прогнозного уровня воды. Например, второй и третий пороги можно корректировать относительно первого порога с одновременным сохранением первого порога. Например, при падении прогнозного уровня воды относительно
45 текущего можно ожидать дефицита воды. Чтобы сохранить воду в первую очередь для контроля детонации, с одновременным сохранением (или снижением) первого порога, второй и/или третий пороги можно повысить. Темп повышения второго и/или третьего порогов может зависеть от темпа изменения уровня воды с текущего до прогнозного

уровня. Например, если ожидают падения прогнозного уровня воды относительно текущего в более быстром темпе (более быстром темпе истощения), темп повышения второго и третьего порогов может соответственно возрасти. Кроме того, в зависимости от ожидаемого изменения температуры отработавших газов, можно прогнозировать соотношение количеств для регулирования температуры и регулирования разбавления и изменять темп повышения второго порога относительно третьего порога. Например, третий порог можно повышать в более быстром темпе, чем второй порог, тем самым присваивая регулированию разбавления самый низкий приоритет.

В качестве другого примера, если прогнозный уровень воды возрастает относительно текущего уровня воды, можно ожидать избыток воды. Для увеличения потребления воды с одновременным сохранением (или снижением) первого порога, второй и/или третий пороги можно понизить. Темп снижения второго и/или третьего порога может зависеть от темпа изменения уровня воды с текущего до прогнозного уровня. Например, если ожидают роста прогнозного уровня воды относительно текущего в более быстром темпе (более быстром темпе восстановления), темп снижения второго и третьего порогов можно соответственно увеличить. Кроме того, в зависимости от ожидаемого изменения температуры отработавших газов, можно прогнозировать соотношение количеств для регулирования температуры и регулирования разбавления и изменять темп снижения второго порога относительно третьего порога. Например, второй порог можно снижать в более быстром темпе, чем третий порог, для присвоения регулированию температуры более высокого приоритета в более ранний момент.

Пример максимизации потребления воды в зависимости от текущего и прогнозного уровней воды раскрыт на ФИГ. 4. Диаграмма 400 иллюстрирует изменение температуры отработавших газов (Texh) на графике 402, нагрузки двигателя на графике 404, потока РОГ (сплошная линия) на графике 406 относительно потребности в разбавлении в двигателе (штриховая линия) на графике 407, текущего уровня воды в водяном баке (сплошная линия) на графике 408 относительно прогнозного будущего уровня воды в баке (штриховая линия) на графике 409, выходного сигнала датчика детонации на графике 410, момента зажигания относительно ОМЗ на графике 412, воздушно-топливного отношения при сгорании (ВТО) относительно стехиометрического на графике 414, и впрыска воды (разрешен или запрещен) на графике 416. Все графики построены по времени, значения которого нанесены по оси х.

До t1 двигатель работает с низкими нагрузками и относительно низкими температурами отработавших газов. Относительно низкую потребность в разбавлении удовлетворяют за счет регулирования расхода РОГ. Двигатель работает без ограничений по детонации. Поэтому, с учетом параметров работы, двигатель работает без запаздывания зажигания и с ВТО на стехиометрическом уровне или вблизи него. Так как в это время избавление от детонации и снижение температуры отработавших газов не нужны, впрыск воды запрещен. Кроме того, относительно низкую потребность в разбавлении удовлетворяют за счет потока РОГ. В это время и текущий, и прогнозный уровни воды достаточно высоки для подачи воды, даже если бы впрыск воды был разрешен.

В момент t1 нагрузка двигателя возрастает до области средней нагрузки, например, в связи с возрастанием водительского запроса (например, в связи с событием нажатия водителем педали акселератора). В связи с возрастанием нагрузки двигателя, двигатель приобретает склонность к детонации, на что указывает начало смещения выходного сигнала датчика детонации в сторону порога детонации (K_{nk}_Thr). Кроме того, начинает расти температура отработавших газов. Также возрастает потребность в разбавлении

в двигателе. В это время, поскольку и текущий, и прогнозный уровни воды достаточно высоки, разрешают впрыск воды. Количества впрыскиваемой воды регулируют таким образом, чтобы в первую очередь обеспечить избавление от детонации, затем - регулирование разбавления, а затем - регулирование температуры отработавших газов.

5 Если бы впрыск воды не осуществляли, частота детонации в двигателе возросла бы, а выходной сигнал датчика детонации превысил бы K_{nk_Thr} , на что указывает заштрихованный участок 411. Аналогичным образом, если бы впрыск воды не осуществляли, температура отработавших газов возросла бы до уровней перегрева, на что указывает штриховая линия 403. Удовлетворение потребности в разбавлении
10 за счет впрыска воды позволяет поддерживать расход РОГ на относительно низком уровне и, тем самым, улучшить устойчивость горения. Обеспечение избавления от детонации за счет впрыска воды позволяет сохранить момент зажигания на уровне ОМЗ между t_1 и t_2 . Аналогичным образом, снижение температуры за счет впрыска воды позволяет поддерживать ВТО на стехиометрическом уровне между t_1 и t_2 . В связи
15 с впрыском воды для управления двигателем, текущий уровень воды начинает падать между t_1 и t_2 . При этом прогнозный уровень воды остается высоким в ожидании событий дозаправки воды и/или достаточной выработки воды на борту транспортного средства в текущем цикле езды.

Между t_2 и t_3 нагрузка двигателя вновь падает с соответствующим снижением
20 склонности к детонации и температуры отработавших газов. Следовательно, впрыск воды для избавления от детонации и снижения температуры запрещают. Также имеет место уменьшение потребности в разбавлении. В связи с падением текущего уровня воды между t_1 и t_2 , более низкую потребность в разбавлении удовлетворяют за счет регулирования потока РОГ (а не за счет впрыска воды), что обеспечивает возможность
25 более быстрого роста текущего уровня воды по мере продолжения выработки воды на борту транспортного средства.

Незадолго до t_3 прогнозный уровень воды начинает падать, что указывает на то, что в будущем запас воды может быть ограниченным. В одном примере падение
30 прогнозного уровня воды может быть обусловлено движением транспортного средства в регион с более низкой влажностью окружающей среды и более высокой температурой окружающей среды, где выработка воды на борту транспортного средства может быть недостаточной. В еще одном примере падение прогнозного уровня воды может быть обусловлено ограниченным количеством станций дозаправки воды с чистой водой на маршруте движения.

35 В момент t_3 нагрузка двигателя возрастает до области высокой нагрузки, например, в связи с возрастанием водительского запроса. В связи с возросшей нагрузкой двигателя, двигатель приобретает склонность к детонации, на что указывает начало перемещения выходного сигнала датчика детонации в сторону порога детонации (K_{nk_Thr}). Также начинает расти температура отработавших газов. Потребность в разбавлении в
40 двигателе остается на относительно низком уровне. Так как текущий уровень воды достаточно высокий, но прогнозный уровень воды низкий, контроллер ограничивает потребление воды в текущий момент для обеспечения максимальных выигрышей от впрыска воды. В частности, между t_3 и t_4 впрыск воды разрешен только для избавления от детонации. Если бы впрыск воды не осуществляли, возросла бы частота детонации
45 в двигателе, а выходной сигнал датчика детонации превысил бы K_{nk_Thr} , на что указывает заштрихованный участок 411. Из-за ограниченного будущего запаса воды, снижение температуры отработавших газов обеспечивают за счет эксплуатации двигателя на обогащенной смеси, на что указывает отклонение ВТО в сторону

обогащения. Степень отклонения в сторону обогащения регулируют в зависимости от необходимого снижения температуры (на что указывает разность между сплошной линией 402 и штриховой линией 403). Кроме того, потребность в разбавлении удовлетворяют только за счет регулирования потока РОГ.

5 В это время, так как и текущий, и прогнозный уровни воды достаточно высоки, впрыск воды разрешен. Количества впрыскиваемой воды корректируют таким образом, чтобы обеспечить в первую очередь избавление от детонации, затем - регулирование разбавления, а затем - регулирование температуры отработавших газов. Если бы впрыск воды не осуществляли, возросла бы частота детонации в двигателе, а выходной сигнал датчика детонации превысил бы K_{nk_Thr} , на что указывает заштрихованный участок 10 411. Аналогичным образом, если бы впрыск воды не осуществляли, температура отработавших газов возросла бы до уровней перегрева, на что указывает штриховая линия 403. Удовлетворение потребности в разбавлении за счет впрыска воды позволяет поддерживать расход РОГ на относительно низком уровне и, тем самым, улучшить 15 устойчивость горения. Обеспечение избавления от детонации за счет впрыска воды позволяет сохранить момент зажигания на уровне ОМЗ между t_1 и t_2 . Аналогичным образом, снижение температуры за счет впрыска воды позволяет поддерживать ВТО на стехиометрическом уровне между t_1 и t_2 . В связи с впрыском воды для управления двигателем, текущий уровень воды начинает падать между t_1 и t_2 . При этом прогнозный 20 уровень воды остается высоким в ожидании событий дозаправки воды и/или достаточной выработки воды на борту транспортного средства в текущем цикле езды. В связи с впрыском воды для контроля детонации в двигателе, между t_3 и t_4 текущий уровень воды начинает падать.

В момент t_4 и текущий, и прогнозный уровни воды низкие. В результате, на борту 25 транспортного средства может быть недостаточно воды для управления двигателем. Между t_4 и t_5 вновь возрастает нагрузка двигателя. Так как текущий и прогнозный запасы воды ограничены, в это время впрыск воды временно запрещен. Избавление от детонации обеспечивают путем изменения момента зажигания в сторону запаздывания относительно ОМЗ. Снижение температуры обеспечивают за счет эксплуатации 30 двигателя с ВТО богаче стехиометрического. Потребность в разбавлении в двигателе обеспечивают за счет регулирования потока РОГ. В это же время возрастает выработка воды на борту транспортного средства, например, благодаря возросшей рекуперации тепла отработавших газов/конденсата. В результате роста выработки воды на борту транспортного средства начинает расти текущий уровень воды. Также начинает расти 35 прогнозный уровень воды в связи с изменением прогнозных метеоусловий по маршруту движения.

Соответственно, после t_5 , в связи с наличием воды, вновь разрешают впрыск воды для избавления от детонации, снижения температуры и регулирования разбавления.

Так можно максимизировать потребление воды для контроля детонации, 40 регулирования разбавления и регулирования температуры отработавших газов. Технический эффект, обеспечиваемый возможностью выбора того, впрыскивать ли соответствующие количества воды для контроля детонации, регулирования разбавления или регулирования температуры отработавших газов в зависимости от результата сравнения текущего уровня воды и/или прогнозного будущего запаса воды на борту 45 транспортного средства, состоит в возможности распределения приоритетов потребления воды. Это позволяет ограничивать потребление воды в состояниях, когда выигрыши в КПД от потребления воды являются более высокими, в условиях, когда запас воды ограничен. Кроме того, можно ограничить потребление воды для состояний,

в которых ожидают более высоких темпов потреблений воды (например, во время регулирования температуры отработавших газов). В целом, можно продлить применение впрыска воды в двигателе, даже когда запас воды ограничен и/или качество воды низкое. Кроме того, применение воды для управления двигателем уменьшает

5 потребность в обогащении топливовоздушной смеси и запаздывании зажигания и, тем самым, обеспечивает преимущества в части экономии топлива и улучшения показателей по выбросам отработавших газов и эксплуатационных показателей двигателя.

Один пример способа для двигателя транспортного средства содержит шаги, на которых: сравнивают текущий уровень воды в водяном баке и/или прогнозный уровень

10 воды во время цикла езды транспортного средства с множеством пороговых уровней воды; и, по результатам сравнения, осуществляют впрыск воды из бака в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов. В предыдущем примере, дополнительно или необязательно, впрыск включает в себя: определение соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску

15 в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов; выбор из числа соответствующих количеств в зависимости от результата сравнения; и впрыск выбранного количества. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, множество пороговых уровней воды включает в себя первый порог, второй порог и третий порог, при этом второй порог ниже первого

20 порога, при этом третий порог ниже второго порога. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, впрыск также регулируют в зависимости от результата оценки качества воды в баке, при этом результат оценки качества зависит от проводимости, и/или содержания частиц, и/или содержания растворенных минеральных веществ, и/или водородного показателя (pH) воды, при

25 этом впрыск запрещают в первом состоянии, когда результат оценки качества ниже порогового качества, при этом диапазон работы двигателя для впрыска расширяют во втором состоянии, когда результат оценки качества ниже порогового качества. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, способ дополнительно содержит шаг, на котором регулируют степень открытия клапана

30 РОГ в зависимости от результата выбора, при этом регулирование включает в себя открытие клапана РОГ в меньшей степени, если выбрано третье количество воды, подлежащее впрыску для удовлетворения потребности в разбавлении, и открытие клапана РОГ в большей степени, если третье количество воды, подлежащее впрыску для удовлетворения потребности в разбавлении, не выбрано. Во всех предыдущих

35 примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, впрыск воды в двигатель включает в себя: впрыск воды во впускной канал цилиндра двигателя выше по потоку от впускного клапана посредством водяной форсунки впрыска во впускной канал, и/или непосредственный впрыск воды в цилиндр двигателя посредством водяной форсунки непосредственного впрыска, и/или центральный впрыск воды во впускной

40 коллектор двигателя, выше или ниже по потоку от впускного дросселя, посредством водяной форсунки центрального впрыска. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, способ дополнительно содержит шаг, на котором прогнозируют темп выработки воды на борту транспортного средства в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, потребности в

45 охлаждении салона и использования РОГ во время цикла езды; прогнозируют темп потребления воды на борту транспортного средства в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя; и прогнозируют уровень воды в водяном баке во время цикла езды в зависимости от

соотношения прогнозного темпа выработки воды и прогнозного темпа потребления воды. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, двигатель соединен с транспортным средством, причем дозаправка воды в баке на борту транспортного средства происходит посредством системы сбора, при этом система сбора осуществляет сбор конденсата из охладителя РОГ, и/или охладителя наддувочного воздуха, и/или конденсатора КВ, и/или с наружной поверхности транспортного средства. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, впрыск включает в себя, если прогнозный уровень воды выше текущего уровня воды, впрыск воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов; если прогнозный уровень воды падает ниже текущего уровня воды на первую величину, продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, ограничение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и прекращение впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов; если прогнозный уровень воды падает ниже текущего уровня воды на вторую величину, которое больше, чем первое количество, продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации и прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и для регулирования температуры отработавших газов; и, если текущий уровень воды падает ниже прогнозного уровня воды на третью величину, большую второй величины, независимо от прогнозного уровня воды, прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, способ дополнительно содержит шаги, на которых: в связи с ограничением или прекращением впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении, увеличивают рециркуляцию отработавших газов из выпускной системы двигателя во впускную систему двигателя, в связи с прекращением впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов, эксплуатируют двигатель на смеси богаче стехиометрической, и, в связи с прекращением впрыска воды для контроля детонации, эксплуатируют двигатель с запаздыванием зажигания.

В еще одном варианте вышеуказанного примера способа впрыск включает в себя: если текущий и прогнозный уровни воды превышают первый порог, впрыск воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов; если текущий и прогнозный уровни воды падают ниже первого порога, но превышают второй порог, продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, ограничение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и прекращение впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов; если текущий и прогнозный уровни воды падают ниже второго порога, но превышают третий порог, продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации и прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и для регулирования температуры отработавших газов; и, если текущий уровень воды падает ниже третьего порога, независимо от прогнозного уровня воды, прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов. В еще одном варианте, дополнительно или необязательно, текущий уровень воды в водяном баке определяют с помощью датчика уровня жидкости.

Еще один пример способа для двигателя транспортного средства содержит шаги,

на которых: определяют первое, второе и третье количества воды, подлежащие впрыску в двигатель в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов соответственно; если уровень воды в водяном баке, соединенном с водяной форсункой, выше первого порога, впрыскивают первое количество воды в ответ на детонацию, затем второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов, а затем третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе; если уровень воды выше второго порога, но ниже первого порога, впрыскивают первое количество воды в ответ на детонацию, затем второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов, и не впрыскивают третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе; если уровень воды выше третьего порога, но ниже второго порога, впрыскивают только первое количество воды в ответ на детонацию, но не второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов и не третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе; и, если уровень воды ниже первого, второго и третьего порогов, временно запрещают впрыск воды. В предыдущем примере, дополнительно или необязательно, первое, второе и третье количества воды впрыскивают в отличные друг от друга места в двигателе, причем уровень воды представляет собой текущий уровень воды, причем первый, второй и третий пороги зависят от прогнозного уровня воды в водяном баке. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, текущий уровень воды оценивают в зависимости от соотношения текущего темпа потребления воды и текущего темпа выработки воды на борту транспортного средства, причем прогнозный уровень воды оценивают в зависимости от прогнозного темпа потребления воды относительно прогнозного темпа выработки воды на борту транспортного средства и прогнозного события дозаправки воды. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, текущий темп потребления воды определяют как первую величину, зависящую от температуры окружающей среды, влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя, причем прогнозный темп потребления воды определяют как вторую, другую, величину, зависящую от температуры окружающей среды, влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, выработку воды на борту транспортного средства осуществляют посредством системы сбора, собирающей конденсат из охладителя РОГ, и/или охладителя наддувочного воздуха, и/или конденсатора КВ, и/или с наружной поверхности транспортного средства, причем дозаправку воды в бак также осуществляют вручную из источника воды за пределами транспортного средства. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, первый, второй и третий пороги также корректируют в зависимости от результата оценки качества воды в водяном баке, при этом первый, второй и третий пороги снижают, если результат оценки качества падает ниже порогового качества. Во всех предыдущих примерах или в любом из них, дополнительно или необязательно, способ дополнительно содержит шаг, на котором устанавливают клапан РОГ в первое, менее открытое, положение в связи с осуществлением впрыска третьего количества воды; и устанавливают клапан РОГ во второе, более открытое, положение, если впрыск третьего количества воды не осуществляют.

Другой пример системы транспортного средства содержит: двигатель, содержащий впускной коллектор и выпускной коллектор; каталитический нейтрализатор отработавших газов, соединенный с выпускным коллектором; магистраль РОГ,

содержащую клапан РОГ, для рециркуляции отработавших газов из выпускного коллектора во впускной коллектор; систему впрыска воды, содержащую водяной бак, водяную форсунку и систему сбора воды; датчик уровня воды, соединенный с водяным баком; датчик детонации, соединенный с двигателем; и контроллер. Контроллер выполнен с машиночитаемыми инструкциями, сохраненными в долговременной памяти, для сравнения текущего уровня воды в баке с прогнозным уровнем воды после периода работы транспортного средства; определения соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в двигатель в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов; выбора количества воды для впрыска из соответствующих количеств в зависимости от результата сравнения; подачи выбранного количества воды посредством водяной форсунки; и регулирования открытия клапана РОГ в зависимости от соотношения потребности в разбавлении и выбранного количества воды.

В еще одном варианте вышеуказанной системы транспортного средства контроллер может содержать дополнительные инструкции для: продолжения впрыска воды в ответ на детонацию, затем в ответ на температуру каталитического нейтрализатора, а затем в ответ на потребность в разбавлении в двигателе, если прогнозный уровень воды выше текущего; впрыска воды в ответ на детонацию, затем в ответ на температуру каталитического нейтрализатора, и не в ответ на потребность в разбавлении в двигателе, если прогнозный уровень воды ниже текущего уровня воды на меньшую величину; и впрыска воды в ответ на детонацию, и не в ответ на потребность в разбавлении в двигателе и не в ответ на температуру каталитического нейтрализатора, если прогнозный уровень воды ниже текущего уровня воды на большую величину. В другом варианте вышеуказанной системы транспортного средства контроллер может содержать дополнительные инструкции для временного запрещения впрыска воды, если текущий уровень воды ниже порога, независимо от прогнозного уровня воды. В еще одном варианте вышеуказанной системы транспортного средства контроллер может содержать дополнительные инструкции для: увеличения открытия клапана РОГ в зависимости от потребности в разбавлении, если прогнозный уровень воды ниже текущего уровня воды на меньшую величину; и увеличения открытия клапана РОГ в зависимости от потребности в разбавлении и эксплуатации двигателя с воздушно-топливным отношением богаче стехиометрического, если прогнозный уровень воды ниже текущего уровня воды на большую величину, при этом степень обогащения зависит от температуры каталитического нейтрализатора. В еще одном варианте вышеуказанной системы транспортного средства, система может дополнительно содержать датчик качества воды, например, датчик проводимости, соединенный с водяным баком, для оценки качества воды в баке, при этом контроллер может содержать дополнительные инструкции для: изменения сферы применения воды в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру каталитического нейтрализатора, если результат оценки качества воды ниже порога.

Следует отметить, что включенные в настоящую заявку примеры алгоритмов управления и оценки могут использоваться с разнообразными конфигурациями систем двигателей и/или транспортных средств. Раскрытые в настоящем описании способы и алгоритмы управления можно хранить в виде исполняемых инструкций в долговременной памяти и могут реализовываться системой управления, содержащей контроллер, во взаимодействии с различными датчиками, исполнительными механизмами и другими техническими средствами системы двигателя. Раскрытые в настоящей заявке конкретные алгоритмы могут представлять собой одну или любое

количество стратегий обработки, таких как управляемые событиями, управляемые прерываниями, многозадачные, многопоточные и т.д. Таким образом, проиллюстрированные разнообразные действия, операции и/или функции могут выполняться в указанной последовательности, параллельно, а в некоторых случаях - могут опускаться. Точно так же указанный порядок обработки не обязательно требуется для достижения отличительных особенностей и преимуществ описываемых здесь вариантов осуществления изобретения, но служит для удобства иллюстрирования и описания. Одно или несколько из иллюстрируемых действий, операций и/или функций могут выполняться повторно в зависимости от конкретной применяемой стратегии.

Кроме того, раскрытые действия, операции и/или функции могут графически изображать код, программируемый в долговременной памяти машиночитаемого носителя данных в системе управления двигателем, при этом раскрытые действия реализуют путем выполнения инструкций, содержащихся в системе, содержащей вышеупомянутые технические средства в составе двигателя, взаимодействующие с электронным контроллером.

Следует понимать, что раскрытые в настоящем описании конфигурации и программы по своей сути являются лишь примерами, и что конкретные варианты осуществления не должны рассматриваться в ограничительном смысле, ибо возможны разнообразные их модификации. Например, вышеизложенная технология может быть применена к двигателям со схемами расположения цилиндров V-6, I-4, I-6, V-12, в схеме с 4-мя оппозитными цилиндрами и в двигателях других типов. Предмет настоящего изобретения включает в себя все новые и неочевидные комбинации и подкомбинации различных систем и схем, а также других отличительных признаков, функций и/или свойств, раскрытых в настоящем описании.

В нижеследующей формуле изобретения, в частности, указаны определенные комбинации и подкомбинации компонентов, которые считаются новыми и неочевидными. В таких пунктах формулы ссылка может быть сделана на «один» элемент или «первый» элемент или на эквивалентный термин. Следует понимать, что такие пункты могут включать в себя один или более указанных элементов, не требуя и не исключая двух или более таких элементов. Иные комбинации и подкомбинации раскрытых отличительных признаков, функций, элементов или свойств могут быть включены в формулу путем изменения имеющихся пунктов или путем представления новых пунктов формулы в настоящей или родственной заявке. Такие пункты формулы изобретения, независимо от того, являются они более широкими, более узкими, эквивалентными или отличающимися в отношении объема идеи первоначальной формулы изобретения, также считаются включенными в предмет настоящего изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Способ для двигателя транспортного средства, содержащий шаги, на которых: сравнивают текущий уровень воды в водяном баке и прогнозный уровень воды в баке во время цикла езды транспортного средства с множеством пороговых уровней воды; и

по результатам сравнения осуществляют впрыск воды из бака в двигатель в ответ на детонацию в двигателе, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что впрыск включает в себя:

определение соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в ответ на

детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов;
 выбор из числа соответствующих количеств в зависимости от результата сравнения;
 и

впрыск выбранного количества.

5 3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что множество пороговых уровней воды включает в себя первый порог, второй порог и третий порог, при этом второй порог ниже первого порога, при этом третий порог ниже второго порога.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что первый, второй и третий пороги корректируют в зависимости от соотношения текущего уровня воды и прогнозного
 10 уровня воды.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что коррекция включает в себя повышение второго и третьего порогов относительно первого порога при падении прогнозного уровня воды относительно текущего уровня воды, при этом темп повышения определяют в зависимости от темпа падения прогнозного уровня воды относительно
 15 текущего уровня воды, при этом темп повышения увеличивают по мере роста темпа падения прогнозного уровня воды относительно текущего уровня воды.

6. Способ по п. 2, отличающийся тем, что впрыск также регулируют в зависимости от результата оценки качества воды в баке, при этом впрыск запрещают в первом состоянии, когда результат оценки качества ниже порогового качества, при этом
 20 диапазон работы двигателя для впрыска расширяют во втором состоянии, когда результат оценки качества ниже порогового качества.

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что дополнительно регулируют степень открытия клапана рециркуляции отработавших газов (РОГ) в зависимости от результата выбора, при этом регулирование включает в себя открытие клапана РОГ в меньшей
 25 степени, если выбрано третье количество воды, подлежащее впрыску для потребности в разбавлении, и открытие клапана РОГ в большей степени, если третье количество воды, подлежащее впрыску для потребности в разбавлении, не выбрано.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что впрыск воды в двигатель включает в себя:
 30 впрыск воды во впускной канал цилиндра двигателя выше по потоку от впускного клапана посредством водяной форсунки впрыска во впускной канал, и/или непосредственный впрыск воды в цилиндр двигателя посредством водяной форсунки непосредственного впрыска, и/или центральный впрыск воды во впускной коллектор двигателя, выше или ниже по потоку от впускного дросселя, посредством водяной форсунки центрального впрыска.

9. Способ по п. 1, дополнительно содержащий шаги, на которых:
 прогнозируют темп выработки воды на борту транспортного средства в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, потребности в охлаждении салона и использования РОГ во время цикла езды;

прогнозируют темп потребления воды на борту транспортного средства в
 40 зависимости от температуры и влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя; и

прогнозируют уровень воды в водяном баке во время цикла езды в зависимости от соотношения прогнозного темпа выработки воды и прогнозного темпа потребления воды.

10. Способ по п. 1, отличающийся тем, что двигатель соединен с транспортным средством, причем дозаправку воды в баке на борту транспортного средства осуществляют посредством системы сбора, при этом система сбора осуществляет сбор конденсата из охладителя РОГ, и/или охладителя наддувочного воздуха, и/или

конденсатора кондиционирования воздуха (КВ), и/или с наружной поверхности транспортного средства.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что впрыск включает в себя:

впрыск воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов, если прогнозный уровень воды выше текущего уровня воды;

продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, ограничение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и прекращение впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов, если прогнозный уровень воды падает ниже текущего уровня воды на первую величину;

продолжение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации и прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении и для регулирования температуры отработавших газов, если прогнозный уровень воды падает ниже текущего уровня воды на вторую величину, которая больше, чем первое количество; и

прекращение впрыска воды для удовлетворения потребности в контроле детонации, потребности в разбавлении и регулирования температуры отработавших газов, если текущий уровень воды падает ниже прогнозного уровня воды на третью величину, большую второй величины.

12. Способ по п. 11, дополнительно содержащий шаги, на которых: в связи с ограничением или прекращением впрыска воды для удовлетворения потребности в разбавлении увеличивают рециркуляцию отработавших газов из выпускной системы двигателя во впускную систему двигателя, в связи с прекращением впрыска воды для регулирования температуры отработавших газов эксплуатируют двигатель на смеси богаче стехиометрической и в связи с прекращением впрыска воды для контроля детонации эксплуатируют двигатель с запаздыванием зажигания.

13. Способ для двигателя транспортного средства, содержащий шаги, на которых: определяют первое, второе и третье количества воды, подлежащие впрыску в двигатель в ответ на соответственно детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов;

если уровень воды в водяном баке, соединенном с водяной форсункой, выше первого порога, впрыскивают первое количество воды в ответ на детонацию, затем второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов, а затем третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе;

если уровень воды выше второго порога, но ниже первого порога, впрыскивают первое количество воды в ответ на детонацию, затем второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов и не впрыскивают третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе;

если уровень воды выше третьего порога, но ниже второго порога, впрыскивают только первое количество воды в ответ на детонацию, но не второе количество воды в ответ на температуру отработавших газов и не третье количество воды в ответ на потребность в разбавлении в двигателе; и

если уровень воды ниже первого, второго и третьего порогов, временно отключают впрыск воды.

14. Способ по п. 13, отличающийся тем, что первое, второе и третье количества воды впрыскивают в отличные друг от друга места в двигателе, причем уровень воды представляет собой текущий уровень воды, причем первый, второй и третий пороги зависят от прогнозного уровня воды в водяном баке.

15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что текущий уровень воды оценивают в зависимости от соотношения текущего темпа потребления воды и текущего темпа выработки воды на борту транспортного средства, причем прогнозный уровень воды оценивают в зависимости от прогнозного темпа потребления воды относительно

5 прогнозного темпа выработки воды на борту транспортного средства и прогнозного события дозаправки воды.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что текущий темп потребления воды определяют как первую величину, зависящую от температуры окружающей среды, влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя,

10 причем прогнозный темп потребления воды определяют как вторую, другую, величину, зависящую от температуры окружающей среды, влажности окружающей среды, маршрута движения и статистики вождения водителя.

17. Способ по п. 16, отличающийся тем, что выработку воды на борту транспортного средства осуществляют посредством системы сбора, собирающей конденсат из

15 охладителя РОГ, и/или охладителя наддувочного воздуха, и/или конденсатора КВ, и/или с наружной поверхности транспортного средства, причем дозаправку воды в бак также осуществляют вручную из источника воды за пределами транспортного средства.

18. Способ по п. 15, отличающийся тем, что первый, второй и третий пороги также корректируют в зависимости от результата оценки качества воды в водяном баке, при

20 этом первый, второй и третий пороги снижают, если результат оценки качества падает ниже порогового качества.

19. Способ по п. 13, дополнительно содержащий шаги, на которых:

устанавливают клапан РОГ в первое, менее открытое, положение в связи с

осуществлением впрыска третьего количества воды; и

25 устанавливают клапан РОГ во второе, более открытое, положение, если впрыск третьего количества воды не осуществляют.

20. Система транспортного средства, содержащая:

двигатель, содержащий впускной коллектор и выпускной коллектор;

катализаторический нейтрализатор отработавших газов, соединенный с выпускным

30 коллектором;

магистраль рециркуляции отработавших газов (РОГ), содержащую клапан РОГ, для рециркуляции отработавших газов из выпускного коллектора во впускной коллектор;

систему впрыска воды, содержащую водяной бак, водяную форсунку и систему сбора

40 воды;

датчик уровня воды, соединенный с водяным баком;

датчик детонации, соединенный с двигателем; и

контроллер с машиночитаемыми инструкциями, сохраненными в долговременной памяти для:

сравнения текущего уровня воды в баке с прогнозным уровнем воды после периода

40 работы транспортного средства;

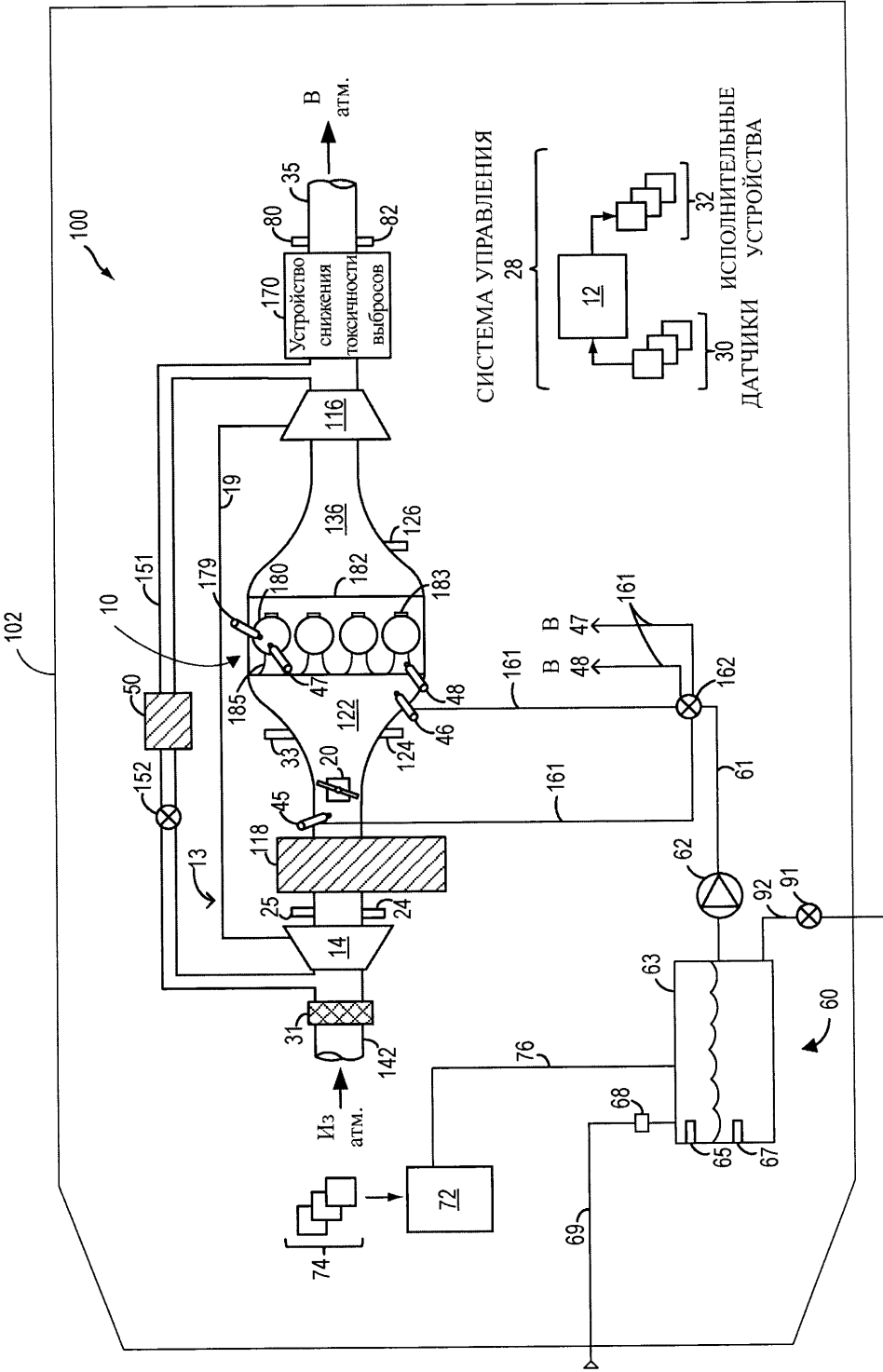
определения соответствующих количеств воды, подлежащих впрыску в двигатель в ответ на детонацию, потребность в разбавлении и температуру отработавших газов;

выбора количества воды для впрыска из соответствующих количеств в зависимости от результата сравнения;

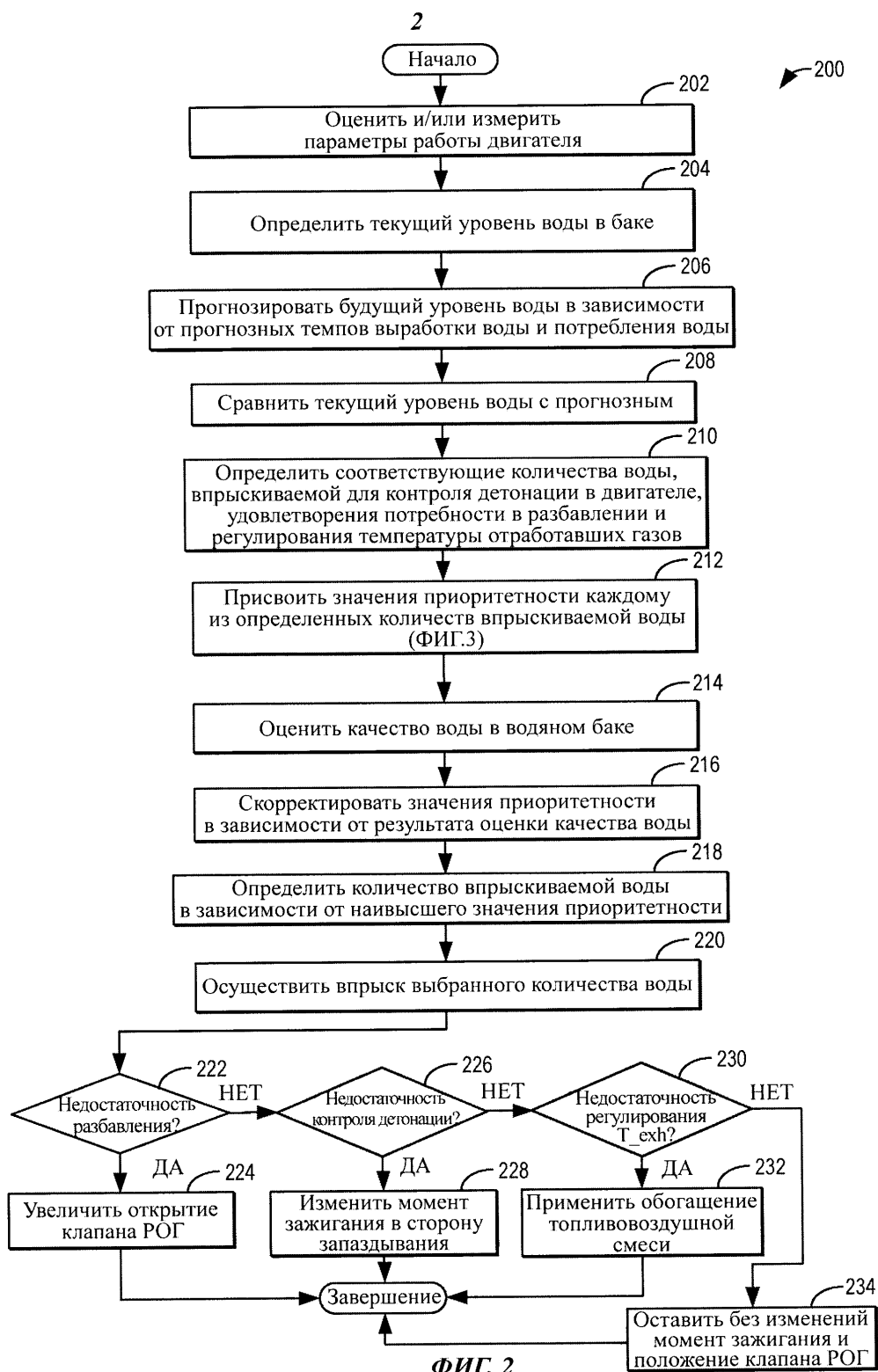
45 подачи выбранного количества воды посредством водяной форсунки; и

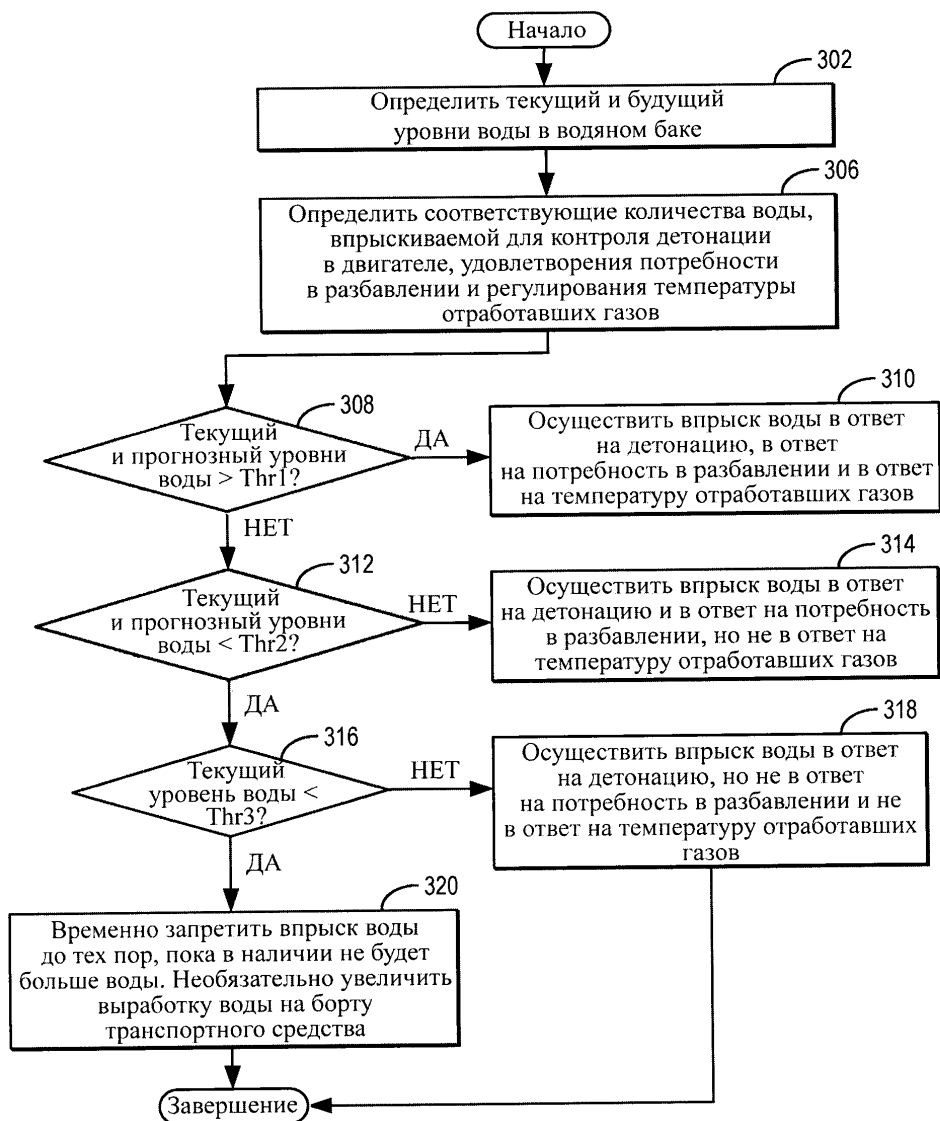
регулирования открытия клапана РОГ в зависимости от соотношения потребности в разбавлении и выбранного количества воды.

1



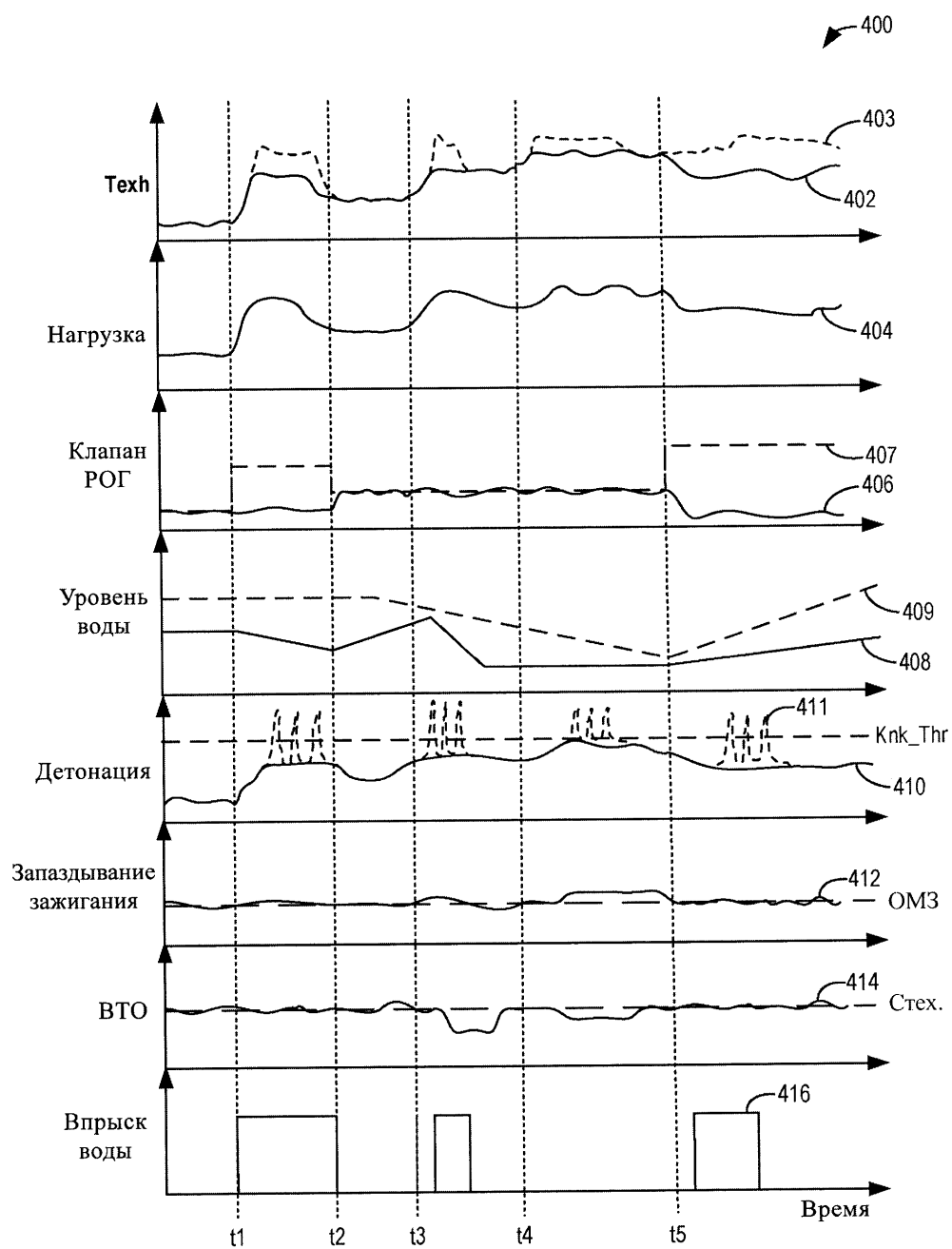
ФИГ. 1





ФИГ. 3

4



ФИГ. 4