



(51) МПК  
*F01N 9/00* (2006.01)  
*F02D 41/14* (2006.01)  
*F02D 41/30* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011130192/06, 20.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 20.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 20.07.2010 US 12/839,707

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2013 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 27.10.2015 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: JP 2001065391 A, 13.03.2001 . JP  
 2004044517 A, 12.02.2004 . US 5515280 A1,  
 07.05.1996 . US 5394856 A1, 07.03.1995 . RU  
 2256083 C2, 10.07.2005 . RU 2119077 C1,  
 20.09.1998

Адрес для переписки:

125047, Москва, ул. Лесная, 7, БЦ "Белые Сады",  
 АО "Дентонс Юроп"

(72) Автор(ы):

**КУРТЦ Эрик (US),  
 БРЕХОБ Дайана (US),  
 ВИГИЛД Кристиан Винж (DE),  
 ДРОНЗКОВСКИ Дэвид Джозеф (US),  
 ПИЛБИМ Джонатан Джеймс (GB),  
 АНДЕРСОН Джеймс Эрик (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК (US)**

**(54) КОМПЕНСАЦИЯ КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ**

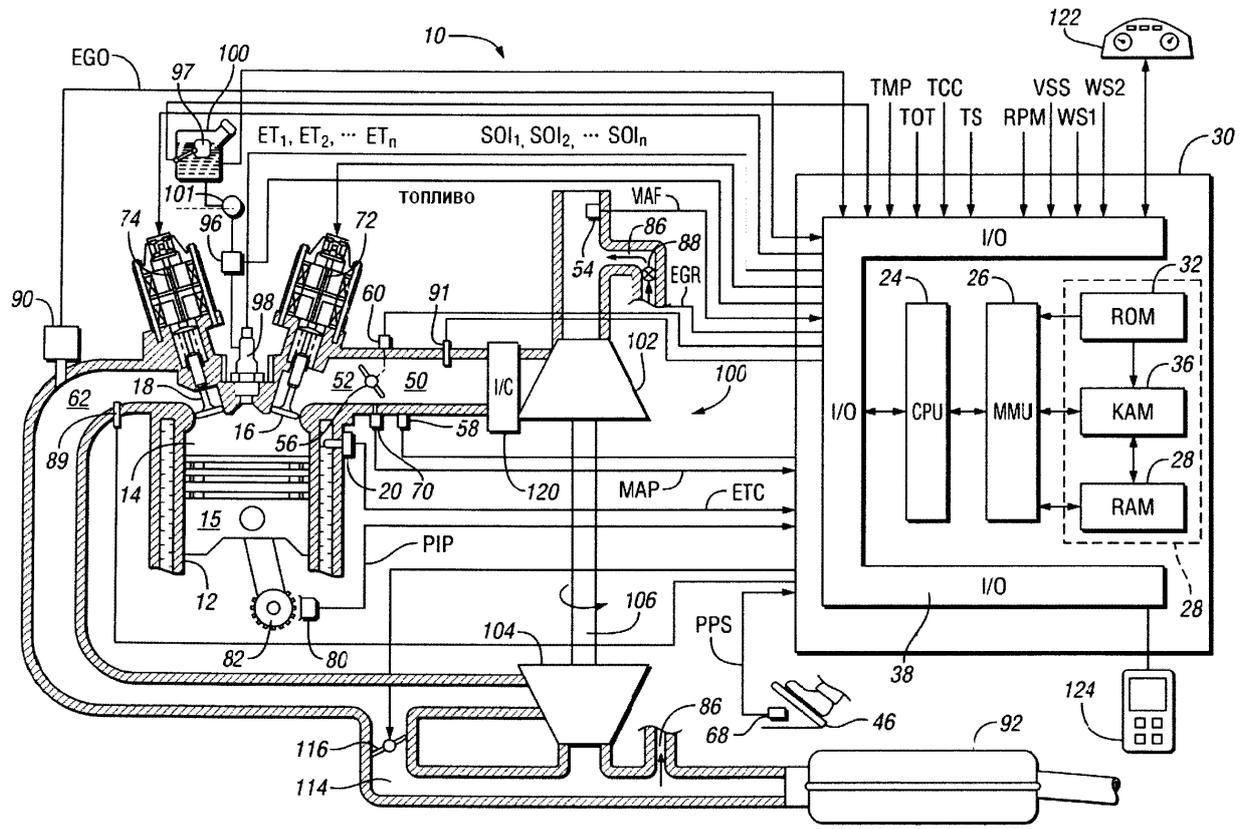
(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в системах управления топливоподачей двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Предложен способ и система управления ДВС в которых определяют фактор компенсации топлива (FCF), с помощью которого рассчитывают количество кислородсодержащего топлива, смешанного с дизельным топливом, подаваемым в двигатель. В одном из вариантов "FCF" основан на соотношении ожидаемой концентрации кислорода в выхлопных газах в сравнении с фактической

концентрацией кислорода в выхлопных газах. "FCF" используется для оценки количества кислородсодержащего топлива в топливной смеси. Данная оценка может быть использована для корректировки модели температуры выхлопа, применяемой, по меньшей мере, при определении температуры устройств доочистки, модели разжижения топлива, влияющей на рекомендации по замене масла, и модели заполнения сажевого фильтра дизеля, влияющей на регенерацию. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 10 ил.

RU 2 566 872 C2

RU 2 566 872 C2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F01N 9/00* (2006.01)  
*F02D 41/14* (2006.01)  
*F02D 41/30* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011130192/06, 20.07.2011

(24) Effective date for property rights:  
20.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:  
20.07.2010 US 12/839,707

(43) Application published: 27.01.2013 Bull. № 3

(45) Date of publication: 27.10.2015 Bull. № 30

Mail address:

125047, Moskva, ul. Lesnaja, 7, BTs "Belye Sady",  
AO "Dentons Jurop"

(72) Inventor(s):

**KURTTs Ehrik (US),  
BREKhOB Dajana (US),  
VIGILD Kristian Vinzh (DE),  
DRONZKOVSKI Dehvid Dzhozef (US),  
PILBIM Dzhonatan Dzhejms (GB),  
ANDERSON Dzhejms Ehrik (US)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **COMPENSATION FOR OXYGEN-BEARING FUELS IN DIESEL**

(57) Abstract:

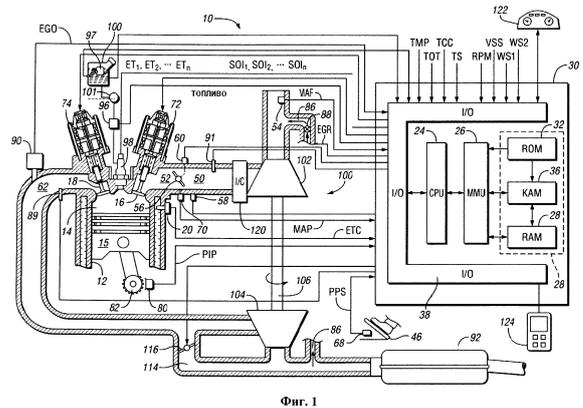
FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention can be used in internal combustion engine fuel feed systems. Invention discloses the ICE control procedure including the determination of fuel compensation factor (FCF) for calculation of the amount of oxygen-bearing fuel mixed with diesel oil fed into the engine. In compliance with one of the claimed versions, FCF proceeds from the ratio between expected oxygen concentration in exhaust gases and its actual concentration therein. FCF is used for evaluation of oxygen-bearing fuel amount in the fuel mix. Said evaluation can be used for correction of the exhaust temperature model in, at least, the determination of afterpurification device temperature, fuel liquefaction model influencing the oil replacement

recommendations and diesel particle filter filling model.

EFFECT: simplified design, higher efficiency.

10 cl, 10 dwg



RU 2 566 872 C2

RU 2 566 872 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к компенсации сгорания кислородосодержащего топлива в дизельном двигателе.

Уровень техники

5 Дизельные двигатели обычно тщательно калибруют с целью обеспечения предписанных норм выбросов, но это достигается без значительного ущерба для экономии топлива и эксплуатационных характеристик. В этой связи для одновременного достижения указанных целей регулируют такие параметры, как рециркуляция выхлопных газов (EGR), количество и момент впрыска топлива, давление наддува турбокомпрессора  
10 и другие параметры двигателя. Данная комбинация контролируемых параметров определена для стандартного дизельного топлива. Биодизельные и другие альтернативные виды топлива разрабатывают для того, чтобы заместить ископаемое топливо и использовать в качестве компонента дизельного топлива. Многие альтернативные виды топлива содержат кислород, т.е. представляют собой  
15 кислородосодержащее топливо. Некоторые виды биодизельного топлива являются оксигенатами, которые получают при реакции масел, таких как растительное масло или животный жир, со спиртом. Одним из классов биодизельного топлива являются сложные метиловые эфиры жирных кислот (FAME), например эфиры на основе канолы, промышленного рапса и сои. К другим примерам оксигенатов относятся спирты и  
20 простые эфиры. У оксигенатов энергоёмкость ниже, чем у дизельного топлива, почти целиком состоящего из водорода и углерода, только со следовыми количествами кислорода и других элементов. Когда оксигенат или обогащённая кислородом смесь заменяет дизельное топливо при тех же самых рабочих условиях, двигатель показывает меньшую мощность. Водитель транспортного средства может компенсировать потерю  
25 мощности, нажимая педаль акселератора, чтобы обеспечить более высокую мощность. Однако, помимо того, что водитель ощущает потерю мощности автомобиля, продолжительное выжимание педали акселератора для достижения нужного крутящего момента сказывается на выбросах и топливной экономичности. При отсутствии  
30 информации о том, что топливо является оксигенатом, система управления двигателя воспринимает интенсивное нажатие педали как сигнал о том, что запрашиваемый уровень крутящего момента выше, чем водитель хочет на самом деле. Рециркуляция выхлопных газов, наддув турбокомпрессора, количество и момент впрыска и прочие  
35 параметры двигателя устанавливаются системой управления при допущении, что водитель запрашивает более высокий уровень вращательного момента, а топливо является дизельным. Если энергоёмкость топлива ниже ожидаемой, параметры двигателя, заданные на основании более интенсивного нажатия на педаль, не подходят для кислородосодержащего топлива, что ведёт к увеличению выбросов, сокращению топливной экономичности, шумному сгоранию и/или другим нежелательным  
последствиям.

40 Более того, дизельный двигатель обычно откалиброван на ограничение общего количества топлива, которое может быть в него впрыснуто, чтобы оставаться в физических расчётных пределах двигателя, т.е. для поддержания пикового давления, температуры на входе турбины и/или скорости турбины в пределах расчётного компонента. Когда оксигенат или смесь дизельного топлива с оксигенатом подвергается  
45 такому ограничению, а импульсы впрыска топлива не скорректированы в расчёте на содержание кислорода в топливной смеси, пиковая мощность двигателя снижается к неудовольствию водителя.

Другая проблема, связанная с использованием оксигенатов, возникает из-за меньшего

диапазона летучести. Некоторые устройства доочистки выхлопных газов работают более эффективно в определенном температурном диапазоне. Некоторым устройствам доочистки выхлопных газов для преобразования собранных загрязнителей в неконтролируемые компоненты в периодическом процессе регенерации требуется негоревшее или частично сгоревшее топливо. В соответствии с некоторыми стратегиями регенерации предусмотрен постинжекционный импульс впрыска топлива для позднего сгорания с целью увеличения температуры выхлопных газов и/или обеспечения наличия углеводородов в потоке выхлопных газов. Поскольку постинжекционный импульс возникает в цикле позднее, когда поршень находится в нижнем положении, значительная доля топлива распыляется по стенкам цилиндра и смешивается с маслом на стенках цилиндра. Затем поршневые кольца соскребают топливо и масло в моторное масло. Разжижение масла топливом отрицательно влияет на способность масла обеспечивать смазывание двигателя. В некоторых случаях это ведет к повышению уровня масла, которое вытесняется из картера и собирается в двигателе, что ведет к засорению всасывающего отверстия и ненамеренному ускорению при сгорании в двигателе. В некоторых контроллерах двигателя разжижение масла предусмотрено, и рекомендуемый интервал замены масла по крайней мере частично определяют исходя из уровня разжижения масла. К факторам, которые могут использоваться для оценки количества топлива в масле, относятся следующие: число и момент впрыска, количество топлива, впрыскиваемого дополнительно, и последующий режим работы двигателя. То есть в промежуток времени между событиями, например между регенерациями устройства доочистки, которое требует дополнительного впрыска, некоторые виды топлива в масле испаряются при работе двигателя, вызывая повышение температуры масла. У дизельного топлива диапазон характеристик летучести шире, чем у оксигенатов, поэтому более легкие фракции дизельного топлива испаряются. У оксигенатов, напротив, более узкий диапазон летучести исходя из того, что очень мало оксигенатов обладают высокой летучестью, таким образом, очень мало оксигенатов при разжижении масла удаляется при последующей работе двигателя.

Еще одна потенциальная проблема с биодизельным топливом возникает при попытке запуска двигателя при низкой температуре, когда неочевидное количество биодизельного топлива смешивается с дизельным топливом. Биодизельное топливо обладает большей склонностью к парафинизации. При попытке пуска на топливе со слишком парафинистой структурой возможно повреждение системы впрыска топлива.

#### Раскрытие изобретения

Согласно одному из вариантов изобретения фактор компенсации топлива определяют исходя из количества топлива, впрыскиваемого на текущем уровне эффективной мощности двигателя, деленного на расчетное количество дизельного топлива, необходимого для обеспечения текущего уровня эффективной мощности двигателя. Содержание оксигената в топливе, подаваемом в двигатель, рассчитывают на основании фактора компенсации топлива. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения задают тип оксигената; в одном примере оксигенат представляет собой метиловый эфир жирной кислоты.

Электронный блок управления (ECU), соединенный с двигателем, содержит разнообразные модели функционирования двигателя. Согласно одной из них оценивается количество твердых частиц, собранных на дизельном сажевом фильтре, соединенном с выхлопным отверстием двигателя. На основе оцененного количества подается команда для начала регенерации для дизельного сажевого фильтра. Известно, что оксигенаты дают меньше твердых частиц, чем дизельное топливо. Таким образом, регенерация

может по меньшей мере частично основываться на количестве кислорода, использованного в двигателе после последней операции регенерации.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения в модели температуры выхлопа для повышения точности учитывает энергоёмкость топлива. В другом варианте осуществления изобретения энергоёмкость топлива используют для определения эффективной экономии топлива. То есть водителю автомобиля показывается расход топлива, но скорректированный с учетом энергоёмкости топлива с дизельным топливом в качестве стандарта.

В другой модели оценивается количество разжиженного моторного масла. Уровень масла может повыситься таким образом, что это приведет к всасыванию и горению топлива и масла в двигателе, вызывая неожиданное увеличение вращательного момента. Кроме того, топливо может уменьшать способность масла к смазыванию. Моделируя такое разжижение, рекомендуется сменить масло для того, чтобы избежать вредного воздействия топлива на моторное масло. Характеристики летучести кислорода отличаются от дизельного топлива, поэтому точность модели повышается при использовании рассчитанного содержания кислорода в топливе.

Кислород дает меньше твердых частиц (сажи), чем дизельное топливо. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения давление впрыска уменьшают на основании оценки способности кислорода давать одинаковое с дизельным топливом количество твердых частиц в выхлопе. Снижение давления впрыска улучшает показатели экономии топлива двигателем.

Дизельное топливо и биодизель склонны к парафинизации при очень низких температурах. Система впрыска топлива повреждается при попытке запуска двигателя с топливом, в котором имеется парафиновый осадок. Биодизель парафинирует при более высоких температурах, чем дизельное топливо. В зависимости от количества биодизеля в топливе и температуры в топливной системе ниже первого порогового значения предотвращаются попытки запуска двигателя. Если температура ниже первого порогового значения, но не ниже второго порогового значения, водитель может отклонить блокировку запуска. Однако при температурах ниже второго порогового значения, при которых повреждение очевидно, запуск блокируется, несмотря на отмену блокировки водителем. Пороговые температуры основаны на оценке количества кислорода в топливной смеси.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения двигатель имеет датчик кислорода в выхлопных газах (EGO), подключенный к выхлопной системе двигателя и топливным форсункам, соединенным с цилиндрами двигателя. Электронный блок управления (ECU), подключенный через электронную схему к двигателю, датчику кислорода EGO и системе впрыска топлива, определяет фактор компенсации топлива, основанный на ожидаемом сигнале датчика кислорода EGO и оценивает количество кислорода в топливе, подаваемом в двигатель. Электронный блок управления (ECU) блокирует запуск двигателя, основываясь на оценке количества биодизеля в топливной смеси и предполагаемой температуре в системе впрыска, соединенной с двигателем.

Преимущества различных вариантов воплощения изобретения включают в себя: повышение точности моделей работы двигателя, в которых рекомендуются интервалы замены масла, подаются команды для осуществления регенерации сажевого фильтра дизеля, оценивается температура выхлопа, задано давление впрыска. Такие улучшения точности позволяют функционировать в условиях высокой экономии топлива и/или сократить количество заданных регенераций. В случае с температурой выхлопа устройства доочистки выхлопных газов работают более эффективно. Потенциальная

угроза повреждения из-за разжижения моторного масла топливом и из-за парафинирования биодизеля в системе впрыска топлива устраняется оценкой количества биодизеля в смеси и осуществлением действиями по минимизации повреждений.

Краткое описание чертежей

- 5 Фиг.1 представляет собой схему одного цилиндра дизельного двигателя;  
Фиг.2, 7 и 8 представляют собой временные графики, иллюстрирующие несколько импульсов впрыска топлива для одного цикла двигателя;  
Фиг.3 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую один из вариантов воплощения изобретения;
- 10 Фиг.4 представляет собой схему стратегии высокоуровневого регулирования согласно одному из вариантов воплощения изобретения;  
Фиг.5 и 6 представляют собой графики фактора компенсации топлива для ряда дозправок топливного бака;  
Фиг.9 представляет собой график склонности к парафинизации в зависимости от
- 15 температуры для дизельного топлива, оксигената и смеси дизельного топлива с оксигенатом; и  
Фиг.10 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую стратегию пуска двигателя.

Осуществление изобретения

- Для среднего специалиста в данной области техники понятно, что разные признаки
- 20 вариантов, показанных и описанных со ссылкой на любой из чертежей, можно комбинировать со свойствами, показанными на одном или более других чертежей, для формирования альтернативных вариантов, которые не показаны и не описаны подробно. Комбинации проиллюстрированных признаков обеспечивают репрезентативные варианты для типовых применений. Однако для определенных применений и
- 25 воплощений могут быть предпочтительны различные комбинации и модификации, совместимые с идеями данного изобретения. Характерные варианты, используемые для иллюстрации, в общем случае относятся к четырехтактным многоцилиндровым двигателям внутреннего сгорания с турбонаддувом. Специалисты в данной области могут распространить подобные системы и воплощения на другие технологии двигателя/
- 30 автомобиля с различными типами клапанных механизмов и стратегиями активации клапана, которые могут включать в себя механические, электромеханические и/или гидравлические системы.

- В характерном варианте, показанном на Фиг.1, система 10 двигателя включает в себя двигатель внутреннего сгорания с несколькими цилиндрами, представленными
- 35 цилиндром 12, с соответствующими камерами сгорания 14, имеющими расположенные в них поршни 15 возвратно-поступательного хода. Специалисту в данной области техники очевидно, что система 10 двигателя включает в себя различные датчики и приводы для осуществления контроля двигателя. Для каждого цилиндра 12 может быть предусмотрен один или несколько датчиков или приводов или для двигателя может
- 40 быть предусмотрен один датчик или привод. Например, каждый цилиндр 12 может содержать четыре клапана газообмена, содержащих два впускных клапана 16 и два выпускных клапана 18 (на чертеже показан только один из клапанов каждого типа). Альтернативно, цилиндр 12 может иметь один впускной клапан 16 и один выпускной клапан 18 или столько, сколько необходимо. Двигатель может включать только один
- 45 датчик 20 температуры хладагента двигателя. В варианте, показанном на Фиг.1, двигатель 10 содержит впускные клапаны 16 и выпускные клапаны 18 с электромагнитным или электронным приводом, которые связаны с контроллером на базе микропроцессора или электронным блоком 30 управления (ECU), для регулирования

времени открытия и закрытия клапанов. Другие варианты включают в себя альтернативные конфигурации клапанов и регулирование клапанов с помощью механического, электромагнитного, гидравлического, электрогидравлического и комбинированного приводов.

- 5 Электронный управляющий блок 30 может содержать микропроцессор 24 или центральный процессор (CPU), связанный с блоком 26 управления памятью (MMU). Блок 26 регулирует перемещение данных между различными машиночитаемыми накопителями 28 данных и передает данные с центрального процессора 24 и на него. Машиночитаемые накопители данных 28 могут, например, представлять собой
- 10 энергозависимое и энергонезависимое запоминающее устройство в постоянном запоминающем устройстве (ROM) 32, оперативное запоминающее устройство 34 (RAM) и оперативную память 36 (КАМ). Оперативная память 36 это постоянная или энергонезависимая память, которую можно использовать для хранения различных рабочих переменных, когда отключено питание центрального процессора 24.
- 15 Машиночитаемые накопители 28 могут быть выполнены в форме таких известных устройств памяти, как программируемые постоянные запоминающие устройства (PROM), электрически программируемые постоянные запоминающие устройства (EPROM), электрически стираемые программируемые постоянные запоминающие устройства (EEPROM), флэш-память или другие электрические, магнитные, оптические
- 20 или комбинированные запоминающие устройства, способные хранить данные, некоторые из которых воспроизводят выполняемые команды, используемые центральным процессором 24 для контроля двигателя или автомобиля, где установлен двигатель. Машиночитаемые накопители 28 могут также представлять собой дискеты, компакт-диски, жесткие диски и тому подобное.
- 25 Центральный процессор 24 сообщается с различными датчиками и приводами двигателя/автомобиля посредством интерфейса 38 ввода/вывода. Интерфейс 38 может быть выполнен как одиночный интегрированный интерфейс, который обеспечивает необработанные данные или согласование устройств по уровню сигнала, обработку и/или преобразование сигнала, защиту от короткого замыкания и тому подобное.
- 30 Альтернативно, для преобразования и обработки определенных сигналов до их передачи на центральный процессор 24 может использоваться один или несколько специализированных аппаратных и микропрограммных чипов. Момент, скорость и длительность впрыска топлива, положение дроссельного клапана, фазы и длительность распределения для впускного/выпускного клапана, компоненты привода навесного
- 35 оборудования переднего расположения (FEAD), такие как генератор переменного тока, компрессор кондиционирования воздуха и т.п., являются примерами параметров, систем и/или компонентов, которые могут быть, прямо или косвенно, приведены в действие через интерфейс 38 ввода/вывода под контролем центрального процессора 24. Входной сигнал от датчиков через интерфейс 38 ввода/вывода может использоваться, например,
- 40 для указания давления наддува турбокомпрессора, положения коленчатого вала (PIP), скорости вращения двигателя (RPM), скорости вращения колеса (WS1, WS2), скорости автомобиля (VSS), температуры хладагента (ECT), давления во впускном коллекторе (MAP), положения педали акселератора (PPS), положения замка зажигания (IGN), положения дроссельного клапана (TP), температуры воздуха (TMP), содержания
- 45 кислорода в выхлопных газах (EGO) или концентрации или наличия других компонентов в выхлопных газах, расхода всасываемого воздуха (MAF), передаточного числа или соотношения (PRN), температуры трансмиссионного масла (TOT), скорости вращения турбины трансмиссии (TS), состояния муфты гидротрансформатора (TCC), режима

замедления или переключения автоматической коробки передач (MDE). В дизельных двигателях в качестве датчика кислорода (EGO) обычно используется широкодиапазонный датчик кислорода, предпочтительно относящийся к универсальным датчикам кислорода в выхлопных газах (UEGO) или к датчикам кислорода в обедненном выхлопном газе (LEGO), а не стандартный двухуровневый датчик, который обычно применяется в бензиновом двигателе. В качестве еще одной альтернативы в дизельном двигателе может использоваться комбинация датчика окислов азота (NOx) и широкодиапазонного датчика кислорода. Короче говоря, под датчиком, который далее упоминается как датчик кислорода (EGO), подразумевается любой датчик кислорода, обогреваемый или нет, способный к измерению концентрации кислорода в обедненной окружающей среде и который может также быть способен к измерению концентрации кислорода в обогащенной окружающей среде.

В некоторых конфигурациях контроллера блок 26 MMU не применяется. Если блок 26 не используется, центральный процессор 24 управляет данными и соединен непосредственно с постоянным запоминающим устройством (ROM) 32, оперативным запоминающим устройством (RAM) 34 и оперативной памятью (КАМ) 36. Естественно, что для контроля двигателя может использоваться не один центральный процессор 24, и электронный блок управления 30 может содержать несколько ROM 32, RAM 34 и КАМ 36, которые соединены с блоком 26 MMU или центральным процессором 24, в зависимости от применения.

Система 10 двигателя содержит турбокомпрессор выхлопных газов с компрессором 102, который механически соединен с турбиной 104 общим валом 106. Обходная магистраль 114 выхлопных газов избирательно направляет по измененному маршруту поток выхлопных газов от цилиндров 12 вокруг турбины турбокомпрессора 104 исходя из положения перепускного клапана 116 турбины, которое регулируется электронным блоком управления 30 в ответ на сигнал по меньшей мере одного рабочего параметра двигателя и/или окружающей среды.

При работе двигателя всасываемый воздух направляется через компрессор 102 турбокомпрессора 100 и/или обходную магистраль 110 в зависимости от положения перепускного клапана 112 компрессора. Всасываемый воздух, проходящий через компрессор 102, дожимается до давления выше атмосферного компрессором 102, приводимым в движение потоком выхлопных газов через турбину 104 с помощью вала 106. Форсированный всасываемый воздух охлаждается при прохождении через промежуточный охладитель (I/C) 120. Всасываемый воздух из промежуточного охладителя 120 и/или обходной магистрали 110 распределяется на несколько цилиндров 12 через впускной коллектор, обозначаемый в общем случае позицией 52. Система 10 может содержать датчик 54 массового расхода воздуха (MAF) или иной датчик расхода воздуха, который обеспечивает соответствующий сигнал на электронный управляющий блок 30, сообщающий расход всасываемого или впускаемого воздуха. Дроссельный клапан 56 или иное устройство регулирования расхода воздуха может быть использовано для регулирования расхода воздуха и управляющего давления в коллекторе в пределах канала воздухозаборника 50 для того, чтобы регулировать крутящий момент двигателя по выходному крутящему моменту наряду с установкой момента и количества впрыска. Дроссельный клапан 56 регулируется электронной схемой соответствующего привода 58. Датчик положения дросселя 60 обеспечивает сигнал обратной связи на электронный блок управления, указывающий фактическое положение дроссельного клапана 56 для реализации регулирования по замкнутому циклу дроссельного клапана 56. Запрос оператором информации о крутящем моменте определяется по положению педали 46

акселератора. Датчик 68 положения педали передает сигнал о положении педали 46 акселератора на электронный управляющий блок 30.

5 Датчик 70 абсолютного давления в коллекторе (MAP) используется для передачи сигнала о давлении в коллекторе на электронный управляющий блок 30. Воздух, проходящий через впускной коллектор 52, поступает в камеру сгорания 14 путем соответствующего регулирования впускных клапанов 16. Момент впрыска, включение и отключение впускных клапанов 16 и выпускных клапанов 18 может быть отрегулировано электромагнитными приводами 72, 74, используя стандартное устройство распределительного вала, устройство вала с изменяющейся синхронизацией или комбинации двух данных устройств в зависимости от вариантов применения и 10 исполнения.

Информация об угловом положении коленчатого вала (отдельно не показан) может передаваться датчиком 80 положения коленчатого вала, размещаемого рядом с зубчатым колесом 82, соединенным с коленчатым валом. Датчик 80 положения 15 коленчатого вала может быть использован для генерации сигнала положения педали (PIP), используемого электронным управляющим блоком 30 для приведения в действие топливных форсунок, чтобы обеспечить желаемую длительность импульса впрыска и начало впрыска для одного или нескольких тактов впрыска. В одном варианте для модифицирования/обработки необработанного сигнала об угловом положении, 20 генерируемого датчиком 80 положения, применяют специальную интегральную микросхему, расположенную внутри электронного управляющего блока 30 и выдающую один сигнал (PIP) на один цилиндр на один цикл сгорания, т.е. для восьмицилиндрового двигателя генерируется восемь PIP сигналов на цикл сгорания для использования логической схемой управления. Датчик 80 положения коленчатого вала может также 25 применяться для определения скорости вращения двигателя и для идентификации сгорания в цилиндре на основании абсолютной, относительной и дифференциальной скорости вращения двигателя.

В некоторых вариантах в выпускном коллекторе 62 предусмотрен датчик 89 30 температуры выхлопных газов. Датчик может представлять собой термопару, термистор или другое подходящее устройство. В зависимости от применения датчик 90 кислорода в выхлопных газах в выпускном коллекторе 62 направляет в электронный управляющий блок 30 сигнал, по которому определяется пропорция воздуха в горючей смеси и другие стехиометрические параметры выхлопных газов. В некоторых вариантах другой датчик 91 кислорода в выхлопных газах размещен во впускном коллекторе 50 в точке после 35 соединения системы рециркуляции выхлопных газов с впускным коллектором 50. Выхлопные газы проходят через выпускной коллектор 62, одну или несколько турбин 104 и одно или несколько устройств 92 доочистки выхлопного газа до выброса в атмосферу. В качестве альтернативы и/или дополнительно датчики кислорода в выхлопных газах могут быть установлены после турбины 104 и до и/или после устройств 40 92 доочистки.

Топливо поступает в форсунки 98 (на Фиг. 1 показана только одна форсунка) из бака 100 одним или несколькими топливными насосами 101. В дизельных двигателях обычно имеется подъемный насос, подающий топливо к насосу высокого давления для 45 достижения требуемого очень высокого давления впрыска (насосы отдельно не показаны). В системах впрыска с общим нагнетательным трубопроводом между топливным насосом и форсунками имеется магистраль для топлива (не показана, так как изображен только один цилиндр). Топливная магистраль демпфирует импульсы давления, индуцированные насосом и при открытии/закрытии форсунок, соединенных

с топливной магистралью. Такое демпфирование, обеспечиваемое топливной магистралью, способствует выравниванию давления на форсунки и обеспечивает лучшее регулирование количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры. Топливные форсунки 98 впрыскивают дозированное количество топлива за один или несколько тактов впрыска по команде с электронного управляющего блока 30. Количество подаваемого топлива можно рассчитать исходя из длительности импульса впрыска топлива, давления в трубопроводе подачи топлива, которое измеряется датчиком 96 давления топлива, и параметров топливных форсунок 98, таких, например, как количество и размер сопел. Сигнал с датчика 96 давления топлива передается на электронный управляющий блок 30.

В варианте, показанном на Фиг.1, в топливном баке 100 предусмотрен топливный датчик 97. Исходя из уровня топлива в баке 100, определенному датчиком 97, можно определить, пополнен или нет запас топлива в баке 100. В альтернативном варианте рядом с баком 100 предусмотрена дверца (не показана). Предусмотрен датчик открывания дверцы. Если датчик обнаруживает, что дверца открывалась, предполагается, что запас топлива в баке пополнен.

Важным фактором при контроле выработки окислов азота NO<sub>x</sub> является обеспечение подачи надлежащего количества выхлопных газов во впускное отверстие двигателя. Система рециркуляции выхлопных газов предусмотрена для вывода выхлопных газов из выхлопа двигателя во впускное отверстие двигателя по каналу 86 системы рециркуляции выхлопных газов. На Фиг. 1 показаны только два участка канала 86 системы рециркуляции выхлопных газов: один участок, соединенный с выхлопом двигателя, расположен после турбины 104, другой участок, соединенный со входным отверстием двигателя, расположен до компрессора 102. Поток рециркуляции выхлопных газов регулируется клапаном 88 системы рециркуляции выхлопных газов, расположенным в канале системы рециркуляции выхлопных газов. Для того чтобы не допускать повышения температуры сгорания, с целью сокращения образования окислов азота NO<sub>x</sub>, обычно предусмотрен охладитель системы рециркуляции выхлопных газов, который регулируется перепускным клапаном (не показан). В альтернативном варианте рециркуляция выхлопных газов забирает выхлопные газы в точке перед турбиной 104 и подает выхлопные газы во входное отверстие после компрессора 102. Положением клапана 88 системы рециркуляции выхлопных газов 88 управляет электронный управляющий блок 30. Еще в одной альтернативе предусмотрены две траектории рециркуляции выхлопных газов с накоплением рециркулируемых выхлопных газов на участке до и после турбины и их возвратом после и перед компрессором 102, соответственно. При определенных рабочих условиях дроссельный клапан 56 частично закрыт, чтобы обеспечить понижение давления на входе и направить выхлопные газы из выхлопа во входное отверстие. В некоторых вариантах перед компрессором предусмотрен дополнительный дроссель (не показан), чтобы направить выхлопные газы из выхлопного отверстия во впускное отверстие. Или дроссель выхлопа (не показан) может быть частично закрыт, чтобы направить поток из выхлопного отверстия во впускное отверстие.

На Фиг.1 дисплей 122 автомобиля соединен с электронным управляющим блоком 30. Дисплей 122 может включать в себя спидометр, указатель уровня топлива, индикатор расхода топлива, предупредительные индикаторы и/или клавиши ввода данных пользователем. Специалист по обслуживанию может подключить электронный блок управления 30 к программе 124 диагностики «scan tool». Как подробно описывается далее, в баке 100 может находиться топливо, в котором содержится больше оксигенатов,

чем рекомендовано. Данные рассчитанного максимального уровня фактора компенсации топлива или расчета количества кислорода могут быть загружены в программу диагностики «scan tool». Данная информация может быть полезна для диагностирования проблем, которые могут возникать при эксплуатации.

5 На Фиг.2 показан временной график нескольких моментов впрыска за один цикл двигателя в одном цилиндре. На Фиг.2 в качестве примера показаны два импульса 150, 152 предварительного впрыска, импульс 154 основного впрыска и импульс 156  
10 дополнительного впрыска. Один или несколько предварительных впрысков часто предусмотрены для регулирования выбросов и шума при сгорании. С помощью одного или нескольких дополнительных впрысков можно модифицировать выхлопные газы  
15 таким образом, чтобы устройства доочистки работали с высокой эффективностью или чтобы регулировать выделение твердых частиц с выхлопными газами. Сплошной линией на Фиг.2 обозначен базовый ряд импульсов впрыска согласно одному из примеров, т.е. для  
20 определенного режима работы двигателя сгорания дизельного топлива. Количество топлива, впрыскиваемого за каждый интервал впрыска, зависит от продолжительности времени подачи энергии (ЕТ), задаваемой форсунке - ЕТ1, ЕТ2, ЕТ3 и ЕТ4. Количество впрыскиваемого топлива увеличивается в ответ на добавку  
25 кислородосодержащего топлива. Согласно одному варианту количество впрыскиваемого топлива увеличивается пропорционально. Например, если в первом импульсе впрыскивается 10 мг, а во втором импульсе 20 мг, а увеличение количества  
30 топлива в результате замещения дизельного топлива кислородосодержащей топливной смесью составляет 5%, то время подачи энергии первого импульса увеличивается настолько, чтобы впрыск составил 10,5 мг, а время подачи энергии второго импульса увеличивается настолько, чтобы впрыск составил 21 мг. Такое увеличение времени  
35 подачи энергии показано на Фиг.2 пунктирной линией. Согласно другому варианту момент начала впрыска (SOI) каждого из импульсов (SOI1, SOI2, SOI3 и SOI4) остается постоянным при наращивании импульсов, возникающем в результате задержки момента  
окончания впрыска, с компенсированными временами подачи энергии, показанными на Фиг.2, как ЕТ1\_с, ЕТ2\_с, ЕТ3\_с и ЕТ4\_с. Увеличение количества впрыскиваемого  
40 топлива в каждом из импульсов впрыска может быть обеспечено исключительно путем увеличения времени подачи энергии. В альтернативном варианте воплощения давление топлива перед топливной форсункой можно увеличить так, чтобы время подачи энергии оставалось почти постоянным даже в присутствии кислородосодержащего топлива. Еще в одной альтернативе может применяться сочетание увеличенного времени подачи  
45 энергии с повышенным давлением топлива.

На Фиг.3 показана блок-схема согласно варианту воплощения изобретения. При пуске двигателя на этапе 170 определяют, первый ли это пуск двигателя с события  
40 дозаправки топливом на этапе 172. Дозаправка может быть определена по указателю уровня топлива в баке, открытию крышки топливного бака или другим подходящим способом. При положительном ответе контроль переходит на этап 174, где фактор компенсации топлива FCF устанавливают на 1.0, что является пригодным уровнем для  
дизельного топлива. FCF равен массе топлива после компенсации, деленной на ожидаемую массу топлива, если топливо является 100% дизельным топливом. Все  
45 остальные параметры сгорания для двигателя, такие как скорость рециркуляции выхлопных газов и момент начала впрыска, устанавливаются соответственно текущей скорости двигателя и команде водителя, определяемой по положению педали акселератора. При отрицательном результате в блоке 172 контроль переходит в блок 176, где определяют, был ли раньше установлен фактор FCF для данного топливного

бака. При положительном результате в блоке 176 контроль переходит в блок 178, где установленный FCF используют для остатка топлива в данном баке. Таким образом, FCF больше не меняется до тех пор, пока бак не будет дозаправлен. При отрицательном результате в блоке 176 контроль переходит в блок 180 для определения, равен ли фактический сигнал датчика кислорода в выхлопных газах ожидаемому сигналу. Если нет, контроль переходит в блок 182 для коррекции времени подачи энергии форсунке и/или давления топлива таким образом, чтобы значение фактического сигнала кислорода в выхлопных газах приблизилось к ожидаемому значению сигнала. Контроль также переходит в блок ветвления 180 при отрицательном результате в блоке 176, т.е. когда фактор компенсации топлива для бака еще не определяли.

Кроме того, доступ в блок ветвления 180 возможен также из блока 174. В блоке 174 фактор компенсации топлива для нового топливного бака абсолютно не известен. Устанавливают фактор компенсации топлива = 1.0 (или базовое значение), и в блоках 180 и 182 осуществляют определение нового фактора компенсации топлива. После того, как установлено, что фактический сигнал датчика кислорода в выхлопных газах достаточно близок к ожидаемому сигналу датчика (в пределах установленного допуска), контроль переходит из блока 180 в блок 184, где устанавливают фактор компенсации топлива для данного топливного бака. Этот фактор компенсации топлива применяется к остатку топлива в баке.

На Фиг.3 определение фактора компенсации топлива в блоке 184 появляется в результате однократного возникновения положительного результата в блоке 180. Однако, с целью улучшения точности, в блоке 180 периодически выполняют сравнение фактических и ожидаемых сигналов датчика кислорода в выхлопных газах в диапазоне рабочих условий. Итак, хотя на Фиг.3 показан одиночный положительный результат в блоке 180, используемый для определения фактора компенсации топлива, множество факторов FCF может быть определено в диапазоне рабочих условий двигателя на основе многократных измерений FCF, данный вариант воплощения также входит в объем настоящего изобретения.

Преимущество корректирования топлива по варианту воплощения данного изобретения для компенсации кислородосодержащего топлива заключается в том, что корректировать нужно только время подачи энергии. Другие параметры калибровки двигателя остаются без изменения. Данный подход намного менее сложен, чем определение полных настроек коэффициентов двигателя для нескольких видов оксигенатов, и в зависимости от доли кислородосодержащей смеси в дизельном топливе. Более того, такой подход зависит от определения вида оксигената в топливе.

Упрощенная стратегия контроля показана на Фиг.4. Положение педали акселератора в блоке 190 используется в блоке 191 для определения требуемого водителю крутящего момента. Количество топлива, необходимое, чтобы обеспечить данный крутящий момент, определяется в блоке 192. В блоке 192 допускается, что топливо является дизельным топливом. В блоке 194 параметры сгорания определяют в зависимости от требуемого крутящего момента, определенного в блоке 191, и текущей скорости двигателя в блоке 193. К таким параметрам сгорания относятся скорость рециркуляции выхлопных газов EGR, магистральное давление топлива, наддув турбокомпрессора, количество впрысков (количество предварительных и дополнительных впрысков помимо основного впрыска), момент начала впрыска (SOI) для каждого впрыска и количество топлива в каждом импульсе впрыска, отличного от основного впрыска, например предварительного впрыска. На основании общего заданного количества топлива в блоке 195 определяют количество топлива для основного импульса, при

этом берут общее заданное количество топлива и вычитают количества для импульсов впрыска, отличных от основного впрыска. Фактические количества топлива в каждом импульсе корректируют на основании фактора FCF в блоке 196. Такую поправку на FCF производят, когда фактор компенсации топлива уже определен для данного топливного бака. Если FCF не определен, вместо этого задают команду его определения. Текущее магистральное давление топлива влияет на время подачи энергии, которое должно сообщаться форсунке для обеспечения требуемого количества топлива. Таким образом, магистральное давление топлива в блоке 197 вводят в качестве входных данных в блок 198 наряду с фактическими количествами топлива из блока 196. В блоке 10 198 определяют время подачи энергии для каждого импульса впрыска.

В вышеприведенном обсуждении определено конкретное количество топлива. Фактор компенсации топлива указан выше в единицах массы топлива. Желательно регулировать топливо на основе массы. Однако форсунки подают топливо на объемной основе. В некоторых вариантах воплощения плотность топлива неизвестна. Делается допущение 15 о том, что плотность топлива постоянна, т.е. не зависит от вида топлива. При таком допущении погрешность очень мала, так как плотность дизельного топлива и плотность стандартных оксигенатов минимально отличаются одна от другой. Таким образом, в вариантах без измерения плотности топлива топливо регулируют на объемной основе. Таким образом, фактор компенсации топлива, основанный на массовом соотношении, 20 равен фактору, определяемому по соотношению фактического и ожидаемого объемов. В вариантах, где плотность определяют, вводят соответствующие поправки. Хотя объем впрыскиваемого топлива обычно линейно зависит от времени подачи энергии, имеет место отклонение из-за динамики форсунки. Характеристики форсунки известны, и объем впрыскиваемого топлива определяют исходя из времени подачи энергии и 25 магистрального давления топлива. И наоборот, время подачи энергии можно определить исходя из требуемого объема топлива и магистрального давления топлива.

На Фиг.5 показан пример зависимости фактора компенсации топлива от количества заправок топливного бака с начальной установкой на значение 1.0. Известно, что характеристики форсунки дрейфуют из-за приработки и отложений в форсунке, которые 30 затрудняют прохождение потока, из-за износа седла клапана и старения вытяжной трубы. FCF6, фактор компенсации топлива для шестого бака, составляет примерно 1.04 и существенно отличается от предыдущих значений, что говорит о наличии оксигенатов в шестой дозаправке бака. Фактор FCF7 при следующей дозаправке бака также указывает на наличие оксигенатов, так как добавленное топливо смешивается с остатком топлива от шестой дозаправки. В дозаправках с 13 по 18 наблюдается дрейф 35 характеристик топливной форсунки, чтобы обеспечить фактор компенсации топлива выше единицы. Фактор FCF19 особенно высок, что указывает на то, что в топливной смеси, возможно, содержится больше кислородосодержащего топлива, чем рекомендуется для данного двигателя. Тем не менее, FCF19 обеспечивает 40 соответствующую корректировку топлива в девятнадцатой дозаправке. Дозаправки бака 28 и 29 указывают на использование оксигената, а при дозаправке бака 30 фактор компенсации топлива указывает на более высокий уровень кислородосодержащего топлива, чем рекомендуется. В одном варианте фактор компенсации топлива, определяемый для каждой дозаправки, сохраняется в памяти, что позволяет построить 45 тренд для фактора компенсации топлива, такой как кривая 200. Факторы FCF6 и FCF7 отклоняются от кривой тренда 200 больше, чем это можно объяснить нормальным дрейфом характеристик форсунки. В одном варианте фактор компенсации топлива, используемый для проведения корректировок длительности впрыска топлива,

установлен на среднее значение кривой тренда 200 и обозначен как базовый фактор. Например, для дозаправки бака 20 базовый фактор составляет примерно 1.01.

Альтернативно, базовый фактор устанавливают на 1.00 без поправок на дрейф, чтобы следовать тренду статистических данных фактора компенсации топлива. В одной  
5 альтернативе факторы компенсации топлива для всех дозаправок бака хранятся в памяти. В другом варианте сохраняется только ряд значений, например базовое значение фактора компенсации топлива и максимальное значение фактора компенсации топлива.

В одном варианте в памяти хранятся факторы компенсации топлива, указывающие на превышение максимального количества оксигенатов. На Фиг.4 показано, что  
10 значение фактора компенсации топлива в дозаправках бака 19 и 30 превышает рекомендуемое максимальное значение. В другом варианте может быть предусмотрено предупредительное сообщение водителю автомобиля, сообщающее о превышении

максимально рекомендуемой концентрации оксигената в топливе. На основе фактора компенсации топлива может быть выполнен расчет доли оксигената в топливной смеси.

15 Тип используемого оксигената - это подразумеваемое допущение. На основе данного допущения для расчета доли оксигената в топливной смеси можно использовать корреляцию между долей оксигената и фактора компенсации топлива. Если тип используемого оксигената известен, например, благодаря интеллектуальному  
заправочному насосу, который передает информацию на электронный блок управления,  
20 или благодаря датчику топлива, тогда вместо корреляции можно использовать зависимость между фактором компенсации топлива и процентным содержанием оксигената для конкретного типа. Слишком высокий уровень оксигената можно определять и отслеживать для облегчения обслуживания и диагностирования проблем. Данную информацию можно также передавать в центральную базу данных

25 производителя для отслеживания автомобилей, у которых превышен предел, чтобы установить наличие источника топлива, ведущего к возникновению проблем с гарантией.

На Фиг.6 более подробно показан еще один пример фактора компенсации топлива в зависимости от количества заправок. Допускается, что новый бренд двигателя  
30 заправлен на заводе дизельным топливом, и фактор компенсации топлива установлен на 1.0. В примере на Фиг.6 для баков 2 и 3 также использовалось дизельное топливо.

Фактор компенсации топлива изначально установлен на 1.0. Из-за приработки или по иным причинам происходит дрейф характеристик форсунок, и фактор компенсации  
топлива, установленный на 1.0, меняется до тех пор, пока не установится фактор для  
данного бака, после чего установленный фактор компенсации топлива остается

35 постоянным до следующей заправки бака. В третьей заправке (4 бак) содержится оксигенат. Фактор компенсации топлива немедленно устанавливается на 1.0, даже если фактор компенсации топлива в предыдущем баке был немного выше 1.0. Расхождение ожидаемого и фактического показания датчика рециркуляции выхлопного газа определяют немедленно. Поэтому фактор компенсации топлива быстро возрастает,

40 чтобы два данных показателя стали одинаковыми. После периода корректировки, определяют фактор компенсации топлива для бака 4 и сохраняют его постоянным для остатка топлива в баке. Для дозаправки 5 используют дизельное топливо, которое смешивают с оксигенатом от прошлой заправки. Фактор компенсации топлива при 4  
дозаправке первоначально устанавливается на 1.0 и корректируют до определенного  
45 значения после периода исследования. Альтернативно, фактор компенсации топлива может при дозаправке бака быть установлен на базовое значение, определяемое по тренду (пример которого показан на фиг.5).

На Фиг.7 показан пример высокого уровня оксигената, при котором значительно

увеличивается время подачи энергии 210, 212, 214 и 216. Время подачи энергии ET 214 частично перекрывается с 216, как показано перекрытием 218. На Фиг.6 показан один из вариантов воплощения изобретения, в котором задержка начала впрыска применяется только для импульсов впрыска, которые перекрывают предыдущий впрыск. В примере, показанном на Фиг.5, импульс 226 четвертого впрыска установлен таким образом, что возникает, при условии сохранения постоянного момента начала пуска, до окончания импульса 224 третьего впрыска. В этом случае начало четвертого впрыска 226 задано с минимальной задержкой 218 после завершения импульса 224 третьего впрыска. Минимальный период задержки может являться аппаратным ограничением форсунки. Одной из альтернатив является поддержание одинаковой задержки между импульсами впрыска.

Дизельное и биодизельное топливо склонны к парафинизации при достаточно низкой температуре окружающей среды. Один из типов оксигенатов, биодизель, имеет намного более сильную склонность к застыванию и образованию осадка. При попытке пуска двигателя, когда топливо сильно застыло, можно повредить систему впрыска топлива. На Фиг.9 графически показана зависимость склонности к парафинизации от температуры для дизельного топлива, биодизеля и смеси данных видов топлива в соотношении 50/50. Дизельное топливо парафинирует при крайне низких температурах, но не имеет такой склонности при нормальной температуре. В то время как чистое биодизельное топливо парафинирует при низких температурах, которые не являются экстремальными в ряде климатических зон. Поэтому в определенном климате не следует применять 100% биодизельное топливо без вспомогательного подогревателя топлива. Виды топлива с содержанием биодизеля выше определенного уровня также могут создавать проблемы. Фактор компенсации топлива можно использовать для оценки количества биодизеля в топливе с целью обнаружения потенциальной проблемы парафинизации.

На фиг.10 показан алгоритм предотвращения повреждения топливной системы. Когда водитель пытается завести машину 240, контроль переходит в блок ветвления 242, где определяют, не превышает ли фактор компенсации топлива пороговое значение. Фактор компенсации топлива обеспечивает расчет количества биодизеля в смеси, и, таким образом, индикацию тенденции к парафинизации. Если ранее установленный фактор компенсации топлива меньше порогового значения, запуск двигателя разрешен в блоке 244. Если фактор компенсации топлива больше порогового значения, контроль переходит в блок 246, где температуру в топливной системе сравнивают с температурой, при которой склонность к парафинизации слишком велика, первой пороговой температурой,  $T_{th1}$ . В варианте воплощения на Фиг.10 первая пороговая температура зависит от фактора компенсации топлива. В альтернативном варианте температура парафинизации является постоянной, т.е. не зависит от фактора компенсации топлива. Если температура в топливной системе выше первой пороговой температуры, запуск двигателя разрешен в блоке 244. Если температура в топливной системе ниже первой пороговой температуры, запуск двигателя запрещен в блоке 248, водителю направляется предупредительное сообщение в виде светового индикатора, устного сообщения, горящего символа на приборном щитке и/или звукового сигнала. Согласно варианту воплощения на Фиг.10 водитель может выбрать вариант отклонить предупреждение нажатием кнопки на приборной панели или другим способом, рискуя при этом повредить систему впрыска топлива. В одном варианте отмена требует подтверждения водителя с указанием риска, который ведет за собой отклонение предупреждения. Контроль переходит в блок 250, где определяется, отклонено ли предупреждение. Если нет,

контроль возвращается в блок 248 и поддерживает существующее состояние двигателя в отключенном состоянии. Если определена отмена, контроль переходит в блок 252, где температуру в топливной системе сравнивают со второй пороговой температурой, зависящей от фактора компенсации топлива. Вторая пороговая температура всегда ниже первой. Если температура в топливной системе не ниже второй пороговой температуры, то при попытке запуска водитель еще раз может быть предупрежден о последствиях, а информация о событии состояния отмены может быть сохранена в памяти для диагностирования проблем топливной системы. Если температура в топливной системе ниже второй пороговой температуры, двигатель остается отключенным до тех пор, пока температура в топливной системе не достигнет необходимого значения, чтобы обеспечить отрицательный результат в блоке 252. Возможно, повторная попытка запуска двигателя будет предпринята позднее, когда температура окружающей среды будет выше. Или водитель может принять меры для прогрева топливной системы, например использовать подходящий нагреватель или дотолкать или отбуксировать машину в отапливаемый гараж. Указанные две пороговые температуры это, в грубом приближении, температура, при которой возможно повреждение топливной системы (первая пороговая температура), и температура, при которой повреждение топливной системы почти неизбежно (вторая пороговая температура). Обычно отключать двигатель нежелательно. Однако, если температура ниже второго порогового значения, двигатель должен быть отключен в любом случае из-за высокого уровня парафина в топливе с дополнительным риском повреждения топливной системы. Предпочтительно выключать автомобиль до причинения повреждений системе впрыска. При температурах ниже первого и второго пороговых значений есть неопределенность в отношении того, возникнет повреждение или нет. Неопределенность и неточность измерения существуют и при определении фактора компенсации топлива. Тогда на основе допущения в отношении типа оксигената, который добавлен в дизельное топливо, вычисляется содержание биодизеля. Тогда при температурах между пороговыми значениями водителю разрешено пойти на риск повредить топливную систему в случае, если он находится в таком положении, когда последствия от невозможности завести двигатель более негативны, чем риск повреждения топливной системы.

Температуру в топливной системе можно непосредственно измерить или вычислить на основе другой температуры, например температуры хладагента двигателя и теплообменной модели соответствия температуры в топливной системе температуре хладагента двигателя, или вычислить с помощью других подходящих моделей.

Алгоритм, показанный на Фиг.10, работает только, если имелась возможность достаточно долгой эксплуатации для того, чтобы определить фактор компенсации топлива для бака, в который было добавлено слишком много биодизеля. Обычно топливом заправляют автомобиль, который был предварительно прогрет. Так в одном сценарии топливом заправляют автомобиль, двигатель которого полностью прогрет и который запускают сразу после заправки. Негативное влияние слишком сильной парафинизации биодизеля не реализуется, так как биодизель закачивается в теплую топливную систему, которая продолжает получать тепло от прогретого двигателя. Однако в процессе использования топлива с неподобающе высоким содержанием биодизеля определяют фактор компенсации топлива. Поэтому при следующем пуске двигателя, который может происходить, например, холодным утром, когда система двигателя подвергается воздействию температуры окружающей среды, информация о факторе компенсации топлива используется для предотвращения пуска двигателя с

целью не допустить повреждение системы.

Количество кислородосодержащего топлива, подаваемое в двигатель, влияет на разжижение масла в картере из-за характеристик летучести стандартного кислородосодержащего топлива. Некоторые регуляторы двигателя оценивают уровень разжижения масла при дополнительных впрысках, способствующих увеличению разжижения масла топливом, и высокую температуру эксплуатации двигателя, способствующую испарению многих летучих компонентов топлива из масла. Оценка разжижения масла используется для расчета времени замены масла. Благодаря использованию фактора компенсации топлива в качестве индикатора количества используемого кислорода расчет разжижения, а соответственно расчет времени замены масла, становится более точным.

Оксигенаты генерируют меньше частиц, чем дизельное топливо. Поэтому фильтр частиц, который может быть одним из устройств 92 доочистки на Фиг.1, заполняется тем медленнее, чем больше кислорода используется в смеси. Обычно углеродосодержащие частицы, собираемые фильтром, периодически сжигаются во время регенерации. Желательно проводить регенерацию как можно реже, так как она ведет к сокращению экономии топлива. Более того, регенерация более эффективна, когда выполняется при заполненном, но не переполненном фильтре. Точность оценки количества частиц на сажевом фильтре дизельного топлива можно улучшить путем оценки количества кислорода, сгоревшего в двигателе, на основании фактора компенсации топлива. Повышенная точность позволяет отсрочить регенерацию до тех пор, пока сажевый фильтр дизельного топлива не заполнится полностью.

Энергоемкость кислорода меньше, чем у дизельного топлива, из-за содержания кислорода в кислороде. В автомобилях, оснащенных счетчиком расхода топлива, в милях на галлон (mpg), водитель может интерпретировать низкое показание счетчика при использовании кислорода как индикатор проблемы с автомобилем, а не как последствие использования топлива с низкой энергоемкостью. Для частичного решения данной проблемы по одному из вариантов воплощения изобретения вместо фактического показания используется эффективное показание в милях на галлон (mpg). Эффективное показание делает поправку на более низкую энергоемкость топлива, так что показание количества миль на галлон можно интерпретировать как определяемое ездовым циклом, навыками водителя и условиями окружающей среды, а не выбором топлива. Эффективное показание - это фактическое показание, деленное на фактор компенсации топлива. Если фактор компенсации топлива корректируется с учетом дрейфа форсунок, величина поправки для компенсации дрейфа форсунок вычитается из фактора компенсации топлива. Таким образом, в данном варианте фактор компенсации топлива, используемый для расчета эффективного показания, - это установленный фактор компенсации топлива минус базовое значение фактора компенсации топлива. В вариантах, где базовое значение остается на единице, такая поправка не производится.

Несмотря на то, что был детально описан наилучший режим для конкретных вариантов воплощения изобретения, специалистам в данной области понятно, что имеются различные альтернативные модели и модификации в рамках представленной патентной формулы. Несмотря на то, что могло бы быть описано множество различных модификаций, преимущественных или предпочтительных в отношении одной или более желаемых характеристик, специалисты в данной области понимают, что можно опустить одну или более характеристики, чтоб получить желаемые свойства системы, которые зависят от конкретного использования и воплощения. Эти свойства включают в себя,

но без ограничения перечисленным, стоимость, мощность, срок службы, расходы за срок службы, ликвидность, внешний вид, упаковку, размер, удобство технического обслуживания, вес, технологичность, легкость сборки и пр. Например, может быть более желательным установить более широкий набор датчиков для того, чтобы  
5 обеспечить более точную информацию о положении компонентов автомобиля. Однако для того, чтобы сохранить желаемую структуру стоимости, некоторые количества могут быть удостоверены на основании данных от меньшего количества датчиков. Модификации, описанные в данном документе как менее желательные по отношению к одной или более характеристик, входят в объем настоящего изобретения.

10

### Формула изобретения

1. Способ управления дизельным двигателем, в котором определяют фактор компенсации топлива на основании количества топлива, впрыснутого на текущем уровне эффективной мощности двигателя, деленного на установленное количество  
15 дизельного топлива, необходимого для обеспечения текущего уровня эффективной мощности двигателя, и оценивают содержание кислорода в подаваемом в двигатель топливе на основании фактора компенсации топлива.

2. Способ по п. 1, в котором дополнительно задают топливный тип кислорода, на котором в дальнейшем основывают оценку содержания кислорода в топливе.

20 3. Способ по п. 1, в котором заданным типом кислорода является сложный метиловый эфир жирной кислоты.

4. Способ по п. 1, в котором дополнительно оценивают количество твердых частиц, накопленных на сажевом фильтре дизеля, соединенном с выхлопом двигателя, и направляют команду осуществить регенерацию дизельного сажевого фильтра исходя  
25 из оцененного количества накопленных твердых частиц, причем указанное оцененное количество основано на совокупности параметров двигателя, одним из которых является определенное ранее содержание кислорода в топливе.

5. Способ по п. 1, в котором дополнительно оценивают количество топлива в моторном масле на основании совокупности параметров, один из которых представляет  
30 собой содержание кислорода в подаваемом в двигатель топливе, и сообщают информацию об интервале замены масла, основанном на оцененном количестве топлива в моторном масле.

6. Способ по п. 1, в котором дополнительно снижают давление впрыска топлива в ответ на увеличение содержания кислорода.

35 7. Способ по п. 1, в котором дополнительно блокируют двигатель в случаях, когда величина оцененного содержания кислорода превышает установленное пороговое значение, а температура составляет величину ниже порогового значения температуры.

8. Способ по п. 1, в котором пороговое значение температуры связано с температурой, при которой происходит парафинизация топлива, а также зависит от содержания  
40 кислорода.

9. Система двигателя, содержащая:

датчик кислорода и/или температуры выхлопных газов, соединенный с выхлопной системой двигателя;

топливные форсунки, соединенные с цилиндрами двигателя; и

45 электронный блок управления, соединенный с помощью электронной схемы с двигателем, указанным датчиком и топливными форсунками, причем электронный блок управления определяет фактор компенсации топлива на основании ожидаемого сигнала указанного датчика и фактического сигнала указанного датчика и оценивает

содержание кислорода в топливе на основании фактора компенсации топлива.

10. Система двигателя по п. 9, в которой ожидаемый сигнал датчика кислорода и/или температуры выхлопных газов основан на количестве топлива и воздуха, поступающих в двигатель.

5

10

15

20

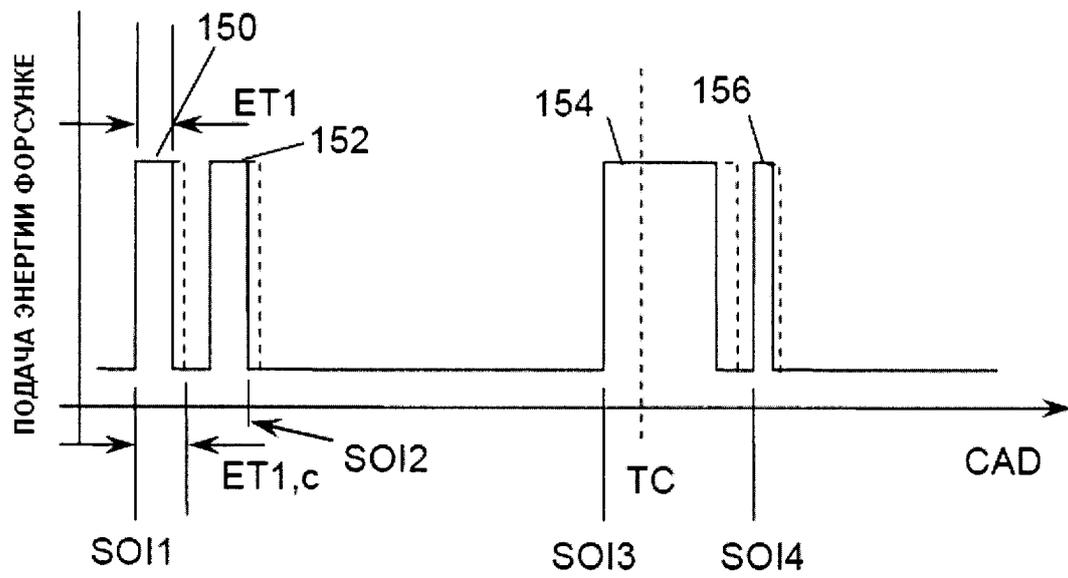
25

30

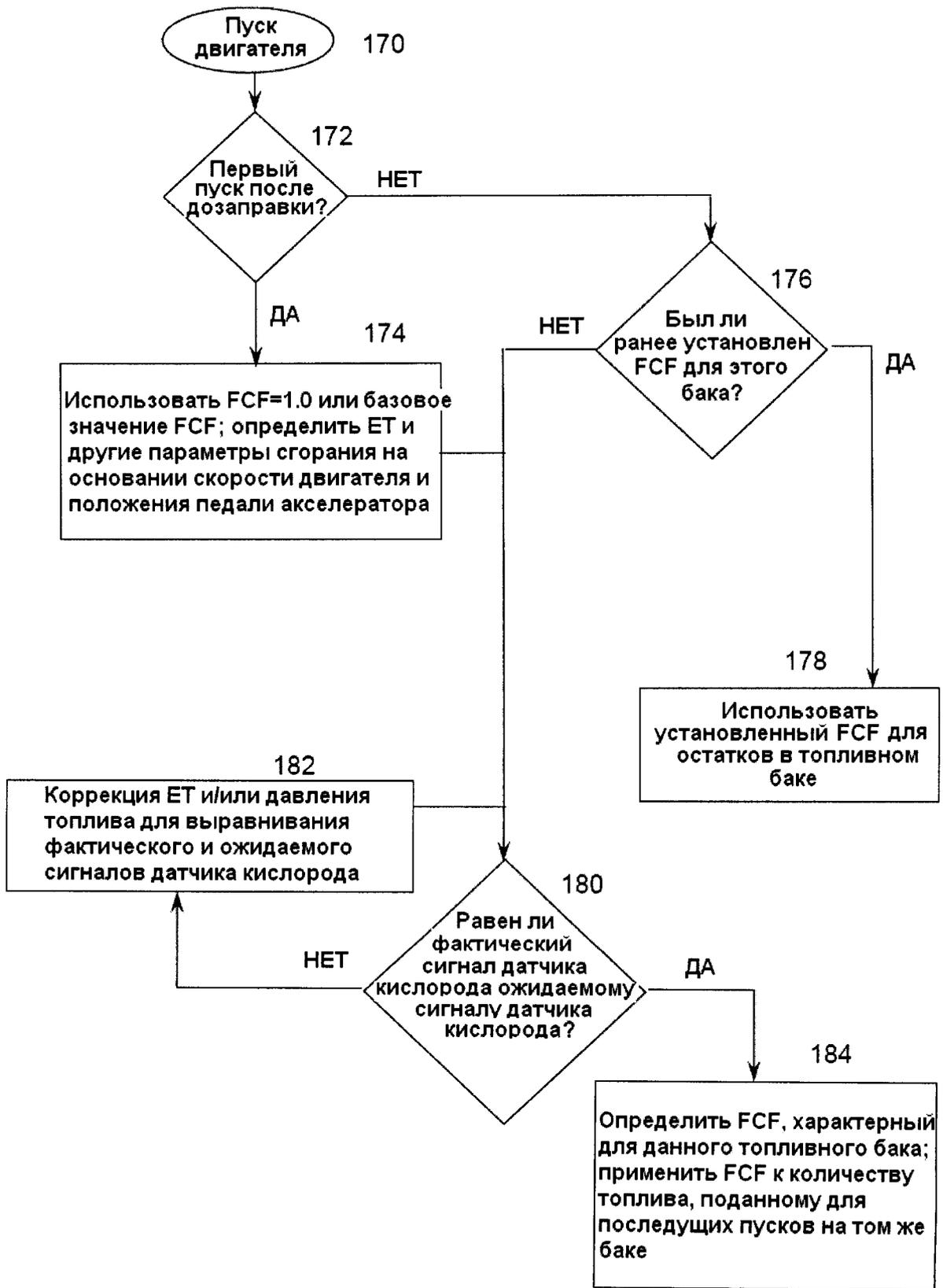
35

40

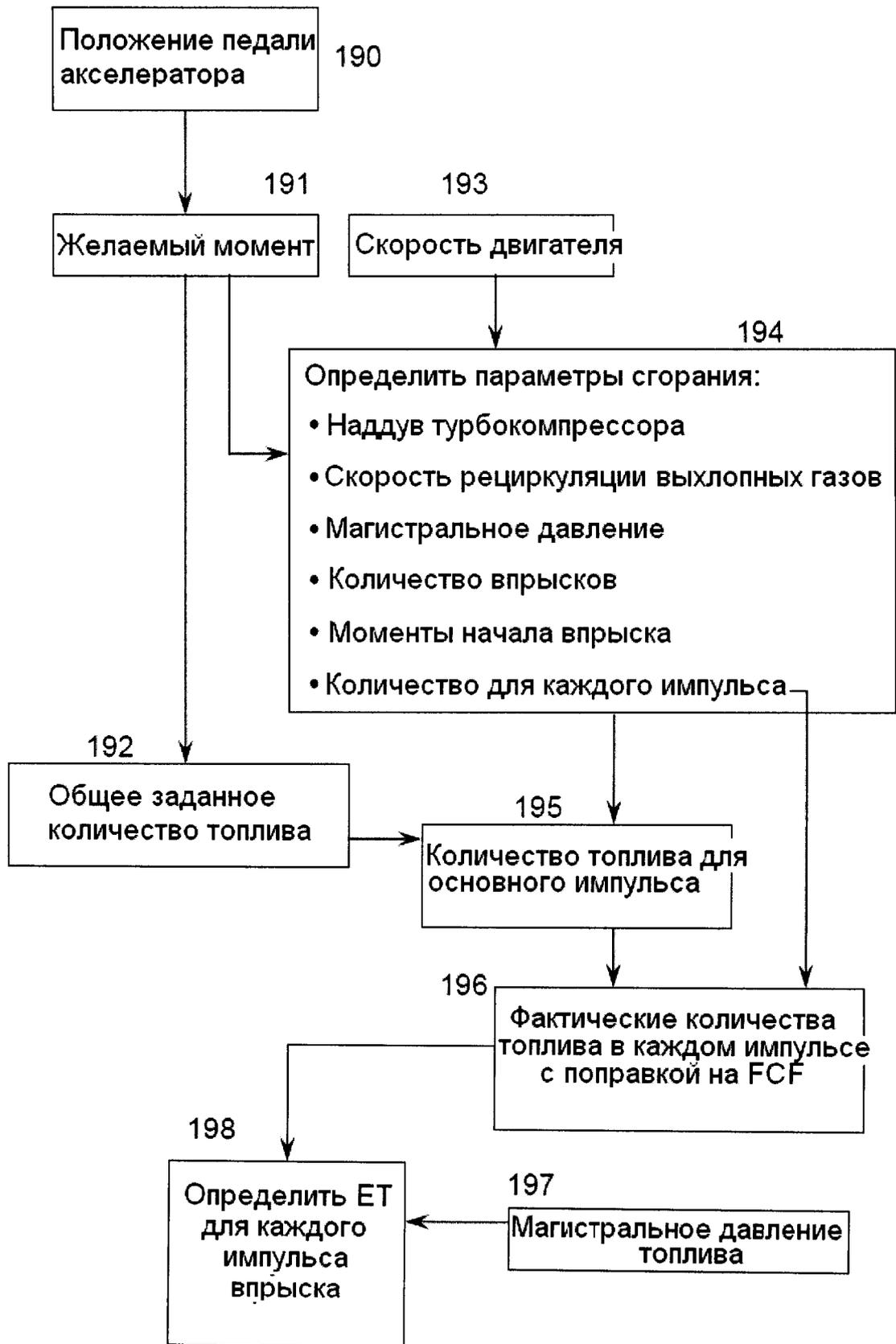
45



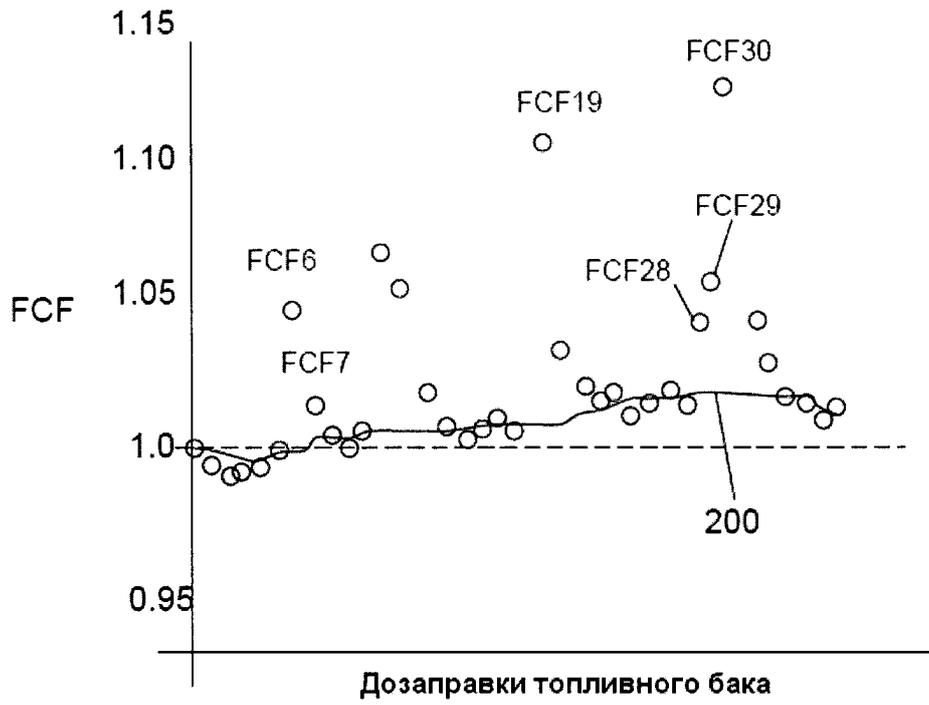
Фиг. 2



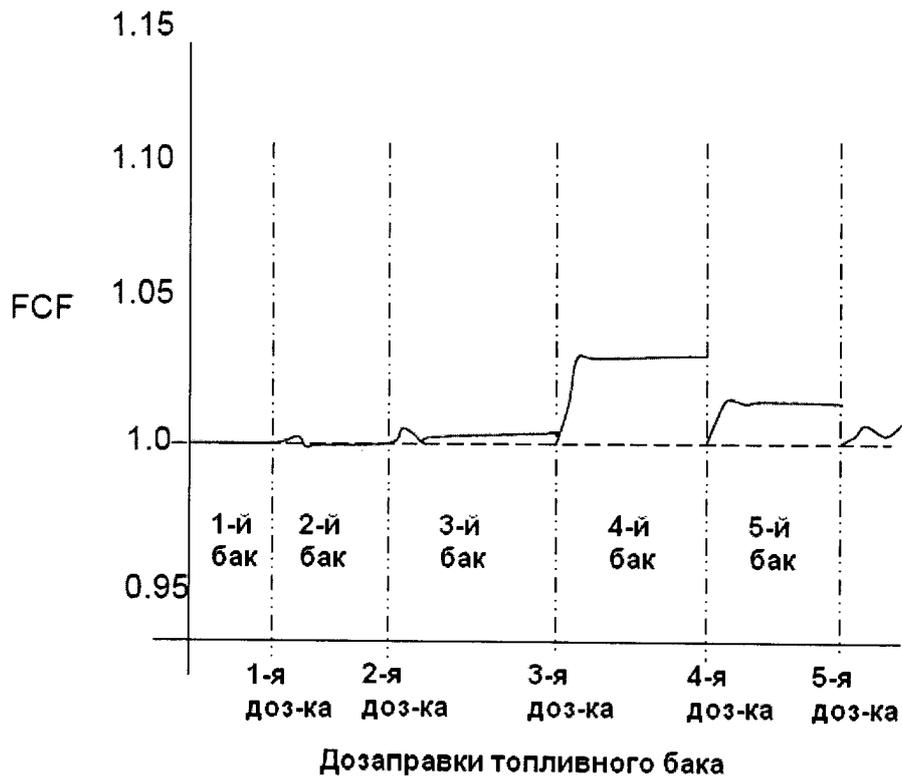
Фиг. 3



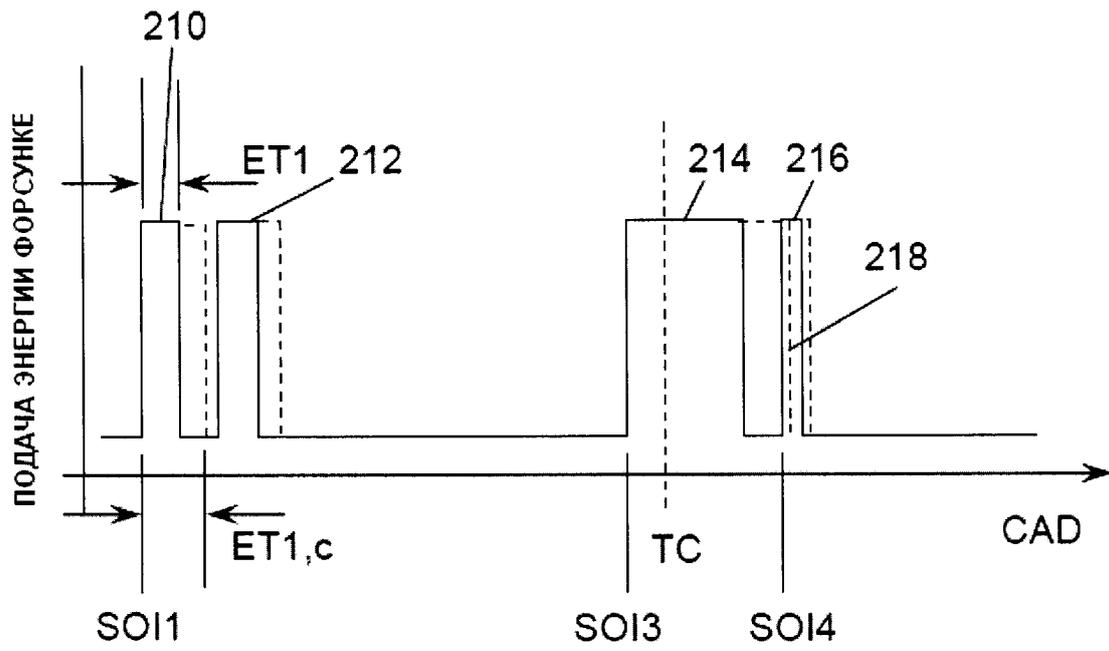
Фиг. 4



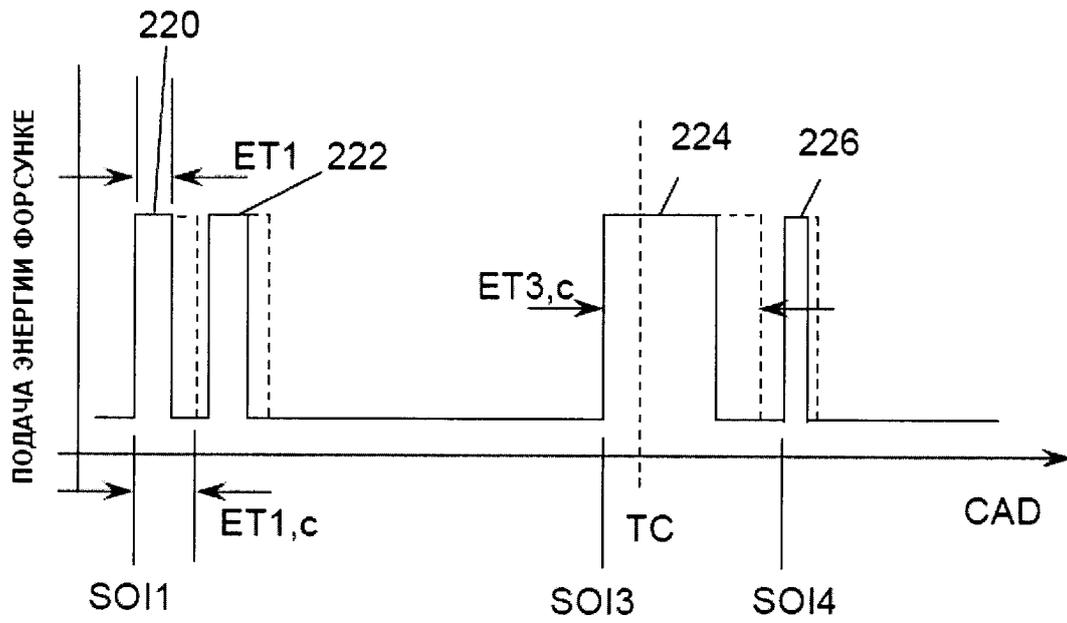
Фиг. 5



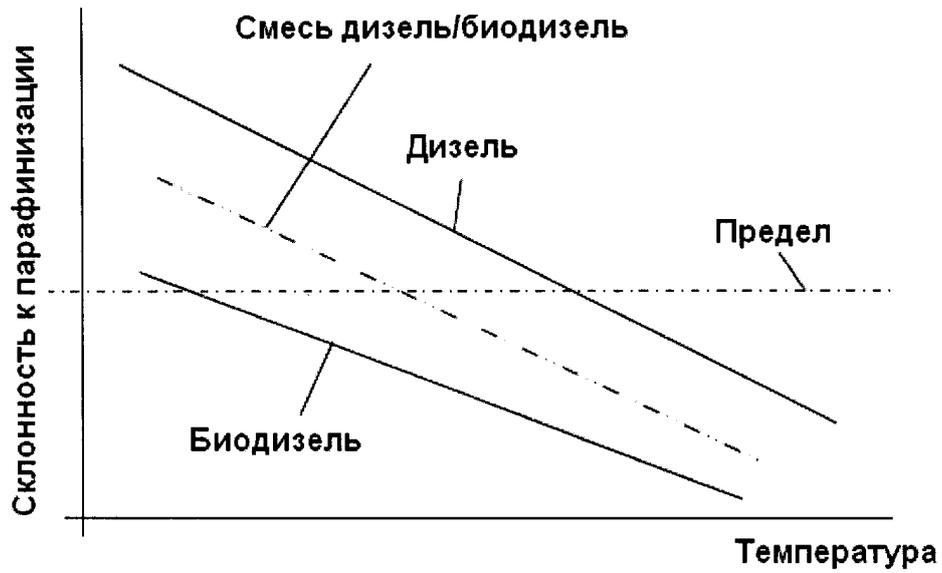
Фиг. 6



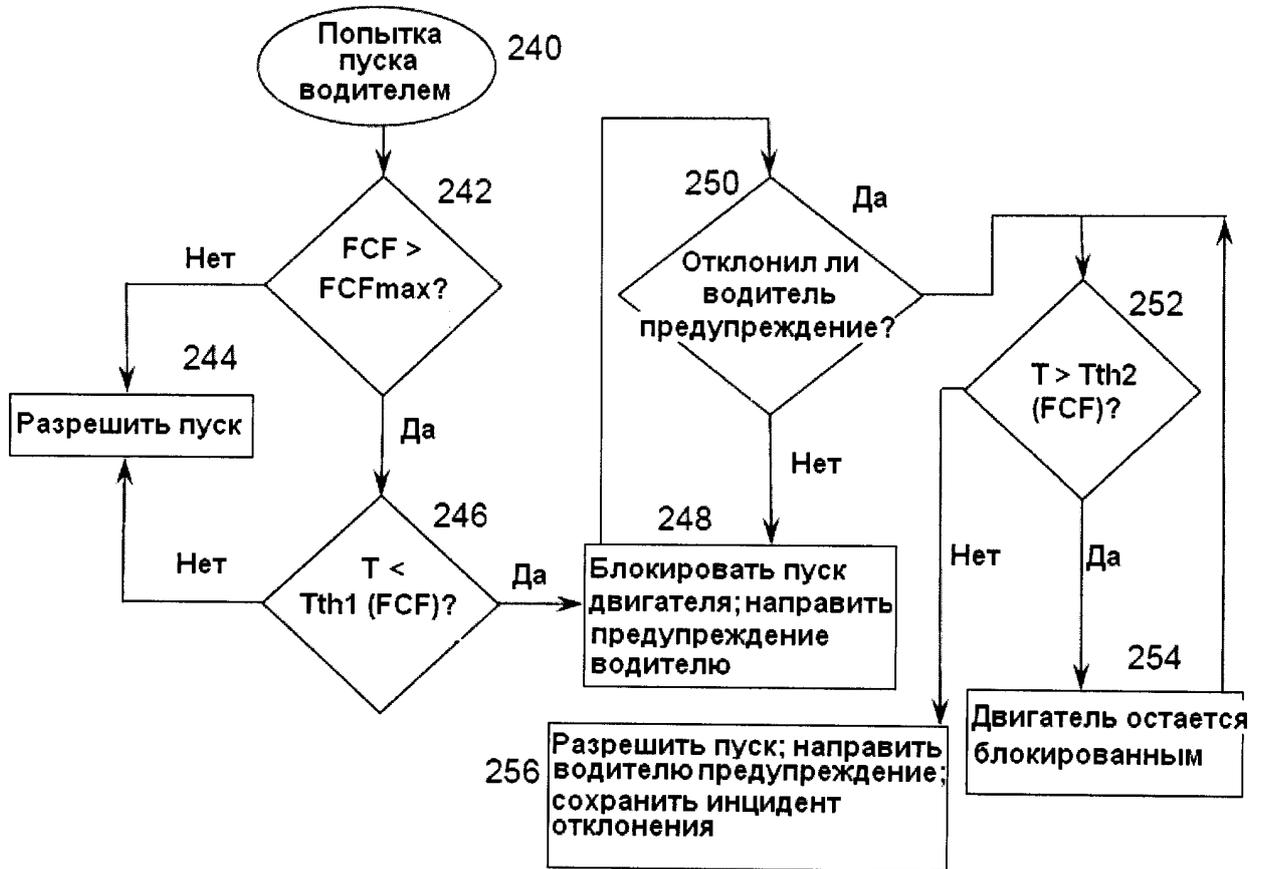
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10