



(51) МПК  
*F01N 3/00* (2006.01)  
*G01M 15/10* (2006.01)  
*G01N 27/04* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F01N 11/00* (2020.02); *F01N 3/021* (2020.02); *F01N 3/0814* (2020.02); *F01N 3/101* (2020.02); *F01N 3/2066* (2020.02); *G01M 15/102* (2020.02); *G01N 27/04* (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2016145333, 18.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.11.2016

Дата регистрации:  
20.07.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
11.12.2015 US 14/966,408

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2018 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 20.07.2020 Бюл. № 20

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

(72) Автор(ы):

**ЧЖАН Сяоган (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**Форд Глобал Текнолоджиз, ЛЛК (US)**

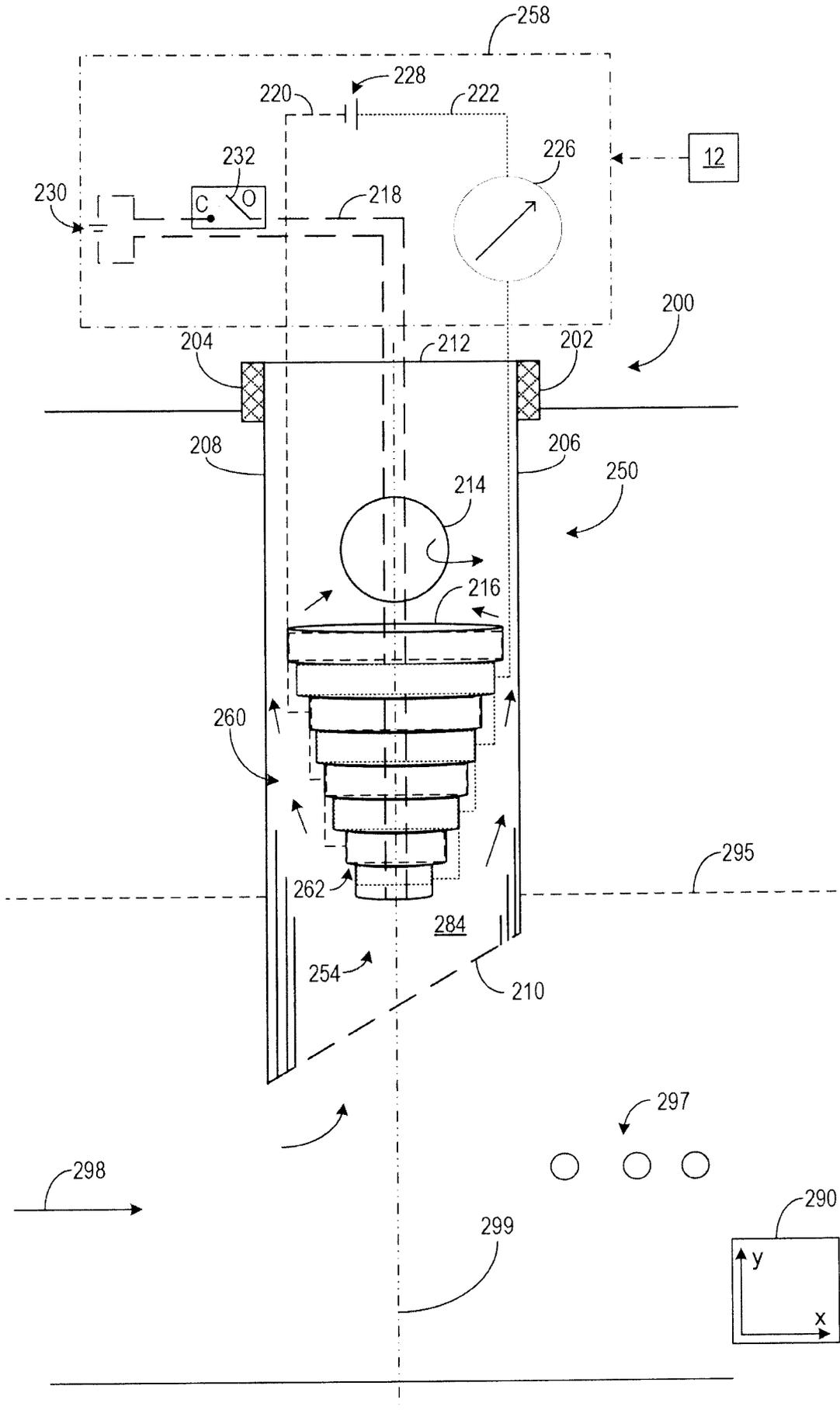
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2009/0301058 A1, 10.12.2009. US 2008/0011052 A1, 17.01.2008. US 2015/0253233 A1, 10.09.2015. WO 2006/027287 A1, 16.03.2006. US 6517612 B1, 11.02.2003. RU 151153 U1, 20.03.2015.

(54) СИСТЕМА (ВАРИАНТЫ) И СПОСОБ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в выпускных системах двигателей внутреннего сгорания. Система для обнаружения твердых частиц содержит набор полых дисков (260), возрастающих в размере в направлении вдоль вертикальной оси (299), электроды (220), (222) и трубку (250) с впускным отверстием (210). Первый электрод (220) установлен на поверхностях каждого второго диска (260) из набора дисков. Второй электрод (222) установлен на поверхностях каждого из оставшихся дисков (260)

из набора дисков. Впускное отверстие (210) трубки (250) обращено в направлении вниз по потоку относительно направления движения потока отработавших газов из двигателя. Раскрыты вариант выполнения системы для обнаружения твердых частиц и способ для обнаружения твердых частиц. Технический результат заключается в предотвращении попадания крупных частиц в трубку и в улучшении функционирования датчика твердых частиц. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F01N 3/00* (2006.01)  
*G01M 15/10* (2006.01)  
*G01N 27/04* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F01N 11/00* (2020.02); *F01N 3/021* (2020.02); *F01N 3/0814* (2020.02); *F01N 3/101* (2020.02); *F01N 3/2066* (2020.02); *G01M 15/102* (2020.02); *G01N 27/04* (2020.02)

(21)(22) Application: **2016145333**, 18.11.2016

(24) Effective date for property rights:  
**18.11.2016**

Registration date:  
**20.07.2020**

Priority:

(30) Convention priority:  
**11.12.2015 US 14/966,408**

(43) Application published: **20.05.2018** Bull. № 15

(45) Date of publication: **20.07.2020** Bull. № 20

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-PATENT", M.V. Khmara**

(72) Inventor(s):

**ZHANG, Xiaogang (US)**

(73) Proprietor(s):

**Ford Global Technologies, LLC (US)**

(54) **SYSTEM (VERSIONS) AND METHOD FOR SOLID PARTICLES DETECTION**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention can be used in exhaust systems of internal combustion engines. System for detecting solid particles comprises a set of hollow discs (260) increasing in size in direction along vertical axis (299), electrodes (220), (222) and tube (250) with inlet opening (210). First electrode (220) is installed on surfaces of each second disc (260) from a set of discs. Second electrode (222) is installed on the surfaces of

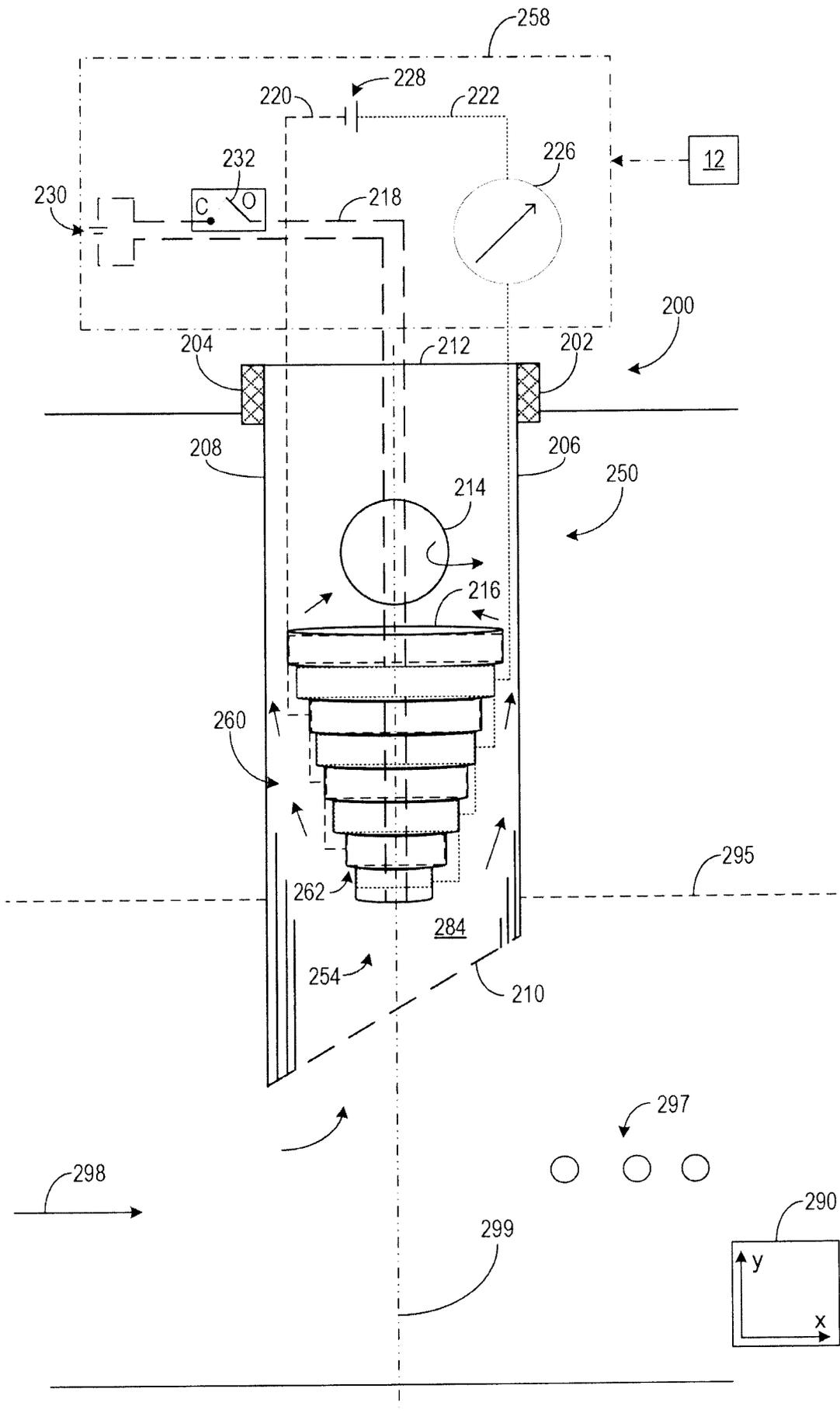
each of remaining disks (260) from the set of disks. Inlet hole (210) of tube (250) faces in downstream direction relative to flow direction of exhaust gases from engine. Invention discloses a system for detecting solid particles and a method of detecting solid particles.

EFFECT: technical result consists in prevention of ingress of coarse particles into tube and in improvement of solid particles sensor functioning.

20 cl, 5 dwg

C 2  
0 2 1 7 2 7 2  
R U

R U  
2 7 2 7 1 2 0  
C 2



ФИГ. 2

Область техники

Настоящее изобретение относится, в основном, к способам и системам для обнаружения твердых частиц в выпускной системе.

Уровень техники/Краткое изложение

5 Системы контроля вредных выбросов двигателя могут использовать различные датчики отработавших газов. Одним из примеров такого датчика может быть датчик твердых частиц, определяющий массу и/или концентрацию твердых частиц в отработавших газах. Например, работа датчика твердых частиц может заключаться в накоплении твердых частиц за некоторый период времени и обеспечении указания  
10 степени накопления как измеренного уровня твердых частиц в отработавших газах.

Датчики твердых частиц могут соотносить измеренную величину изменения удельной электропроводности (или удельного сопротивления) между парой электродов, расположенных на поверхности подложки датчика, с количеством твердых частиц, накопленных между электродами. Работу датчиков твердых частиц может нарушать  
15 неравномерное накопление сажи на датчике вследствие неравномерного распределения потока по поверхности датчика. Кроме того, датчики твердых частиц могут загрязняться при ударах капель воды и/или крупных частиц, присутствующих в отработавших газах. Эти загрязнения могут привести к ошибкам выходного сигнала датчика.

Другие попытки устранить осадок на датчиках твердых частиц содержат заключение  
20 датчика в трубку. Один пример такого подхода продемонстрирован Нельсоном и др. в патенте США 8225548. В нем датчик ТЧ (РМ) содержит дефлектор потока и барьер, расположенный вокруг элемента датчика ТЧ для фильтрации крупных частиц и предотвращения попадания их на элемент датчика ТЧ. Таким образом, барьер служит для задержания крупных частиц в потоке отработавших газов и предотвращает их  
25 соударение с элементом датчика ТЧ, что снижает колебания чувствительности датчика ТЧ, возникающие из-за осаждения крупных частиц на элементе датчика ТЧ.

Однако авторы настоящего изобретения обнаружили возможные недостатки у систем, подобных системе Нельсона. Например, плоские поверхности подложки могут быть восприимчивы к неравномерному осаждению твердых частиц из-за того, что эти  
30 поверхности контактируют с отработавшими газами в небольшой части устройства датчика. Кроме того, отверстие трубки датчика направлено против движения потока отработавших газов. Это позволяет крупным частицам легко проникать внутрь трубки датчика и накапливаться случайным образом на датчике, несмотря на конфигурацию трубки датчика.

35 Авторы настоящего изобретения смогли выявить вышеуказанные недостатки и выработать подход, позволяющий, по крайней мере, частично, устранить как общие недостатки, так и недостатки конструкции Нельсона. Например, эти недостатки могут быть исправлены при помощи системы, содержащей набор полых дисков, увеличивающихся в диаметре вдоль вертикальной оси, первый электрод, установленный  
40 на поверхностях каждого второго диска из набора дисков, второй электрод, установленный на поверхностях оставшихся дисков из набора дисков, и трубку с впускным отверстием, направленным по направлению движения потока отработавших газов двигателя. Таким образом, крупные частицы не могут проникать в трубку вследствие своей кинетической энергии, в то время как диски захватывают твердые  
45 частицы из трубки большего размера, по сравнению с предыдущими конструкциями.

Например, указанные диски могут увеличиваться в размере в направлении движения выпускных газов в трубке. Внешний обод (край) более крупных дисков может проходить за внешней окружностью меньших дисков, причем эти выступающие края располагают

против направления движения выпускных газов в трубке. Твердые частицы (ТЧ) могут осаждаться на краях дисков и образовывать переемычки между первым и вторым электродами после превышения порогового значения количества ТЧ. Крупные частицы и/или капли воды не могут проходить через трубку благодаря конфигурации отверстия

5 трубки и большей кинетической энергии крупных частиц и/или капель воды, по сравнению с ТЧ меньшего размера. В целом, функционирование датчика ТЧ может быть улучшено, а сам датчик может стать более надежным.

Следует понимать, что приведенное выше краткое изложение предоставлено для ознакомления в упрощенной форме с выбором концепций, которые далее раскрываются

10 в подробном описании. Краткое изложение не предназначено для идентификации ключевых или основных отличительных признаков предмета настоящего изобретения, определяемого исключительно по формуле изобретения, которая следует за подробным описанием. Кроме того, заявленное существо изобретения не ограничивается реализациями, устраняющими какие-либо указанные выше недостатки или

15 присутствующие в какой-либо части настоящего раскрытия.

Краткое описание иллюстраций

На фиг. 1 показана схема двигателя.

На фиг. 2 показан первый пример конструкции узла датчика твердых частиц (ТЧ).

На фиг. 3 показан второй пример конструкции узла датчика ТЧ.

20 На фиг. 4 показан третий пример конструкции узла датчика ТЧ.

На фиг. 2-4 схемы приведены в приблизительном масштабе, хотя могут быть использованы другие относительные размеры.

На фиг. 5 показан способ для определения необходимости восстановления фильтра или выявления его неисправности.

25 Подробное описание

Последующее раскрытие относится к узлу датчика твердых частиц (ТЧ). Узел датчика ТЧ может содержать трубку, служащую барьером для датчика ТЧ, причем этот барьер может препятствовать проникновению больших частиц и/или капель воды к датчику ТЧ. Узел датчика ТЧ может быть расположен ниже по потоку относительно сажевого

30 фильтра в выпускном патрубке двигателя, как показано на фиг. 1. Узел датчика ТЧ может улавливать сажу при помощи набора расположенных друг над другом дисков, причем диски увеличиваются в диаметре по направлению движения выхлопных газов внутри узла датчика. Края более крупных дисков выступают за края меньших дисков, создавая поверхность между электродами, на которой может осесть сажа. Когда сажа

35 накапливается, на электродах узла датчика ТЧ могут образоваться переемычки, указывающие на то, что один или несколько фильтров твердых частиц в выпускном патрубке становятся полностью заполненными и/или неисправными. Примеры узлов датчика ТЧ показаны на фиг. 2, 3 и 4. Способ для определения ситуации, когда датчик твердых частиц в выпускном патрубке оказывается полностью заполненным и/или

40 неисправным, показан на фиг. 5.

На фиг. 1-4 показаны примеры конструкций с относительным расположением различных компонентов. Если показано, что эти компоненты непосредственно соприкасаются друг с другом или непосредственно соединены, то такие элементы могут упоминаться как находящиеся в прямом контакте или непосредственно соединенные,

45 соответственно, в качестве примера. Точно так же элементы, показанные близлежащими или смежными, могут быть близлежащими или смежными соответственно, только в качестве примера. Если, например, показано, что компоненты взаимодействуют своими поверхностями друг с другом, то такие элементы могут быть названы находящимися

в поверхностном контакте. В качестве другого примера, элементы, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга и разделенные только некоторым пространством, могут быть названы таким образом, по крайней мере, в одном примере.

На фиг. 1 показана схема, изображающая один цилиндр многоцилиндрового двигателя 10, который может быть частью силовой установки автомобиля. Управление двигателем 10 могут осуществлять, по крайней мере, частично, при помощи системы управления, содержащей контроллер 12, а также при помощи сигналов управления от водителя 132 автомобиля, поступающих от устройства 130 ввода. В этом примере устройство 130 ввода содержит педаль акселератора и датчик 134 положения педали акселератора - для генерации пропорционального сигнала ПП (PP) положения педали. Камера 30 сгорания (которую так же можно назвать цилиндром 30) двигателя 10 может содержать стенки 32 камеры сгорания с помещенным в них поршнем 36. Поршень 36 может быть соединен с коленчатым валом 40 с возможностью преобразования возвратно-поступательных движений поршня во вращательное движение коленчатого вала 40. Коленчатый вал 40 может быть соединен, по крайней мере, с одним ведущим колесом (не показанным на схеме) автомобиля при помощи промежуточной системы трансмиссии (не показанной на схеме). Кроме того, мотор стартера (не показанного на схеме) может быть соединен с коленчатым валом 40 при помощи маховика (не показанного на схеме) для обеспечения возможности запуска двигателя 10.

Камера 30 сгорания может получать всасываемый воздух от впускного коллектора 44 через впускной патрубок 42 и может выбрасывать отработавшие газы через выпускной патрубок 48. Впускной коллектор 44 и выпускной патрубок 48 могут выборочно сообщаться с камерой 30 сгорания через впускной клапан 52 и выпускной клапан 54 соответственно. В некоторых конструкциях камера 30 сгорания может содержать два и более впускных клапана и/или два и более выпускных клапана.

В примере на фиг. 1 впускным клапаном 52 и выпускным клапаном 54 может управлять кулачковый привод при помощи соответствующих систем 51 и 53 кулачкового привода. Каждая из систем 51 и 53 кулачкового привода может содержать один или несколько кулачков и может использовать одну или несколько систем переключения профиля кулачков ППК (CPS), изменения фаз кулачкового распределения ИФКР (VCT), изменения фаз газораспределения ИФГ (VVT) и/или изменения высоты подъема клапанов ИВПК (WL), что позволяет изменять режим работы клапанов при помощи контроллера 12. Положение впускного клапана 52 и выпускного клапана 54 могут определить при помощи позиционных датчиков 55 и 57 соответственно. В альтернативных конструкциях впускным клапаном 52 и/или выпускным клапаном 54 могут управлять при помощи электропривода клапанов. Например, в альтернативной конструкции цилиндр 30 может содержать впускной клапан, управляемый при помощи электропривода клапанов, и выпускной клапан, управляемый при помощи кулачкового привода, содержащего системы ППК и/или ИФКР.

В некоторых конструкциях каждый цилиндр двигателя 10 может быть выполнен с одним или несколькими топливными инжекторами для подачи топлива. В качестве не ограничивающего примера, цилиндр 30 показан с одним топливным инжектором 66. Топливный инжектор 66 показан соединенным непосредственно с цилиндром 30, что обеспечивает впрыск топлива непосредственно в цилиндр, пропорционально ширине импульса впрыска ШИВ (FPW), получаемого от контроллера 12 через электронный преобразователь 68. В этом случае топливный инжектор 66 обеспечивает процесс, известный как прямой впрыск топлива в камеру 30 сгорания. Следует принять во внимание, что цилиндр 30 может получать топливо при помощи нескольких впрысков

в течение цикла сгорания. В других примерах топливный инжектор могут установить на боковой части камеры сгорания или в верхней части камеры сгорания. Топливо могут подавать к топливному инжектору 66 при помощи топливной системы (не показанной на схеме), содержащей топливный бак, топливный насос и топливную

5

рампу. В примере, показанном на фиг. 1, двигатель 10 выполнен как дизельный двигатель, обеспечивающий сжигание смеси воздуха и дизельного топлива посредством воспламенения от сжатия. В других конструкциях двигатель 10 может сжигать различные виды топлива, в том числе: бензин, биодизельное топливо или спиртосодержащую топливную смесь (например, бензин и этанол или бензин и метанол) посредством воспламенения от сжатия и/или воспламенения от искры зажигания. Таким образом, раскрытую здесь конструкцию могут использовать в любом подходящем двигателе, из числа, но без ограничения этим перечнем, дизельных и бензиновых двигателей с воспламенением от сжатия, двигателей с воспламенением от искры зажигания, двигателей с впрыском во впускные каналы и т.д.

10

15

Впускной патрубок 42 может содержать дроссель 62, имеющий диск 64 дросселя. В этом конкретном примере контроллер 12 может изменять положение диска 64 дросселя при помощи сигналов, подаваемых на электрический мотор или привод, связанный с дросселем 62, причем такая конфигурация обычно называется электронным управлением дросселем ЭУД (ETC). Таким образом, дросселем 62 могут управлять для изменения количества впускного воздуха, подаваемого к камере 30 сгорания, а также к другим цилиндрам двигателя. Данные о положении диска 64 дросселя могут направить в контроллер 12 при помощи сигнала положения дросселя ПД (TP). Впускной патрубок 42 может содержать датчик 120 массового расхода воздуха и датчик 122 давления воздуха в коллекторе для направления соответствующих сигналов массового расхода воздуха МРВ (MAF) и давления воздуха в коллекторе ДВК (MAP) в контроллер 12.

20

25

Кроме того, в раскрытой конструкции система рециркуляции отработавших газов РОГ (EGR) может направлять требуемую часть отработавших газов из выпускного патрубка 48 во впускной коллектор 44 через канал 140 РОГ. Контроллер 12 может изменять количество газов РОГ при помощи клапана 142 РОГ. За счет ввода отработавших газов в двигатель 10 могут снизить доступное для сгорания количество кислорода, что уменьшает температуру пламени сгорающей смеси, уменьшая образование, например, оксидов азота (NOx). Как показано, система РОГ дополнительно содержит датчик 144 РОГ, который могут установить внутри канала 140 РОГ, обеспечив тем самым определение одного или нескольких из следующих параметров: давление, температура и концентрация отработавших газов. При некоторых условиях систему РОГ могут использовать для управления температурой воздушно-топливной смеси в камере 30 сгорания, обеспечивая способ управления синхронизацией зажигания во время некоторых режимов сгорания. Кроме того, при некоторых условиях, часть отработавших газов может задерживаться или улавливаться в камере сгорания при соответствующим управлении выпускным клапаном, например, при помощи механизма управления изменением фаз газораспределения.

30

35

40

Выпускная система 128 содержит датчик 126 отработавших газов, соединенный с выпускным патрубком 48 выше по потоку от системы 70 снижения токсичности отработавших газов и канала 140 РОГ. Датчик 126 отработавших газов может представлять собой подходящий датчик для определения воздушно-топливного отношения в отработавших газах, то есть быть одним из следующего: линейный датчик кислорода или универсальный датчик кислорода в отработавших газах УДКОГ (UEGO),

45

бистабильный датчик кислорода в отработавших газах ДКОГ (EGO), нагреваемый датчик кислорода в отработавших газах НДКОГ (HEGO), датчик NOx, HC или CO.

Система 70 снижения токсичности отработавших газов показана установленной в тракте выпускного патрубка 48 ниже по потоку от датчика 126 отработавших газов.

5 Система 70 снижения токсичности отработавших газов может представлять собой систему выборочного каталитического восстановления ВКВ (SCR), трехрежимный катализатор ТРК (TWC), ловушку NOx, различные другие устройства снижения токсичности отработавших газов или комбинацию указанных устройств. Например, система 70 снижения токсичности отработавших газов может содержать катализатор

10 71 ВКВ и фильтр 72 твердых частиц ФТЧ (PF). В некоторых конструкциях ФТЧ 72 могут поместить ниже по потоку относительно катализатора ВКВ (как показано на фиг. 1), в то время как в других конструкциях ФТЧ 72 могут поместить выше по потоку относительно катализатора 71 ВКВ (не показано на фиг. 1). Система 70 снижения токсичности отработавших газов может дополнительно содержать датчик 162

15 отработавших газов. Датчик 162 может представлять собой какой-либо подходящий датчик для определения концентраций составляющих отработавшие газы веществ, такой как датчик NOx, NH3, ROG или, например, датчик твердых частиц (ТЧ). В некоторых конструкциях датчик 162 могут поместить ниже по потоку относительно ФТЧ 72 (как показано на фиг. 1), в то время как в других конструкциях датчик 162

20 могут поместить выше по потоку относительно ФТЧ 72 (не показано на фиг. 1). Кроме того, следует отметить, что на протяжении выпускного патрубка 48 могут установить более одного датчика 162.

Как раскрыто более подробно на фиг. 2, датчик 162 может представлять собой узел датчика ТЧ, содержащий датчик ТЧ и имеющий возможность измерять массу или

25 концентрацию твердых частиц ниже по потоку относительно ФТЧ 72. Например, датчик 162 может представлять собой датчик содержания сажи. Датчик 162 может иметь линию связи с контроллером 12 и может поддерживать связь с контроллером 12 для указания концентрации твердых частиц в отработавших газах, выходящих из ФТЧ 72 и двигающихся через выпускной патрубок 48. Таким образом, датчик 162 может

30 обнаруживать утечки из ФТЧ 72.

Кроме того, в некоторых конструкциях, во время работы двигателя 10, система 70 снижения токсичности отработавших газов может периодически включаться повторно за счет работы, по крайней мере, одного цилиндра двигателя в пределах конкретного воздушно-топливного соотношения.

35 Контроллер 12 показан на фиг. 1 как микрокомпьютер, содержащий микропроцессорное устройство 102, порты 104 ввода/вывода, электронный носитель данных для выполняемых программ и калибровочных значений, показанный в этом конкретном примере в виде микросхемы 106 постоянного запоминающего устройства, оперативное запоминающее устройство 108, энергонезависимое запоминающее

40 устройство 110 и шину данных. Контроллер 12 может обеспечивать информационную связь и получать различные сигналы от датчиков, соединенных с двигателем 10, в дополнение к вышеуказанным сигналам, в том числе, данные измерения входного массового расхода воздуха МРВ (MAF) от датчика 120 массового расхода воздуха; температуру хладагента двигателя ТХД (ECT) от датчика 112 температуры,

45 присоединенного к охлаждающей рубашке 114; сигнал профиля зажигания СПЗ (PIP) от датчика 118 Холла (или другого типа), соединенного с коленчатым валом 40; положение дросселя ПД (TP) от датчика положения дросселя; сигнал абсолютного давления в коллекторе АДК (MAP) от датчика 122; и значение концентрации

компонентов отработавших газов от датчика 126 отработавших газов. Контроллер 12 может генерировать сигнал частоты вращения двигателя ЧВД (RPM) на основе сигнала СПЗ (PIP).

5 Контроллер 12 получает сигналы от различных датчиков, показанных на фиг. 1 (например, от датчика 162 отработавших газов) и использует различные приводы, показанные на фиг. 1, для регулировки работы двигателя на основе полученных сигналов и хранящихся в памяти контроллера команд.

10 Как было указано выше, на фиг. 1 изображен только один цилиндр многоцилиндрового двигателя, причем каждый цилиндр может, аналогичным образом, содержать собственный набор впускных и выпускных клапанов, топливный инжектор (инжекторы), свечу зажигания (свечи зажигания) и т.д.

15 На фиг. 2 показана схема первой конструкции узла 200 датчика твердых частиц (ТЧ). Узел 200 датчика ТЧ могут использовать подобно датчику 162 или совместно с датчиком 162 в конструкции, показанной на фиг. 1, и поэтому этот узел может иметь такие же отличительные признаки и/или конфигурацию, как уже раскрытый датчик 162 отработавших газов. Узел 200 датчика ТЧ может быть выполнен с возможностью измерения массы и/или концентрации ТЧ в отработавших газах в выпускном патрубке 280. Узел 200 датчика ТЧ содержит защитную трубку 250, которая может предохранять элемент 254 датчика ТЧ в узле 200 датчика ТЧ посредством дополнительного  
20 перенаправления потока отработавших газов, как раскрыто ниже. Следует понимать, что узел 200 датчика ТЧ показан в упрощенном виде в качестве примера, и что возможны другие конфигурации.

25 Система 290 осей содержит две оси, причем ось x параллельна горизонтальной оси, а ось y параллельна вертикальной оси. Центральная ось 295 выпускного патрубка 280 параллельна оси x. Центральная ось 299 датчика параллельна оси y (перпендикулярна центральной оси 295). Стрелка 298 показывает общее направление поступления потока отработавших газов. Несколько стрелок показывают общее направление потока отработавших газов в узле 200 датчика ТЧ.

30 Элемент 254 датчика ТЧ содержит первый электрод 220 (показанный пунктирной линией со средней длиной штрихов) и второй электрод 222 (показанный пунктирной линией с малой длиной штрихов), не соприкасающиеся друг с другом и окружающие элемент 254 датчика ТЧ. Средняя длина штрихов больше малой длины штрихов. Электроды имеют противоположные заряды, причем первый электрод 220 заряжают положительно, а второй электрод 222 заряжают отрицательно. В качестве альтернативы,  
35 первый электрод 220 могут зарядить отрицательно, а второй электрод 222 могут зарядить положительно. Эти электроды обычно выполняют из таких металлов как платина, золото, осмий, родий, иридий, рутений, алюминий, титан, цирконий и т.п., а также из оксидов, цементов, сплавов и соединений, содержащих, по крайней мере, один из вышеупомянутых металлов. Указанные электроды формируют на подложке 216  
40 датчика, которую обычно изготавливают из материалов с высокими электроизолирующими свойствами. Возможные материалы с высокими электроизолирующими свойствами могут быть оксидами, такими как оксид алюминия, оксид циркония, оксид иттрия, оксид лантана, диоксид кремния, а также их комбинациями, содержащими, по крайней мере, одно из вышеупомянутых веществ, а также какими-либо подобными материалами, обладающими способностью уменьшать  
45 электрическую связь и обеспечивающими физическую защиту для пары находящихся в непосредственной близости электродов. Пространство между двумя электродами может иметь размер в диапазоне от 10 микрометров до 100 микрометров вдоль частей

подложки 216 датчика с шириной линии каждого электрода, имеющей примерно такую же величину.

Первый электрод 220 соединен с положительным контактом источника 228 напряжения электрической цепи 258. Второй электрод 222 соединен с измерительным устройством 226, которое может обеспечивать выходной сигнал датчика, и с отрицательным контактом источника 228 напряжения. Выходной сигнал датчика может содержать информацию о твердых частицах в потоке отработавших газов двигателя. Электрическая цепь 258, источник 228 напряжения, и измерительное устройство 226 располагают вне выпускного патрубка 280 на некотором расстоянии (например, меньше, чем один метр). Кроме того, источником напряжения 228 и измерительным устройством 226 электрической цепи 258 могут управлять при помощи контроллера, такого как контроллер 12 на фиг. 1, таким образом, что твердые частицы, накопленные в датчике ТЧ, могут быть использованы, например, для диагностики утечек в фильтре твердых частиц (ФТЧ) выпускного патрубка 280 (например, в фильтре 72 твердых частиц выпускного патрубка 48). Таким образом, измерительное устройство 226 может представлять собой какое-либо устройство, обладающее возможностью измерять изменение сопротивления между электродами, то есть, выполнять функции вольтметра. На электродах могут появиться перемычки, когда ТЧ осаждаются на подложке 216 датчика между электродами, как будет раскрыто ниже. Сопротивление между электродами может начать уменьшаться, когда осаждающиеся ТЧ заполнят весь промежуток между электродами (на электродах образуется перемычка), что выражается в уменьшении напряжения, измеренного измерительным устройством 226. Контроллер 12 может иметь возможность определить сопротивление между электродами как функцию напряжения, измеренного измерительным устройством 226 и спрогнозировать значение соответствующих отложений ТЧ или сажи на элементе 254 датчика ТЧ. Функционирование и/или состояние ФТЧ могут определить посредством мониторинга отложений ТЧ на элементе 254 датчика ТЧ.

Элемент 254 датчика ТЧ также содержит нагревательный элемент 218, встроенный в подложку 216 датчика. В альтернативных конструкциях элемент 254 датчика ТЧ может не содержать нагревательный элемент 218. Нагревательный элемент 218 проходит вдоль центральной оси 299 датчика через тело подложки 216 датчика. Нагревательный элемент 218 может содержать, но без ограничения этим, датчик температуры и нагреватель. Среди возможных материалов для нагревателя и датчика температуры, образующих нагревательный элемент 218 могут быть: платина, золото, палладий и т.п. Кроме того, это могут быть сплавы, оксиды, а также комбинации, содержащие, по крайней мере, один из вышеупомянутых материалов, с платиной/оксидом алюминия, платиной/палладием, платиной и палладием. Нагревательный элемент 218 могут использовать для восстановления подложки 216 датчика. В частности, в тех случаях, когда количество твердых частиц или сажи, осевших на подложку 216 датчика, больше порогового значения (что выражается в уменьшении сопротивления одного или более электрода), нагревательный элемент 218 могут включить для сжигания и удаления накопившихся частиц сажи с подложки 216 датчика посредством увеличения температуры подложки датчика. Во время восстановления датчика ТЧ контроллер 12 может подавать напряжение к источнику 230 напряжения. Кроме того, контроллер 45 может замкнуть переключатель 232 (переведя его в положение С) в течение порогового значения времени для подачи напряжения от источника напряжения 230 к нагревательному элементу 218, чтобы увеличить температуру нагревательного элемента 218. После этого, когда электроды датчика достаточно очищены, контроллер может

разомкнуть переключатель 232 (переведя его в положение О) для прекращения подогрева нагревательного элемента 218, как показано. За счет периодического восстановления узла 200 датчика ТЧ могут восстанавливать условия (например, очищенное или частично очищенное состояние), более подходящие для накопления сажи отработавших газов.

5 Кроме того, точную информацию, относящуюся к количеству сажи отработавших газов, могут предсказать по процессу восстановления датчика, и эту информацию может использовать контроллер для диагностирования утечек в фильтре твердых частиц. Эта информация может быть искажена из-за наличия крупных частиц и капель воды, попадающих на подложку 216 датчика.

10 Защитная трубка 250, служащая корпусом элементу 254 датчика ТЧ, может быть полой цилиндрической трубкой, содержащей трубчатую стенку 208, расположенную выше по потоку (внешняя стенка выше по потоку), трубчатую стенку 206, расположенную ниже по потоку (внешняя стенка ниже по потоку) и верхнюю поверхность 212. Трубчатая стенка 208, находящаяся выше по потоку, может быть  
15 ближе к ФТЧ, чем трубчатая стенка 206 ниже по потоку, при установке в выпускном патрубке 280 (например, фильтр 72 ТЧ в выпускном патрубке, показанном на фиг. 1). Кроме того, отработавшие газы, проходящие через выпускной патрубок 280, могут в первую очередь контактировать с трубчатой стенкой 208 трубки выше по потоку. Верхняя поверхность 212 может дополнительно содержать геометрические отверстия,  
20 через которые элемент 254 датчика ТЧ и его соответствующие электрические соединения могут быть вставлены в защитную трубку 250. Кроме того, отработавшие газы не могут проходить через верхнюю поверхность 212. Защитная трубка 250 может быть установлена в выхлопной трубе 282 двигателя выпускного патрубка 280 посредством втулок 202 и 204 датчика таким образом, что защитная трубка 250 выровнена и  
25 параллельна центральной оси 229 датчика. Защитная трубка 250 и выхлопная труба 282 имеют герметичное уплотнение друг с другом для предотвращения попадания в атмосферу отработавших газов, поступающих из двигателя. Защитную трубку 250 устанавливают в наиболее высокой точке выхлопной трубы 282, при этом подразумевают, что автомобиль находится на ровной поверхности. Например, могут  
30 использовать единственную, круглую, втулку датчика, охватывающую всю окружность защитной трубки 250, для установки защитной трубки 250 на выхлопную трубу 282. Как показано, защитная трубка 250 проходит через всю толщину выхлопной трубы 282 и проходит в часть выпускного патрубка 280. Глубина проникновения защитной трубки 250 в выпускной патрубок 280 может зависеть от диаметра выхлопной трубы  
35 282. В некоторых примерах защитная трубка 250 может проходить приблизительно на величину от одной третьей до двух третьих диаметра выхлопной трубы. Могут использовать и другую величину глубины установки.

Нижнюю часть защитной трубки 250 могут срезать под углом (пунктирная линия 210) для формирования скошенного впускного отверстия, позволяющего потоку  
40 выхлопных газов проходить внутрь узла 200 датчика ТЧ. Скошенная нижняя часть (210) может быть срезана под углом 30° или 45° относительно оси x (центральной оси 295). Таким образом, длина трубчатой стенки 208 выше по потоку больше длины трубчатой стенки 206 ниже по потоку. Таким образом, скошенное нижнее отверстие 210 обращено в сторону направления ниже по потоку, и противоположно направлению  
45 входящего потока отработавших газов. Более крупные частицы и капли воды могут проходить мимо скошенного отверстия 210 за счет большей кинетической энергии по сравнению с меньшими частицами, которые могут проходить в скошенное отверстие (называемое здесь как «впускное») 210. Узел 200 датчика ТЧ дополнительно содержит

выпускное отверстие 214, расположенное в стороне от впускного отверстия 210, выше подложки 216 датчика и рядом с верхней поверхностью 212. Выпускное отверстие 214 может быть одиночным отверстием или набором отверстий, расположенных вдоль задней стенки или передней стенки защитной трубки и обращенных в направлении, перпендикулярном потоку отработавших газов в выпускном патрубке 280. Поверхности задней стенки и передней стенки отличаются от поверхностей трубчатой стенки 208, находящейся выше по потоку, и трубчатой стенки 206, находящейся ниже по потоку. Задняя стенка, передняя стенка, трубчатая стенка 208, находящаяся выше по потоку, и трубчатая стенка 206, находящаяся ниже по потоку, являются смежными изогнутыми стенками, соединенными с окружностью верхней поверхности 212. В то время как выпускное отверстие 214 показано в виде эллиптического отверстия, могут быть использованы другие формы и размеры выпускного отверстия 214 без отступления от объема настоящего изобретения.

Подложка 216 датчика содержит набор концентрических, расположенных друг над другом, полых дисков 260, увеличивающихся в размере (диаметре) в вертикальном направлении (по направлению стрелки оси  $y$ ). Диски 260 являются круглыми и формируют башнеподобную фигуру, симметричную относительно центральной оси 299 датчика (оси  $y$ ). Диски 260 подвешены во внутреннем канале 284 защитной трубки 250 при помощи нагревательного элемента 218. Внутренние поверхности защитной трубки 250 отделены от внешних поверхностей дисков 260 некоторым пространством, определяемом расстоянием, причем это расстояние увеличивается в вертикальном направлении. Таким образом, диск, ближайший к впускному отверстию 210, имеет наименьший диаметр, а диск, ближайший к выпускному отверстию 214, имеет наибольший диаметр. Диаметры дисков 260 могут возрастать с некоторым шагом вдоль вертикальной оси, причем величина шага находится в диапазоне от 10% до 50%. Например, первый диск, находящийся непосредственно над вторым диском, может иметь диаметр на 25% больше, чем диаметр второго диска, причем первый диск выступает за внешний обод 262 (край) первого диска. Область внутреннего канала 284 рядом с дисками 260 уменьшается вдоль вертикальной оси. Внешние ободья 262, открытые со стороны входящего потока отработавших газов во внутреннем канале 284, представляют собой плоские поверхности, подверженные воздействию отработавших газов и имеющие возможность контактировать с ними во внутреннем канале 284. Площадь подверженного воздействию внешнего обода из числа внешних ободьев 262 может быть основана на отличии смежных дисков из числа дисков 260. Таким образом, площади внешних ободьев 262 могут увеличиваться в вертикальном направлении. В другом примере внешние ободья 262 могут иметь одинаковую площадь. Например, диски 260 могут иметь, по существу, одинаковую толщину. В другом примере диски 260 могут иметь, по существу, одинаковый объем, причем толщина дисков 260 уменьшается в соответствии с увеличением диаметра в вертикальном направлении. За счет обеспечения одинакового объема дисков 260 нагревательный элемент 218 может потреблять меньшую мощность для нагревания подложки 216 датчика. Хотя на схеме показано восемь дисков 260, могут использовать другое количество дисков 260.

Первые электроды 220 установлены вокруг внешней кольцевой поверхности каждого второго диска из числа дисков 260, а вторые электроды 222 установлены на внешней кольцевой поверхности каждого из оставшихся дисков из числа дисков 260. Эта внешняя кольцевая поверхность, по существу, параллельна потоку отработавших газов во внутреннем канале 284. Внешние ободья 262 расположены между первыми электродами 220 и вторыми электродами 222. Диски 260 расположены таким образом, что ТЧ могут

быть уловлены внешними ободьями 262. ТЧ, уловленные вдоль внешних ободьев 262, могут образовывать перемычки между первыми электродами 220 и вторыми электродами 222 смежных дисков, что изменяет напряжение (сопротивление), определяемое измерительным устройством 226.

5 Входящий поток 298 отработавших газов представляет собой отработавшие газы выше по потоку относительно узла 200 датчика ТЧ и может проходить во впускное отверстие 210 защитной трубки 250 или обтекать защитную трубку 250. Таким образом, поток 298 отработавших газов представляет собой отработавшие газы, выходящие из ФТЧ. Крупные частицы и капли 297 воды в потоке 298 отработавших газов не могут  
10 проходить во впускное отверстие 210 из-за того, что обладают большей кинетической энергией, по сравнению с меньшими частицами, причем эта кинетическая энергия способствует прохождению крупных частиц и капель воды мимо впускного отверстия 210, что уменьшает и/или предотвращает попадание крупных частиц на элемент 216 датчика. ТЧ меньшего размера, находящиеся в отработавших газах, могут проходить  
15 через впускное отверстие 210 и проходить во внутренний канал 284, где отработавшие газы могут протекать между элементом 254 датчика ТЧ и внутренними поверхностями защитной трубки 250. Внутренний канал 284 может иметь круглое поперечное сечение. Отработавшие газы во внутреннем канале 284 могут контактировать с одним или несколькими внешними ободьями 262 дисков 260, где могут осаждаться ТЧ меньшего  
20 размера. Отработавшие газы проходят по всей высоте подложки 216 датчика перед тем, как выйти через выпускное отверстие 214 и пройти в выпускной патрубке 280. Отработавшие газы, выходящие из выпускного отверстия 214, могут протекать в направлении, перпендикулярном направлению входящего потока 298 отработавших газов, перед объединением с отработавшими газами, движущимися в выпускном  
25 патрубке 280.

ТЧ, накопленные на внешних ободьях 262, могут одновременно контактировать с первым электродом 220 и вторым электродом 222, что образует перемычки (электрическую связь) на электродах. В случае образования перемычек контроллер 12 может включить нагревательный элемент 218 для восстановления элемента 216 датчика.  
30 Во время восстановления ТЧ сгорают, превращаясь в золу, что позволяет отработавшим газам уносить эту золу от элемента 216 датчика. Дополнительно или альтернативно, могут определить неисправность ФТЧ выпускного патрубка 280 на основе промежутка времени между последующими восстановлениями элемента 216 датчика, как раскрыто ниже на фиг. 5. Отработавшие газы во внутреннем канале 284 проходят через выпускное  
35 отверстие 214 и поступают в выпускной патрубке 280.

Таким образом, узел датчика ТЧ содержит элемент датчика ТЧ с подложкой датчика для улавливания ТЧ внутри корпуса защитной трубки. Подложка датчика представляет собой башнеобразную фигуру с набором дисков, возрастающих в размере вдоль направления вертикальной оси. Диски могут иметь внешние поверхности, подверженные  
40 воздействию отработавших газов внутри защитной трубки, причем эти поверхности обращены в перпендикулярном или противоположном направлении к направлению потока отработавших газов в защитной трубке. Кольцевые поверхности обращены в перпендикулярном направлении к направлению потока отработавших газов, а внешние ободья обращены в противоположном направлении к направлению потока  
45 отработавших газов. Первые электроды установлены на кольцевых поверхностях каждого второго диска, а вторые электроды установлены на кольцевых поверхностях остальных дисков. Эти электроды отделены друг от друга внешними ободьями, на которых могут накапливаться ТЧ. Указанные ТЧ могут быть электропроводными и

могут образовывать переемычки на первых и вторых электродах, что изменяет измеренное сопротивление электродов и указывает на состояние ФТЧ в выпускном патрубке выше по потоку от датчика ТЧ.

На фиг. 3 показана схема второй конструкции 300 узла датчика ТЧ (такого как узел 200 датчика ТЧ, показанный на фиг. 2). Таким образом, ранее указанные компоненты пронумерованы подобным образом на последующих схемах. Вторая конструкция 300 может функционировать и использоваться так же, как и узел 200 датчика ТЧ в конструкции на фиг. 2. Электронные компоненты и защитная трубка, по существу, такие же, и не рассматриваются повторно из соображений краткости. Элемент 354 датчика ТЧ, подложка 316 датчика и диски 360 могут иметь другую форму, но быть схожими по функционированию, по сравнению с элементом 254 датчика ТЧ, подложкой 216 датчика и дисками 260, показанными на фиг. 2 соответственно. Существующая разница будет раскрыта ниже.

Система 390 осей содержит две оси, причем ось x проходит в горизонтальном направлении, а ось y проходит в вертикальном направлении. Центральная ось 395 выпускного патрубка 380, по существу, параллельна оси x. Центральная ось 399 датчика, по существу, параллельна оси y (перпендикулярна центральной оси 395). Входящий поток отработавших газов показан стрелками 398. Пунктирные стрелки указывают направление потока отработавших газов в защитной трубке 250.

Элемент 354 датчика ТЧ содержит подложку 316 датчика с набором концентрических, расположенных друг над другом, полых дисков 360, расположенных рядом с внутренними поверхностями защитной трубки 250. Диски 360 симметричны относительно центральной оси 399 датчика и расположены вдоль этой оси. Диски 360 имеют кольцевое поперечное сечение вдоль оси x, с внутренним диаметром (отверстием) дисков 360 уменьшающимся в направлении вертикальной оси (оси y). Таким образом, размер дисков 360 возрастает, причем площадь внутреннего канала 284 увеличивается в направлении оси y. Размер дисков может увеличиваться в диапазоне приблизительно от 10% до 50%.

Например, первый диск может быть на 25% меньше, чем второй диск, находящийся непосредственно под первым диском. Первые электроды 220 установлены на внутренних концентрических поверхностях каждого второго диска из числа дисков 360, в то время как вторые электроды 222 установлены на внутренних концентрических поверхностях остальных дисков из числа дисков 360. Внутренние ободья 362 дисков 360 открыты вдоль внутреннего канала 284 и отделяют первые электроды 220 от вторых электродов 222. Отработавшие газы, проходящие через внутренний канал 284 (отверстия) между дисками 360, могут осаждать ТЧ на внутренние ободья 362 создавать переемычки между первыми электродами 220 и вторыми электродами 222, когда количество ТЧ превышает пороговое значение. Как было раскрыто выше, элемент 354 датчика ТЧ могут нагреть при помощи нагревательного элемента 218 для сжигания накопившейся сажи. Нагревательный элемент 218 физически соединен с внутренними поверхностями защитной трубки 250 и подложкой 316 датчика и расположен между ними.

Таким образом, датчик ТЧ содержит защитную трубку и расположенный в ней элемент датчика. Защитная трубка содержит скошенное относительно вертикальной оси впускное отверстие в защитной трубке, причем впускное отверстие обращено к направлению ниже по потоку относительно движения отработавших газов. Кроме того, защитная трубка содержит выпускное отверстие, расположенное выше элемента датчика и обращенное в направлении, перпендикулярном направлению потока отработавших газов. Элемент датчика содержит набор расположенных друг над другом

полых дисков, концентрических и симметричных относительно вертикальной оси, и  
возрастающих в размере вдоль вертикальной оси. Например, эти диски могут быть  
круглыми и отделенными от внутренних поверхностей защитной трубки посредством  
внутреннего канала, окружающего диски. В другом примере диски имеют кольцевое  
5 поперечное сечение и находятся в поверхностном контакте с

внутренними поверхностями защитной трубки, а внутренний канал проходит через  
отверстия в этих дисках. Отверстия в таких дисках уменьшаются в диаметре по  
направлению вертикальной оси. Первые электроды установлены на внешних  
поверхностях каждого второго диска из числа указанных дисков, а вторые электроды  
10 установлены на внешних поверхностях оставшихся дисков из числа указанных дисков.  
Первые и вторые электроды отделены друг от друга внешними ободьями указанных  
дисков. Твердые частицы могут накапливаться на внешних ободьях дисков благодаря  
прохождению части отработавших газов из выпускного патрубка вверх, во внутренний  
канал. Если количество накопленных твердых частиц превышает пороговое значение,  
15 на электродах могут образоваться перемычки. Нагревательный элемент датчика ТЧ  
может восстановить элемент датчика в случае образования перемычек. Как будет  
раскрыто ниже, фильтр твердых частиц в выпускном патрубке также могут  
восстановить, в случае образования перемычек.

На фиг. 4 показана схема примера конструкции узла 400 датчика ТЧ. Узел 400 датчика  
20 ТЧ могут использовать подобно датчику 162 ТЧ, показанному на фиг. 1. Узел 400  
датчика ТЧ содержит электрические компоненты, по существу, идентичные  
электрическим компонентам узла 200 датчика ТЧ, показанного на фиг. 2. Таким  
образом, схожие компоненты пронумерованы аналогичным образом и не  
рассматриваются повторно из соображений краткости. Узел 400 датчика ТЧ  
25 функционирует подобно узлам 200 и 300 датчиков ТЧ, показанных на фиг. 2 и 3  
соответственно, но содержит отличие в конструкции, которое будет раскрыто ниже.

Показано, что система 490 осей содержит две оси, горизонтальную ось x и  
вертикальную ось y. Центральная ось 495 выпускного патрубка 480 параллельна оси  
x. Центральная ось 499 датчика параллельна оси y (перпендикулярна центральной оси  
30 495). Стрелки 498 указывают направление входящего потока отработавших газов,  
проходящих от фильтра твердых частиц (например, фильтра 72 ТЧ, показанного на  
фиг. 1) к узлу 400 датчика ТЧ в выпускном патрубке 480. Пунктирные стрелки  
показывают направление потока отработавших газов, проходящих через узел 400  
датчика ТЧ. Окружности 497 изображают крупные частицы и капли воды.

Узел 400 датчика ТЧ может содержать цилиндрическую внешнюю трубку 450,  
закрепленную в выхлопной трубе 482 и имеющую первое отверстие 452, второе отверстие  
454 и третье отверстие 456, расположенные на стороне 408 выше по потоку, на стороне  
406 ниже по потоку и в нижней части 410 соответственно. Первое отверстие 452 и второе  
отверстие 454 являются параллельными и выровненными относительно общей  
40 горизонтальной оси. Третье отверстие 456 находится в нижней части внешней трубки  
450 и является перпендикулярным первому отверстию 452 и второму отверстию 454.  
Указанные стороны являются продолжениями друг друга и образуют тело  
цилиндрической внешней трубки 450. В некоторых конструкциях указанные отверстия  
могут быть, по существу, идентичными по форме и/или размеру. В других конструкциях  
45 указанные отверстия могут отличаться по форме и/или размеру. Например, эти отверстия  
могут быть эллиптическими, однако, могут быть использованы и другие формы без  
отступления от объема настоящего изобретения. Сторона 452, находящаяся выше по  
потоку, по существу, перпендикулярна потоку и обращена против направления потока

входящих отработавших газов (стрелка 498) в выпускном патрубке 480. Таким образом, сторона 452, находящаяся выше по потоку, может непосредственно контактировать с потоком отработавших газов, поступающим из ФТЧ (например, из фильтра 72 твердых частиц, показанного на фиг. 1), причем отработавшие газы могут беспрепятственно  
5 проходить к находящейся выше по потоку стороне 452. Кроме того, никакие компоненты не могут блокировать или отклонять поток отработавших газов, проходящих от ФТЧ к узлу 400 датчика ТЧ. Таким образом, часть отработавших газов, необходимая для работы датчика, может проходить через первое отверстие 452, обращенное против  
10 направления движения потока входящих отработавших газов, во внутренний канал 484 внешней трубки 450. Таким образом, первое отверстие 452 может быть названо здесь впускным отверстием 452. Впускное отверстие 452 может непрерывно принимать крупные ТЧ, капли воды и более мелкие ТЧ. Отработавшие газы во внутреннем канале 484 могут проходить через второе отверстие 454 или через внутреннюю трубку 460,  
15 расположенную концентрично с внешней трубкой 450 относительно центральной оси 499 датчика. Впускное отверстие 462 внутренней трубки находится выше по вертикали, чем первое отверстие 452, второе отверстие 454 и третье отверстие 456. Таким образом, более крупные ТЧ и капли воды могут выходить из второго отверстия 454 и поступать в выпускной патрубок 480 без прохождения через внутреннюю трубку 460 благодаря тому, что обладают большей кинетической энергией по сравнению с мелкими ТЧ.

20 Внутренняя трубка 460 является полой и содержит канал 466, выровненный относительно центральной оси 499 датчика. Впускное отверстие 462 находится ближе к верхней поверхности 412 внешней трубки 450, а выпускное отверстие 464 находится ближе к полному диску 472. Полный диск 472 является круглым, он находится в  
25 поверхностном контакте с внутренними поверхностями внешней трубки 450 и помещен во внутреннем пространстве внешней трубки 450, которое располагается ниже первого отверстия 452 и второго отверстия 454. Таким образом, диаметр полого диска 472 на соответствующую величину меньше диаметра внешней трубки 450. Полный диск 472 может быть непроницаемым для потока отработавших газов для предотвращения  
30 прохода отработавших газов непосредственно из внутреннего канала 484 в нижнюю камеру 486 и выхода через третье отверстие 456. Кроме того, полный диск 472 содержит подложку 470 датчика, расположенную вдоль его центра. Диск 472 и подложка 470 датчика являются концентрическими относительно центральной оси 499 датчика. Таким образом, подложка 470 датчика выровнена относительно внутренней трубки 460 таким образом, что отработавшие газы проходят через выпускное отверстие 464 внутренней  
35 трубки непосредственно к подложке 470, где ТЧ могут осаждаться на поверхностях подложки 470. Величина зазора 476 между выпускным отверстием 464 внутренней трубки и подложкой 470 датчика может находиться в диапазоне от 30 до 50 микрон, однако, могут быть использованы другие величины без отступления от объема настоящего изобретения. Например, величину зазора 476 могут основывать на размере  
40 более крупных частиц и/или капель воды, причем это расстояние меньше, чем размеры более крупных частиц и/или капель воды. Таким образом, более крупные частицы и/или капли воды не могут проходить через зазор 476. Подложка 470 датчика может быть выполнена из керамики с пористостью меньше, чем 60%. Диаметр подложки 470 датчика может быть, по существу, равен диаметру внутренней трубки 460. Эти диаметры  
45 могут не быть равными, без отступления от объема настоящего изобретения. Между первым электродом 220, установленным на внутренних поверхностях внутренней трубки 460, и вторым электродом 222, установленным на верхней поверхности подложки 470 датчика, могут образовываться перемычки. Как было раскрыто выше, образование

перемычек на электродах может изменять напряжение, измеренное измерительным устройством 226, предоставляющим диагностическую информацию о состоянии ФТЧ в выпускном патрубке 480, как будет раскрыто более подробно ниже. Дополнительно, подложку 470 датчика могут восстанавливать при образовании перемычек между электродами при помощи нагревательного элемента 218, образующего нагревательное кольцо 474 вокруг верхней поверхности подложки 470 датчика. Отработавшие газы, проходящие в сторону от подложки 470 датчика, поступают в нижнюю камеру 486 и выходят через третье отверстие 456.

В другой реализации первый пример узла датчика ТЧ содержит концентрические внешнюю и внутреннюю трубки, причем внешняя трубка выполнена с возможностью принимать и задерживать пробы отработавших газов, а внутренняя трубка выполнена с возможностью доставлять пробы отработавших газов к подложке датчика, встроенной в полый диск внутри внешней трубки. Первый пример узла датчика ТЧ дополнительно отличается тем, что диаметры внутренней трубки и подложки датчика, по существу, равны, причем внутренняя трубка и подложка датчика выровнены вдоль центральной оси датчика. Первый пример датчика ТЧ дополнительно отличается тем, что подложка датчика находится на расстоянии от внутренней трубки вдоль оси у в направлении вниз по потоку. Первый пример датчика ТЧ дополнительно содержит первый электрод, расположенный вдоль нижней части внутренней трубки ближе к подложке датчика, и второй электрод, расположенный вдоль верхней части подложки датчика ближе к внутренней трубке. Первый пример датчика ТЧ дополнительно содержит первый и второй электроды, электрически соединяющиеся, если количество ТЧ превышает пороговое значение количества ТЧ. Первый пример датчика ТЧ дополнительно отличается тем, что внутренняя трубка и подложка датчика выполнены с возможностью принимать отработавшие газы, а подложка датчика дополнительно выполнена с возможностью накапливать ТЧ, содержащиеся в отработавших газах. Первый пример датчика ТЧ дополнительно содержит нагревательный элемент, установленный в форме кольца вокруг подложки датчика, причем нагревательный элемент имеет возможность сжигать ТЧ на подложке датчика. Первый пример датчика ТЧ дополнительно содержит отверстия, расположенные на поверхностях внешней трубки в направлении выше по потоку, ниже по потоку и на нижней стороне внешней трубки, причем эти отверстия на каждой стороне позволяют проходить текучей среде в выпускной патрубке.

На фиг. 5 показан способ 500 для определения ситуации, когда количество твердых частиц на узле датчика ТЧ становится больше порогового значения количества твердых частиц, что позволяет восстановить датчик ТЧ. Кроме того, способ 500 может дополнительно обнаружить выход из строя фильтра твердых частиц, расположенного в выпускном патрубке, на основе временных интервалов между восстановлениями датчика ТЧ, если эти интервалы становятся меньше порогового значения интервала времени. Контроллер (например, контроллер 12, показанный на фиг. 1) может выполнять команды, хранящиеся в памяти контроллера для осуществления способа 500, и использовать для этой цели сигналы, получаемые от датчиков системы двигателя, таких как датчики, раскрытые выше и показанные на фиг. 1 и 2. Контроллер может использовать приводы двигателя из системы двигателя для управления работой двигателя в соответствии с раскрытыми ниже способами.

Способ 500 может быть раскрыт для компонентов, показанных на фиг. 1, 2, 3 и 4. В частности, способ 500 может быть раскрыт применительно к работе контроллера 12, фильтра 72 ТЧ, датчика 162 отработавших газов, узлов 200, 300 и 400 датчиков ТЧ, первого электрода 220, второго электрода 222, нагревательного элемента 218 и

электрической цепи 258, как показано на фиг. 1, 2, 3 и 4.

Способ 500 начинают на шаге 502 для определения, оценки и/или измерения текущих параметров работы двигателя, которые могут содержать, но без ограничения этим, нагрузку двигателя, частоту вращения двигателя, скорость автомобиля, разрежение в коллекторе, положение дросселя, давление отработавших газов и воздушно-топливное отношение.

На шаге 504 способ 500 содержит измерение электрического сопротивления первого и второго электродов. В конструкции, показанной на фиг. 5, первый электрод может иметь большее сопротивление, чем второй электрод. Однако некоторые специалисты в данной области могут признать, что второй электрод может иметь большее сопротивление, чем первый электрод.

На шаге 506 способ 500 определяет, есть ли электрическое соединение между указанными электродами (например, имеют ли они перемычку). На электродах могут образовываться перемычки, когда сажа осаждается на внешних поверхностях подложки датчика между электродами. Как было раскрыто выше, сажа может накапливаться на внешних ободьях (внешние ободья 262 на фиг. 2) и электрически соединять электроды. Кроме того, сажа может накапливаться на верхней поверхности подложки датчика (подложка 470 датчика) между подложкой датчика и внутренней трубкой (внутренняя трубка 460). Когда сажа накапливается между первым и вторым электродами, сажа может касаться обоих электродов одновременно, что приводит к образованию перемычек между электродами. При образовании перемычек между электродами сопротивление первого электрода может уменьшиться до сопротивления второго электрода за счет проводимости сажи. Если сопротивление первого электрода больше сопротивления второго электрода, то эти электроды не имеют перемычки, и способ 500 переходит к шагу 508 для поддержания текущих параметров работы двигателя и не осуществляет восстановление датчика ТЧ в узле датчика ТЧ. Кроме того, фильтр твердых частиц (ФТЧ) в выпускном патрубке не может иметь утечку или быть полностью заполненным ТЧ (например, степень заполнения ФТЧ меньше порогового значения степени заполнения ФТЧ твердыми частицами). Таким образом, ФТЧ в выпускном патрубке не требует восстановления.

Если сопротивление первого электрода, по существу, равно сопротивлению второго электрода, то электроды имеют перемычку, и способ 500 переходит к шагу 510 для включения электрической цепи датчика ТЧ для восстановления датчика ТЧ. Электрическую цепь могут электрически соединить с одним или более первым и/или вторым электродом. Таким образом, нагревательный элемент могут включить при помощи одного или более первого и/или второго электрода в зависимости от того, какой электрод (электроды) имеет перемычку. В качестве альтернативы, контроллер может включить нагревательный элемент (например, при помощи переключателя) при определении наличия перемычек между первым и вторым электродами. Контроллер может дополнительно изменить работу приводов двигателя в случае включения электрической цепи. Например, контроллер может управлять работой двигателя для восстановления фильтра твердых частиц, находящегося в выпускном патрубке. Это управление может содержать запаздывание зажигания, уменьшение воздушно-топливного отношения для одного или нескольких цилиндров, увеличение воздушно-топливного отношения для одного или нескольких цилиндров и/или увеличение объема дополнительного впрыска. Таким образом, восстановление датчика ТЧ в узле датчика ТЧ может приводить к восстановлению ФТЧ, находящегося в выпускном патрубке в зависимости от образования перемычек между первым и вторым электродами.

На шаге 512 способ 500 содержит отключение восстановления датчика ТЧ, поскольку первый и второй электроды больше не имеют перемычек. Первый и второй электроды не могут больше иметь перемычки, после того как нагревательный элемент восстановил датчик ТЧ и, таким образом, сжег, по крайней мере, часть сажи, накопившейся на датчике ТЧ. Путем сжигания сажи перемычки между первым и вторым электродами также могут быть сожжены, и сопротивление первого электрода может стать больше сопротивления второго электрода. Контроллер может отключить электрическую цепь, обнаружив, что сопротивление первого электрода больше сопротивления второго электрода. В качестве альтернативы, первый и второй электроды могут быть электрически соединены с электрической цепью, и эта цепь может быть отключена посредством первого и второго электрода в случае, когда электроды больше не имеют перемычек.

Восстановление ФТЧ в выпускном патрубке также могут прекратить в случае отключения нагревательного элемента. Контроллер может вернуть параметры работы двигателя назад, к оптимальным рабочим параметрам, на основе текущей нагрузки двигателя. Таким образом, продолжительности восстановления датчика ТЧ и ФТЧ, по существу, равны. Дополнительно или альтернативно, восстановление ФТЧ в выпускном патрубке могут прекратить после того, как прошло пороговое значение времени после отключения нагревательного элемента. Например, нагревательный элемент отключают, и после того, как прошло пороговое значение времени, контроллер посылает сигналы приводам двигателя для возвращения номинального режима работы для того, чтобы отключить восстановление ФТЧ.

Например, дополнительно или альтернативно, восстановление датчика ФТЧ и восстановление ФТЧ могут производить в течение периодов времени, определяемых первым пороговым значением и вторым пороговым значением соответственно. Таким образом, продолжительности периодов восстановления датчика ФТЧ и ФТЧ могут быть независимыми. Другими словами, первое пороговое значение времени и второе пороговое значение времени могут быть неравны. В одной из конструкций первое пороговое значение времени может быть меньше второго порогового значения времени (например, ФТЧ восстанавливают дольше, чем датчик ТЧ). В другой реализации, первое пороговое значение времени может быть больше второго порогового значения времени (например, датчик ФТЧ восстанавливают дольше, чем ФТЧ).

На шаге 514 способ содержит определение значения интервала времени между последним восстановлением и текущим восстановлением датчика ТЧ. Последнее восстановление определяют как событие восстановления, произошедшее непосредственно перед событием текущего восстановления. Указанный интервал времени могут вычислить на основе продолжительности времени между началом последнего восстановления и началом текущего восстановления (например, 120 минут). Интервал времени может быть меньше предыдущего интервала времени, если ФТЧ в выпускном патрубке (например, фильтр 72 твердых частиц, показанный на фиг. 1) становится неисправным и улавливает меньше сажи. Например, в фильтре твердых частиц могут появиться утечки (например, в виде трещин), которые могут позволить большому количеству сажи проходить к датчику ФТЧ, что приводит к более частым восстановлениям датчика ФТЧ.

На шаге 516 способ 500 определяет, меньше ли измеренный интервал времени, чем пороговое значение интервала времени. Это пороговое значение интервала времени могут основывать на заданном пороговом значении (например, 200 минут), последнем измеренном интервале времени или процентном значении последнего измеренного

интервала времени (например, 50% последнего интервала времени). Кроме того, пороговое значение интервала времени могут основывать на пороговом значении, которое указывает, что интервал времени уменьшается, и датчик ФТЧ все более часто требует восстановления. Дополнительно или альтернативно, пороговое значение интервала времени могут регулировать на основе параметров работы двигателя. Например, пороговое значение интервала времени могут уменьшить при возрастании нагрузки двигателя.

Если интервал времени не меньше, чем пороговое значение интервала времени, то способ 500 переходит к шагу 508 для поддержания текущих параметров работы двигателя и продолжает вести наблюдение за состоянием электродов датчика ТЧ.

Если интервал времени меньше, чем пороговое значение интервала времени, то способ 500 переходит к шагу 518, чтобы сообщить об утечке в ФТЧ, находящемся в выпускном патрубке, выше по потоку от узла датчика ТЧ. Сообщение об утечке в ФТЧ содержит регулирование работы двигателя и включение светового индикатора 520 (например, для того, чтобы сообщить водителю автомобиля о том, что ФТЧ неисправен и нуждается в замене).

Например, контроллер (например, контроллер 12) может посылать сигналы на различные приводы двигателя (например, на дроссель 62 двигателя 10) для ограничения выходного момента двигателя для того, чтобы уменьшить количество производимых отработавших газов в целях соответствия нормам содержания токсичных веществ в отработавших газах. В другом примере, дополнительно или альтернативно, способ 500 может использовать приоритетный режим для регулирования момента зажигания и/или впрыска топлива, увеличить воздушно-топливное отношение и/или увеличить РОГ. За счет увеличения потока РОГ для одного или нескольких цилиндров двигателя уменьшают температуру (температуры) сгорающей смеси и могут уменьшить объем впрыска топлива. В этом случае могут уменьшить количество сажи, выбрасываемой из одного или нескольких цилиндров двигателя.

Таким образом, способ, показанный на фиг. 5, представляет собой способ, содержащий отклонение потока отработавших газов из выхлопной трубы к узлу датчика ТЧ, где узел датчика ТЧ содержит датчик ТЧ с электродами на поверхности ниже по потоку и электрическую цепь на поверхности выше по потоку. Способ содержит управление работой двигателя в зависимости от образования перемычек на электродах датчика ТЧ (например, замыкания). Образование перемычек определяют по сопротивлению электродов, которое становится, по существу, одинаковым.

Таким образом, узел датчика ТЧ может получать пробу потока отработавших газов из выпускного патрубка для определения степени заполнения твердыми частицами ФТЧ, находящегося в выпускном патрубке. ТЧ, находящиеся в отработавших газах, накапливаются на поверхности датчика ТЧ, помещенного внутри узла датчика ТЧ, что позволяет сигнализировать о необходимости восстановления и/или о неисправности ФТЧ. Технический эффект от использования защитной трубки заключается в предотвращении попадания крупных частиц и/или капель воды на поверхности подложки датчика таким образом, что датчик ТЧ может обеспечить точную диагностическую информацию относительно состояния ФТЧ в выпускном патрубке. В этом случае увеличивается точность определения состояния, когда ФТЧ полностью заполнен и/или неисправен.

Представлена система, содержащая набор полых дисков, возрастающих в размере в направлении вдоль вертикальной оси, первый электрод, на поверхностях каждого второго диска из набора дисков, второй электрод, установленный на поверхностях

каждого из оставшихся дисков из набора дисков, и трубку с впускным отверстием, обращенным в направлении вниз по потоку относительно направления движения потока отработавших газов из двигателя. Первый пример системы дополнительно отличается тем, что диски возрастают в диаметре по направлению вертикальной оси вверх. Второй пример системы, опционально содержащей первый пример, дополнительно отличается тем, что диски расположены на расстоянии от внутренней части трубки с образованием в ней внутреннего канала. Третий пример системы, опционально содержащей первый и/или второй примеры, дополнительно отличается тем, что диски являются круглыми, причем система дополнительно содержит выход датчика, соединенный с электродами. Четвертый пример системы, содержащий один или несколько примеров, с первого по третий, дополнительно содержит диски, находящиеся в поверхностном контакте с внутренней частью трубки, и внутренний канал, проходящий через отверстия в дисках. Пятый пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по четвертый, дополнительно отличается тем, что диски имеют кольцевое поперечное сечение, а отверстия уменьшаются в диаметре в направлении вертикальной оси вверх, причем система дополнительно содержит выход датчика, соединенный с электродами. Шестой пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по пятый, дополнительно отличается тем, что диски содержат внешние ободья, расположенные между первым и вторым электродами, причем внешние ободья выполнены с возможностью улавливать твердые частицы, находящиеся в потоке отработавших газов. Седьмой пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по шестой, дополнительно отличается тем, что нагревательный элемент встроен в диски, причем нагревательный элемент выполнен с возможностью сжигать накопленные твердые частицы, осажденные на дисках. Восьмой пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по седьмой, дополнительно отличается тем, что трубка является цилиндрической и содержит выпускное отверстие, находящееся выше дисков, причем выпускное отверстие обращено в направлении, перпендикулярном потоку отработавших газов. Девятый пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по восьмой, дополнительно отличается тем, что трубка содержит внутренний канал для пропуска потока отработавших газов, причем внутренний канал уменьшается в размере в направлении вертикальной оси вверх.

Представлен способ, содержащий шаги, на которых направляют часть отработавших газов в защитную трубку через скошенное отверстие в нижней части защитной трубки, пропускают данную часть отработавших газов через внутренний канал защитной трубки, при этом отработавшие газы контактируют с поверхностями набора концентрических и расположенных друг над другом полых дисков, а также накапливают твердые частицы из данной части отработавших газов на поверхностях дисков. Первый пример способа дополнительно содержит шаг, на котором вырабатывают выходной сигнал датчика о наличии твердых частиц в отработавших газах, причем накопление твердых частиц в количестве, превышающим пороговое значение, приводит к образованию переключки между первым и вторым электродами, встроенными попеременно в полые диски. Второй пример способа, опционально содержащего первый пример, дополнительно отличается тем, что образование переключки между первым и вторым электродами сигнализирует о необходимости восстановления полых дисков.

Представлена система, содержащая трубку датчика, расположенную в наиболее высокой точке выпускного патрубка двигателя, набор концентрических и расположенных друг над другом полых дисков, ширина которых возрастает в

направлении вертикальной оси трубки вверх, имеющих первый электрод, установленный на внешних поверхностях каждого второго диска из набора дисков, и второй электрод, установленный на внешних поверхностях оставшихся дисков из набора дисков, внешние ободья набора дисков, расположенные между первым и вторым электродами. Первый пример системы дополнительно отличается тем, что трубка содержит впускное отверстие, скошенное относительно вертикальной оси, обращенное в направлении вниз по потоку относительно направления движения потока отработавших газов и выполненное с возможностью пропускать часть отработавших газов вверх, во внутренний канал трубки. Второй пример системы, опционально содержащей первый пример, дополнительно отличается тем, что диски расположены таким образом, что часть твердых частиц, находящихся в части отработавших газов, накапливается на внешних ободьях и внешних поверхностях дисков. Третий пример системы, опционально содержащей первый и/или второй пример, дополнительно отличается тем, что внутренний канал трубки окружает диски. Четвертый пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по третий, дополнительно отличается тем, что диски окружают часть внутреннего канала трубки. Пятый пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по пятый, дополнительно отличается тем, что первый и второй электроды электрически соединяются при накоплении количества твердых частиц, превышающего пороговое значение. Шестой пример системы, опционально содержащей один или несколько примеров, с первого по пятый, дополнительно отличается тем, что полые диски симметричны относительно вертикальной оси трубки.

Следует отметить, что включенные в настоящую заявку примеры алгоритмов управления и оценки могут быть использованы с разнообразными конфигурациями систем двигателя и/или транспортного средства. Способы и алгоритмы управления, раскрытые в настоящей заявке, могут быть сохранены как исполняемые инструкции в долговременной памяти и выполнены управляющей системой, состоящей из контроллера в сочетании с различными датчиками, приводами и другими средствами двигателя. Конкретные алгоритмы, раскрытые в настоящей заявке, могут представлять собой одну или более стратегий обработки, таких как управляемые по событиям, управляемые по прерываниям, многозадачные, многопоточные и т.п. Таким образом, проиллюстрированные разнообразные действия, операции и/или функции могут быть выполнены в указанной последовательности, параллельно или в некоторых случаях могут быть пропущены. Аналогично, указанный порядок обработки не обязателен для достижения отличительных признаков и преимуществ раскрываемых в настоящей заявке вариантов осуществления изобретения, но служит для удобства иллюстрирования и описания. Одно или более из иллюстрируемых действий, операций и/или функций могут быть выполнены повторно в зависимости от конкретной применяемой стратегии. Более того, раскрытые действия, операции и/или функции могут представлять в графическом виде код, который должен быть запрограммирован в долговременную память машиночитаемой среды хранения данных в управляющей системе двигателя, при этом раскрытые действия могут быть выполнены посредством исполнения инструкций в системе, содержащей различные компоненты обеспечения двигателя совместно с электронным контроллером.

Следует понимать, что конфигурации и алгоритмы, раскрытые в настоящей заявке, носят иллюстративный характер, и что эти конкретные варианты осуществления изобретения не следует рассматривать в качестве ограничения, так как возможны многочисленные модификации. Например, вышеизложенная технология может быть

применена в двигателях с конфигурацией цилиндров V-6, 1-4, 1-6, V-12, 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 конфигураций, а также другие отличительные признаки, функции и/или свойства,  
5 раскрытые в настоящей заявке.

В нижеследующей формуле изобретения, в частности, указаны определенные  
комбинации и подкомбинации, которые считаются новыми и неочевидными. В таких  
пунктах формулы изобретения ссылка может быть сделана на «некоторый» элемент  
или «первый» элемент или эквивалент такого элемента. Следует понимать, что такие  
10 пункты формулы изобретения 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 и/или  
свойств могут быть включены в формулу путем изменения имеющихся пунктов формулы  
изобретения или путем представления новых пунктов формулы изобретения в настоящей  
15 или родственной заявке. Такие пункты формулы изобретения, независимо от того,  
являются ли 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

20 1. Система для обнаружения твердых частиц, содержащая набор полых дисков,  
возрастающих в размере в направлении вдоль вертикальной оси, первый электрод,  
установленный на поверхностях каждого второго диска из набора дисков, второй  
электрод, установленный на поверхностях каждого из оставшихся дисков из набора  
25 дисков, и трубку с впускным отверстием, обращенным в направлении вниз по потоку  
относительно направления движения потока отработавших газов из двигателя.

2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что диски возрастают в диаметре по  
направлению вертикальной оси вверх.

3. Система по п. 1, отличающаяся тем, что диски расположены на расстоянии от  
30 внутренней части трубки с образованием в ней внутреннего канала.

4. Система по п. 3, отличающаяся тем, что диски являются круглыми, причем система  
дополнительно содержит выход датчика, соединенный с электродами.

5. Система по п. 1, отличающаяся тем, что диски находятся в поверхностном контакте  
с внутренней частью трубки, причем внутренний канал проходит через отверстия в  
35 дисках.

6. Система по п. 5, отличающаяся тем, что диски имеют кольцевое поперечное сечение,  
а отверстия уменьшаются в диаметре в направлении вертикальной оси вверх, причем  
система дополнительно содержит выход датчика, соединенный с электродами.

7. Система по п. 1, отличающаяся тем, что диски содержат внешние ободья,  
40 расположенные между первым и вторым электродами, причем внешние ободья  
выполнены с возможностью улавливать твердые частицы, находящиеся в потоке  
отработавших газов.

8. Система по п. 1, дополнительно содержащая нагревательный элемент, встроенный  
в диски, причем нагревательный элемент выполнен с возможностью сжигать  
45 накопленные твердые частицы, осажденные на дисках.

9. Система по п. 1, отличающаяся тем, что трубка является цилиндрической и содержит  
выпускное отверстие, находящееся выше дисков, причем выпускное отверстие обращено  
в направлении, перпендикулярном потоку отработавших газов.

10. Система по п. 1, отличающаяся тем, что трубка содержит внутренний канал для пропуска потока отработавших газов, причем внутренний канал уменьшается в размере в направлении вертикальной оси вверх.

11. Способ для обнаружения твердых частиц, содержащий следующие шаги:

5 направляют часть отработавших газов в защитную трубку через скошенное отверстие в нижней части защитной трубки;

пропускают часть отработавших газов через внутренний канал защитной трубки, при этом отработавшие газы контактируют с поверхностями набора концентрических и расположенных друг над другом полых дисков; и

10 накапливают твердые частицы из части отработавших газов на поверхностях дисков.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что дополнительно вырабатывают выходной сигнал датчика о наличии твердых частиц в отработавших газах, причем накопление твердых частиц в количестве, превышающем пороговое значение, приводит к образованию перемишки между первым и вторым электродами, встроенными

15 попеременно в полые диски.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что образование перемишки между первым и вторым электродами сигнализирует о необходимости восстановления полых дисков.

14. Система для обнаружения твердых частиц, содержащая:

20 трубку датчика, расположенную в наиболее высокой точке выпускного патрубка двигателя; и

набор концентрических и расположенных друг над другом полых дисков, ширина которых возрастает в направлении вверх по вертикальной оси трубки и имеющих первый электрод, установленный на внешних поверхностях каждого второго диска из набора дисков, и второй электрод, установленный на внешних поверхностях оставшихся

25 дисков из набора дисков;

внешние ободья набора дисков, расположенные между первым и вторым электродами.

15. Система по п. 14, отличающаяся тем, что трубка содержит впускное отверстие, скошенное относительно вертикальной оси, обращенное в направлении вниз по потоку относительно направления движения потока отработавших газов и выполненное с

30 возможностью пропускать часть отработавших газов вверх, во внутренний канал трубки.

16. Система по п. 15, отличающаяся тем, что диски расположены таким образом, что часть твердых частиц, находящихся в части отработавших газов, накапливается

35 на внешних ободьях и внешних поверхностях дисков.

17. Система по п. 14, отличающаяся тем, что внутренний канал трубки окружает диски.

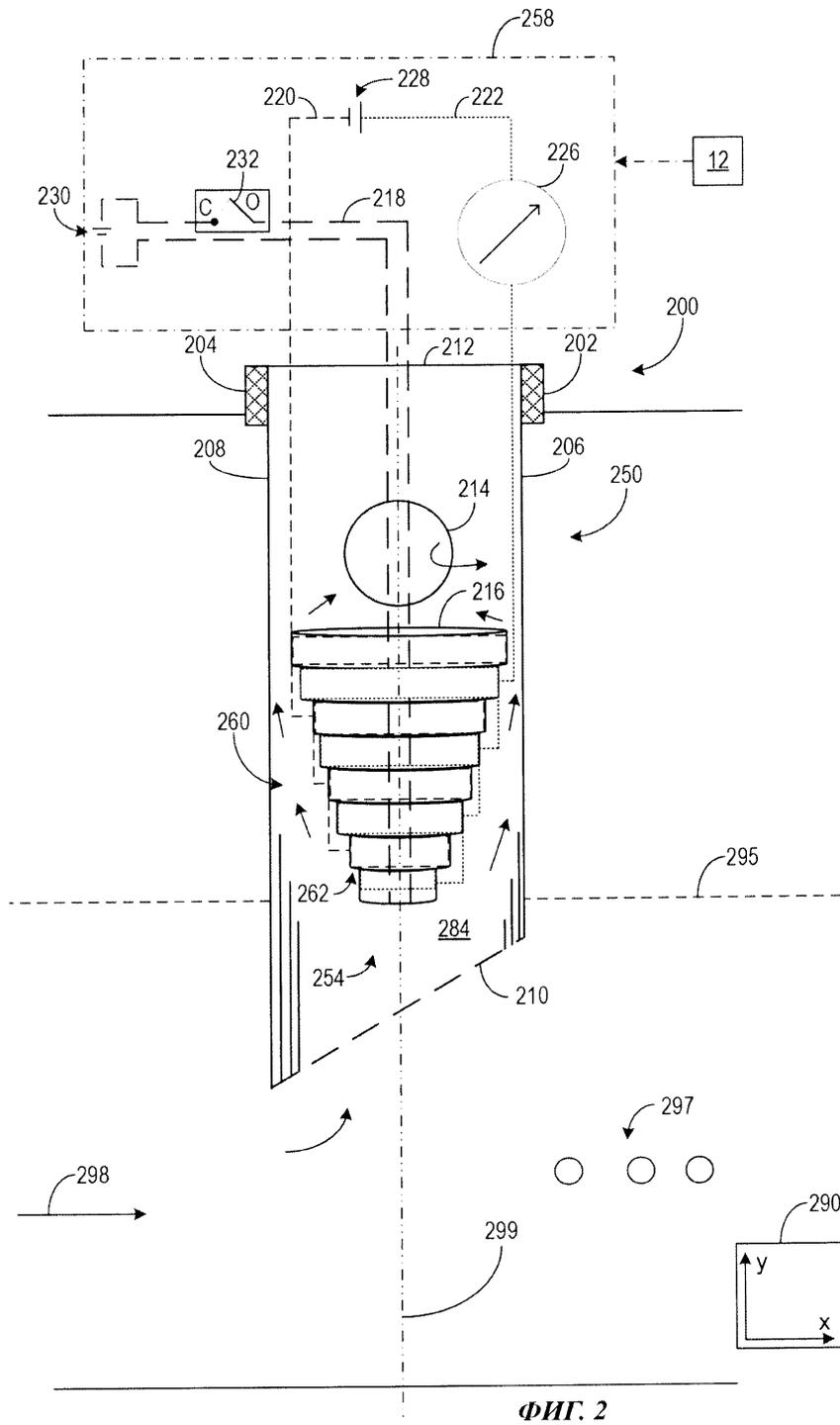
18. Система по п. 14, отличающаяся тем, что диски окружают часть внутреннего канала трубки.

40 19. Система по п. 14, отличающаяся тем, что первый и второй электроды выполнены с возможностью электрического соединения при накоплении количества твердых частиц, превышающего пороговое значение.

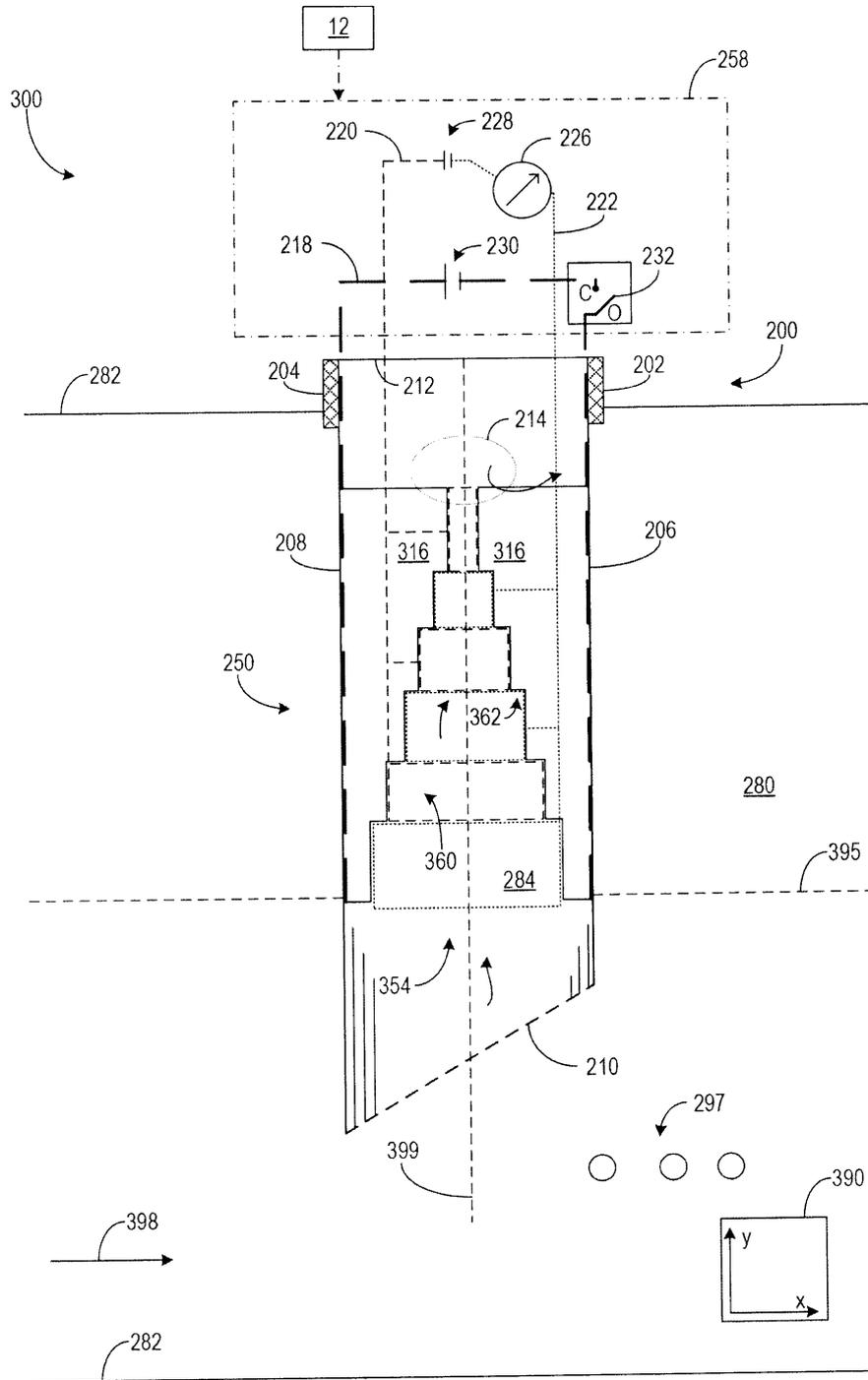
20. Система по п. 14, отличающаяся тем, что полые диски симметричны относительно вертикальной оси трубки.

45

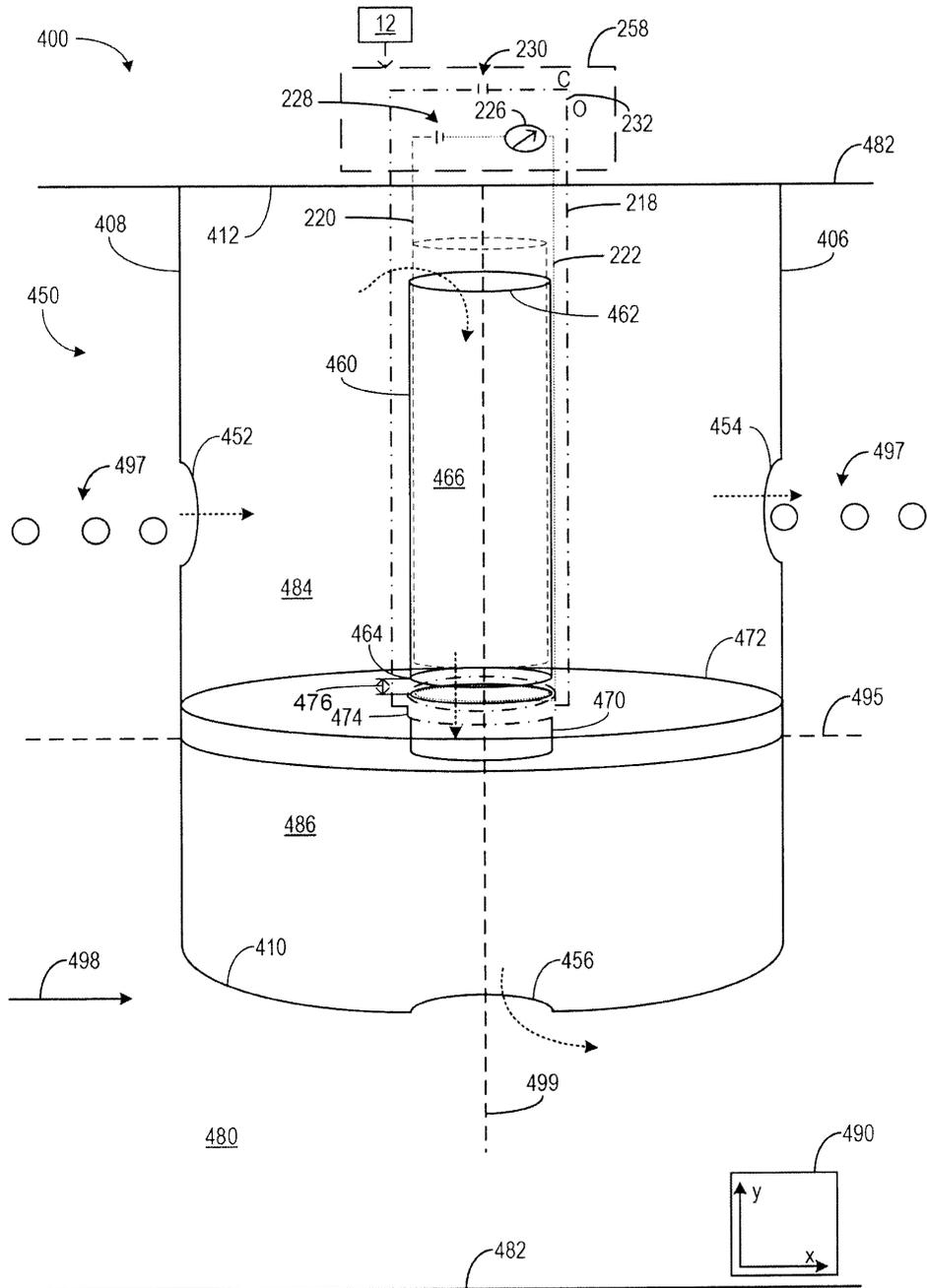




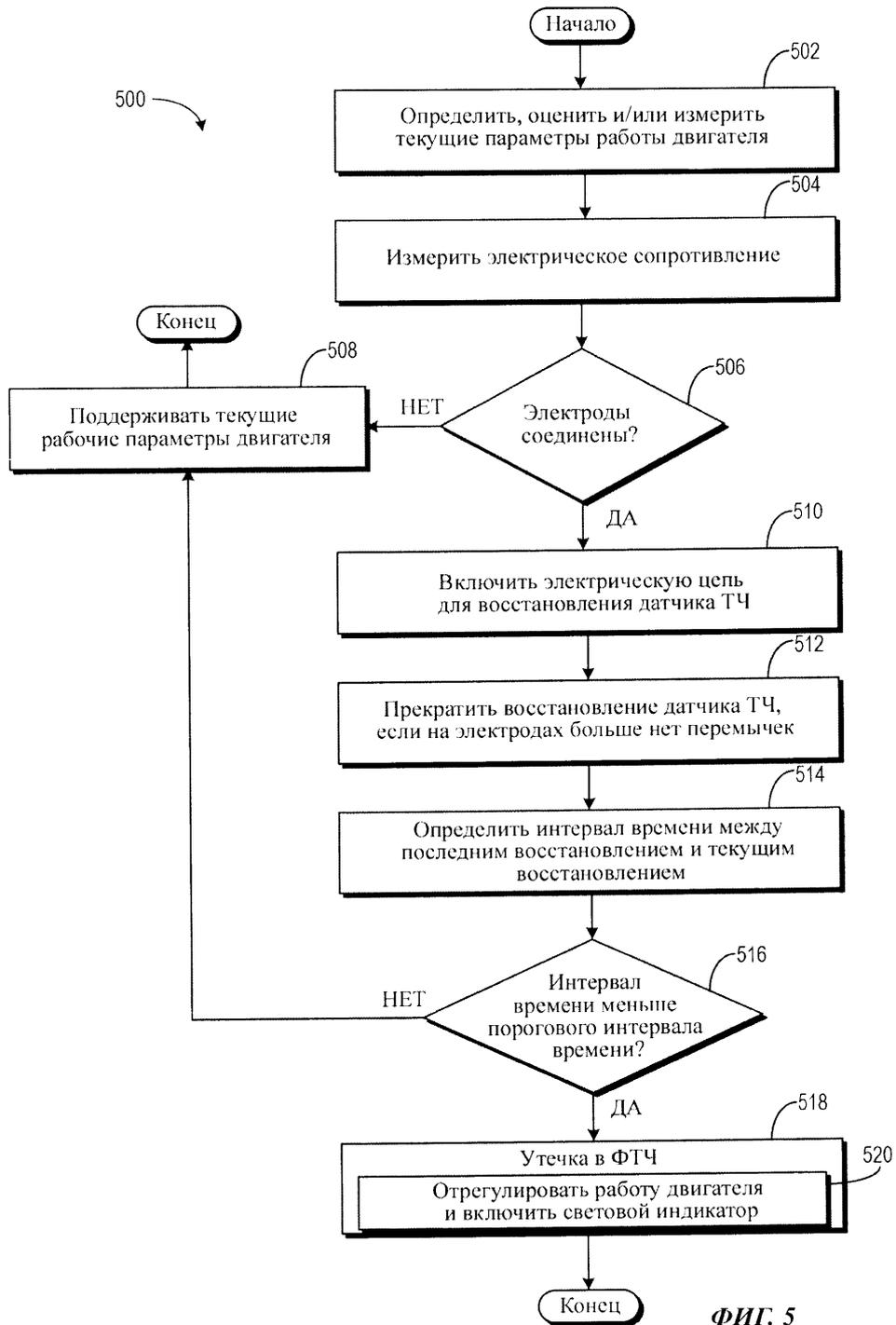
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5