

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202092385** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2022.01.31**

(51) Int. Cl. **F02D 29/00** (2006.01)  
**F02D 45/00** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2020.11.03**

(54) **СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

(31) **202041031788**

(32) **2020.07.24**

(33) **IN**

(71) Заявитель:  
**ПАУЭРХАУС ЭНДЖИН СОЛЮШНЗ  
СВИТСЕЛАНД АйПи ХОЛДИНГ  
ГМБХ (CN)**

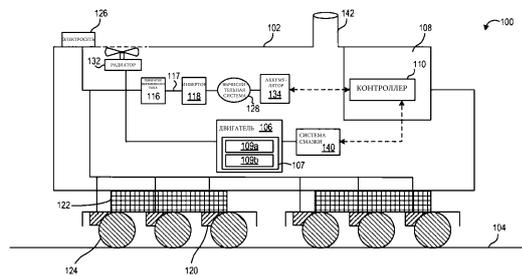
(72) Изобретатель:

**Расин Мохаммед (IN), Симосон  
Кристофер, Лимангровер Джейсон  
(US)**

(74) Представитель:

**Поликарпов А.В., Игнатъев А.В.,  
Билык А.В. (RU)**

(57) Предложены способы и системы для управления двигателем внутреннего сгорания, содержащим цилиндры, в которых для смазки используется масло. В одном варианте выполнения система содержит высокоскоростной дизельный двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами и каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, и контроллер, который выполнен с возможностью управления работой двигателя в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий. Контроллер также выполнен с возможностью изменения режима нагревания отверстий на основании по меньшей мере одного из следующего: функции времени, срока службы двигателя и измеренных или вычисленных мегаватт-часов работы двигателя, так что указанное изменение обеспечивает ослабление режима нагревания отверстий на основании одного или более из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры во время события нагревания отверстий и количества топлива, используемого по меньшей мере одним из указанных цилиндров во время события нагревания отверстий.



**A1**

**202092385**

**202092385**

**A1**

## СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

#### ПРИОРИТЕТ

Приоритет данной заявки испрашивается на основании заявки No.202041031788 на патент Индии, имеющей название "СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ НАГРЕВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ" и поданной 24 июля 2020 г.

### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Варианты выполнения изобретения, раскрытые в данном документе, относятся к двигателям внутреннего сгорания и, более конкретно, к нагревательным выпускным отверстиям цилиндров.

### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Различные двигатели могут содержать системы смазки, в которых масло под давлением может использоваться для смазывания и/или охлаждения компонентов клапанного механизма двигателя, узлов распределительного вала, поршней и соответствующих компонентов двигателя. Такие масляные системы выполнены с возможностью подачи достаточного количества масла как для смазывания, так и для охлаждения двигателя при полной нагрузке.

[0003] В некоторых двигателях, например, двигателях с большим отверстием, предназначенных для усиленной работы при полной нагрузке, масло из системы смазки может удерживаться в канавках стенки цилиндра и в конечном итоге может поступать в выпускную систему или выхлопную трубу двигателя. В частности, несгоревшее при сгорании топливо в условиях малой нагрузки может способствовать накоплению и отложению несгоревшего топлива и масла в выпускной системе, особенно при пониженных температурах выпускных отверстий.

[0004] Один из подходов к устранению таких отложений включает регулярное техническое обслуживание выпускной системы. В одном примере для обслуживания выхлопной трубы обслуживающий персонал должен подняться на верхнюю часть локомотива и вручную очистить выпускную систему. Однако потребность в частом обслуживании выпускной системы, усугубленная применением сложных ручных манипуляций, может вызвать нежелательные задержки в работе. Другой подход включает, при нагреве охладителя системы рециркуляции выхлопных газов (EGR), работу по меньшей мере одного донорного цилиндра при нагрузке, достаточной для увеличения

температуры выхлопных газов до уровня, на котором отдельные отложения масла и топлива сжигаются. Тем не менее, при данном подходе необходимо использовать средство рециркуляции выхлопных газов, при этом без учета срока службы двигателя или скоплений в двигателе, образующихся при длительной работе на холостом ходу. Таким образом, такой способ нагревания отверстий приводит к нежелательному расходу топлива. Существует потребность в системе и способе, которые отличаются от известных в настоящее время систем и способов.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] В одном варианте выполнения система содержит высокоскоростной дизельный двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами и каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, и контроллер, который выполнен с возможностью управления работой двигателя в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий. Контроллер также выполнен с возможностью изменения режима нагревания отверстий в зависимости от по меньшей мере одного из следующего: функции времени, срока службы двигателя и измеренных или вычисленных мегаватт-часов двигателя, так что изменение режима уменьшают на основании одного или более из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры события нагревания отверстий и количества топлива, используемого по меньшей мере одним из цилиндров во время события нагревания отверстий.

[0006] В одном варианте выполнения система содержит высокоскоростной дизельный двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами и каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, и контроллер. Контроллер выполнен с возможностью управления двигателем в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий. Контроллер также выполнен с возможностью снижения режима нагревания отверстий по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0007] Фиг.1 изображает примерный вариант выполнения дизель-электрического локомотива;

[0008] Фиг.2 изображает высокоуровневую блок-схему, иллюстрирующую способ для двигателя согласно варианту выполнения данного изобретения;

[0009] Фиг.3 изображает высокоуровневую блок-схему, иллюстрирующую

алгоритм нагревания отверстий для высокоскоростного двигателя согласно варианту выполнения данного изобретения;

[0010] Фиг.4 изображает высокоуровневую блок-схему для алгоритма подготовки, который может быть выполнен для подготовки высокоскоростного двигателя к последующей процедуре нагревания отверстий, согласно варианту выполнения данного изобретения;

[0011] Фиг.5 изображает неограничительный пример в виде графика, иллюстрирующего угол опережения во время нагревания отверстий при осуществлении алгоритма, представленного на Фиг. 3 и 4, в сравнении с обычным режимом работы двигателя; и

[0012] Фиг.6 изображает неограничительный пример в виде графика, иллюстрирующий давление в рампе во время нагревания отверстий при осуществлении алгоритма, представленного на Фиг. 3 и 4, в сравнении с обычным режимом работы двигателя.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0013] Двигатели могут содержать систему смазки, которая обеспечивает подачу масла для смазывания клапанных механизмов, поршней и других соответствующих компонентов двигателя. Несгоревшее масло и/или топливо может накапливаться в выпускном коллекторе двигателя во время работы двигателя. Система смазки выполнена с возможностью взаимодействия с двигателем, управляемым с помощью системы управления, для сжигания несгоревшего масла и/или топлива и, таким образом, снижения загрязнения выпускной системы двигателя. Один пример такой конфигурации проиллюстрирован на Фиг.1, на которой показано, как система смазки взаимодействует с двигателем локомотива для обеспечения смазывания во время работы двигателя, при этом с помощью контроллера двигателя обеспечена возможность выполнения регулярного технического обслуживания выпускных отверстий.

[0014] В одном варианте выполнения контроллер двигателя выполнен с возможностью переключения двигателя между разными режимами работы. Примеры режимов работы могут включать нормальный рабочий режим, малую нагрузку, большую нагрузку, режим сильного нагрева, режим запуска, режим с ограничением кислорода и т.п. При нормальных рабочих условиях масло, используемое для смазывания поршня, может выводиться в камеру сгорания и попадать в выпускную систему. Во время продолжительных периодов работы при малой нагрузке температура выхлопных газов недостаточно высока для сжигания этого выведенного масла. Вытекание, скопление и/или

избыточное выработка сажи могут привести к выведению влажного масла или сажи из выпускной системы и осаждению вблизи двигателя, например, на внешней части корпуса транспортного средства и/или попаданию обратно в воздухозаборную систему через систему рециркуляции выхлопных газов (в случае его использования). В одном варианте выполнения технический результат может включать нагревание отверстий для уменьшения вытекания масла. Нагревание отверстий может быть осуществлено, например, путем избыточной заправки одного или более цилиндров для повышения температуры выхлопных газов и местного сжигания любых отложений масла до того, как оно переместится ниже по потоку от выпускных отверстий. Как показано далее на Фиг.2, 3 и 4, алгоритмы управления могут быть выполнены, чтобы запустить нагревание отверстий без перезапуска охладителя средства рециркуляции выхлопных газов, где нагрев отверстий завершается с течением времени, при этом по сравнению с известными способами в данном случае нагревание выполняется в зависимости от срока службы двигателя/уровня отложений. Таким образом, потери топлива, связанные с нагревом отверстий цилиндров, могут быть минимизированы, благодаря чему обеспечено преимущество, заключающееся в снижении отложений с течением времени по мере обкатки двигателя.

[0015] В одном варианте выполнения система может содержать высокоскоростной дизельный двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами и каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, и контроллер, который выполнен с возможностью управления работой двигателя в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий. Контроллер выполнен с возможностью переключения в режим нагревания отверстий на основании одного или более сигналов запуска. Подходящие сигналы запуска могут включать функцию времени, срок службы двигателя и измеренные или вычисленные мегаватт (МВт) - часы (ч) двигателя так, что изменение режима нагревания отверстий может быть уменьшено на основании одного или более из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры во время события нагревания отверстий и количества топлива, используемого по меньшей мере одним из цилиндров во время события нагревания отверстий. Максимальная выходная мощность высокоскоростного дизельного двигателя может составлять примерно 5 МВт. В качестве неограниченных примеров высокоскоростной двигатель может быть использован для обеспечения питания транспортных средств, грузовиков, автобусов, автомобилей, яхт, морских судов, компрессоров, насосов и/или генераторов.

[0016] В другом варианте выполнения система содержит высокоскоростной

дизельный двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами и каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, и контроллер. Контроллер выполнен с возможностью управления работой двигателя в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один из режимов является режимом нагревания отверстий. Контроллер также выполнен с возможностью снижения функции нагревания отверстий по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе. На Фиг. 5 и 6 показаны примерные графики, на которых видна разница между фазой угла опережения и давлением топлива в рампе, соответственно, во время нормальной работы и при нагревании отверстий с применением алгоритма, описанного на основании Фиг.3 и 4.

[0017] Подход, описанный в данном документе, может применяться в двигателях различных типов, имеющих различные размеры и скорости, а также в различных системах, приводимых в действие двигателем. Некоторые из таких систем могут быть стационарными, тогда как другие могут быть размещены на полуподвижных или подвижных платформах. Полуподвижные платформы выполнены с возможностью перемещения в промежутках между периодами работы, например, когда они установлены на бортовых прицепах. Подвижные платформы включают самоходные транспортные средства. Такие транспортные средства могут включать дорожные транспортные средства (например, автомобили), горное оборудование, морские суда, рельсовые транспортные средства и другие внедорожные транспортные средства (off-highway vehicles - OHV). Локомотив приведен в качестве примера подвижной платформы, поддерживающей систему согласно варианту выполнения данного изобретения. Подходящее применение, помимо транспортных средств, может включать стационарный электрогенератор.

[0018] В одном варианте выполнения описана платформа для двигателя, расположенного в транспортном средстве. На Фиг.1 показана схема примера системы транспортного средства, представляющего собой рельсовое транспортное средство. В показанном варианте выполнения транспортное средство изображено в виде локомотива 100 с основным корпусом 102 двигателя, который выполнен с возможностью перемещения по пути 104. Кроме того, локомотив представляет собой дизельно-электрическое транспортное средство, приводимое в движение дизельным двигателем 106, который расположен внутри корпуса двигателя. В альтернативных вариантах выполнения подходящий двигатель может быть выполнен с возможностью потребления или использования различных видов топлива и масел, помимо дизельного топлива и смазочного масла. Другие подходящие виды топлива могут включать бензин, керосин,

алкогольное топливо, природный газ, биодизельное топливо и смеси двух или более из них. Двигатель может содержать цилиндры 107. В одном примере двигатель может содержать двенадцать цилиндров (два ряда по шесть цилиндров в каждом). Кроме того, цилиндры в двигателе могут содержать различные группы и подгруппы цилиндров, например, первую подгруппу цилиндров 109 а и вторую подгруппу цилиндров 109 b. В некоторых вариантах выполнения каждая подгруппа цилиндров может содержать один или более донорных цилиндров и один или более недонорных цилиндров. В других вариантах выполнения, к примеру, указанная первая подгруппа цилиндров может содержать только донорные цилиндры, а указанная вторая подгруппа цилиндров может содержать только недонорные цилиндры. Различные группы и подгруппы цилиндров могут содержать одну или более групп цилиндров для выбранных режимов работы, как описано в данном документе. В альтернативных вариантах выполнения возможно использование альтернативных конфигураций двигателя, например, бензинового двигателя или двигателя на биодизельном топливе или на природном газе.

[0019] Рабочие и электронные компоненты, содержащиеся в системах контроля и управления транспортным средством, могут быть размещены в кабине 108 локомотива. В одном примере контроллер 110 может содержать компьютерную систему управления и/или систему управления двигателем. Система управления локомотивом может содержать машиночитаемый носитель для хранения информации, содержащий код для обеспечения текущего отслеживания и управления работой локомотива. Контроллер выполнен с возможностью отслеживания систем контроля и управления транспортным средством и выполнен с возможностью приема сигналов от различных источников для оценки рабочих параметров транспортного средства. Контроллер может быть соединен с дисплеем (не показан) для обеспечения отображения для пользователя рабочих компонентов транспортного средства. В одном варианте выполнения контроллер может быть выполнен с возможностью работы с автоматической системой управления запуском/остановкой двигателя (automatic engine start/stop - AESS) на транспортном средстве 100 на холостом ходу, тем самым, обеспечивая автоматический запуск и остановку двигателя транспортного средства при выполнении AESS-критериев, задаваемых с помощью алгоритма AESS-управления.

[0020] Двигатель может запускаться с помощью системы запуска двигателя. В одном примере запуск может быть выполнен с помощью генератора, причем электрическая энергия, вырабатываемая генератором или генератором 116 переменного тока, может быть использована для запуска двигателя. В качестве альтернативы для

запуска двигателя указанная система может использовать мотор. Подходящие моторы могут включать электрический стартер и пневматический двигатель. Двигатель может быть запущен с помощью энергии от средства накопления энергии, например, аккумулятора или другого соответствующего источника энергии.

[0021] Дизельный двигатель вырабатывает крутящий момент, который передается на генератор 116 переменного тока через приводной вал (не показан). Полученный крутящий момент используется генератором переменного тока для выработки электричества для последующего передвижения транспортного средства. Электроэнергия, полученная таким образом, может называться первичной движительной энергией. Электроэнергия может передаваться по электрической шине 117 к следующим по потоку электрическим компонентам. В зависимости от характера вырабатываемой электрической энергии электрическая шина может быть шиной постоянного тока (direct current - DC) (как показано) или шиной переменного тока (alternating current - AC). Для управления электрическим током могут использоваться различные силовые электронные компоненты.

[0022] Двигатель выполнен с возможностью работы при разных уровнях нагрузки и/или скоростях двигателя. Такие уровни нагрузки могут находиться в диапазоне от холостого хода в качестве нижней границы до пиковой мощности двигателя в качестве верхней границы. Малая нагрузка двигателя может включать работу на нижней границе диапазона нагрузки двигателя. Средняя нагрузка двигателя может включать работу в диапазоне средних нагрузок, превышающих малую нагрузку. Большая нагрузка двигателя может включать работу на верхней границе диапазона нагрузки двигателя с нагрузкой, превышающей среднюю нагрузку двигателя. Двигатель выполнен с возможностью работы при заданной нагрузке, при этом каждый цилиндр может иметь переменную нагрузку. Такие нагрузки цилиндров могут изменяться от малой нагрузки до большой нагрузки. Нагрузка двигателя и нагрузка цилиндра могут совпадать в некоторых случаях, при этом в других случаях они не совпадают. Например, двигатель может быть в целом выполнен с возможностью работы при малой нагрузке, однако некоторые цилиндры выполнены с возможностью работы по существу без нагрузки (например, отключены), при этом другие цилиндры выполнены с возможностью работы при средней или большой нагрузке, в зависимости от количества цилиндров, работающих при разных нагрузках. Кроме того, количество впрыскиваемого в цилиндр топлива может определять нагрузку цилиндра. Например, цилиндр, работающий без впрыска топлива, может считаться отключенным (в таком случае это может быть названо режимом пропуска зажигания, который будет описан более подробно со ссылкой на Фиг.2), а цилиндр, работающий с малым впрыском

топлива, может считаться работающим при малой нагрузке.

[0023] Генератор переменного тока может быть последовательно соединен с силовым электронным средством, содержащим один или более выпрямителей (не показаны), которые выполнены с возможностью преобразования электрической мощности генератора переменного тока в электрическую энергию постоянного тока до передачи по шине постоянного тока. В зависимости от конфигурации следующего по потоку электрического компонента, получающего мощность от шины постоянного тока, один или более инверторов 118 могут быть выполнены с возможностью инвертирования электроэнергии от электрической шины перед подачей электрической энергии к следующему по потоку компоненту. В одном варианте выполнения только один инвертор выполнен с возможностью подачи электроэнергии переменного тока от электрической шины постоянного тока к нескольким компонентам. В альтернативном варианте выполнения каждый из отдельных инверторов выполнен с возможностью подачи электрической энергии на определенный компонент. Транспортное средство может содержать один или более инверторов, подключенных к переключателю, который выполнен с возможностью управления для избирательной подачи электрической энергии на разные компоненты, подключенные к переключателю.

[0024] Тяговый двигатель 120, установленный на грузовике 122 под корпусом основного двигателя, выполнен с возможностью получения электрической энергии от генератора переменного тока через шину постоянного тока для обеспечения тягового усилия для перемещения транспортного средства. Как описано в данном документе, тяговый двигатель может быть двигателем переменного тока. Кроме того, инвертор, соединенный с тяговым двигателем, выполнен с возможностью преобразования входного постоянного тока в соответствующий входной сигнал переменного тока, например, входной сигнал трехфазного переменного тока, для последующего использования тяговым двигателем. В альтернативных вариантах выполнения тяговый двигатель может быть двигателем постоянного тока, непосредственно использующим выходной сигнал генератора переменного тока после выпрямления и передачи по шине постоянного тока. Один пример выполнения транспортного средства может содержать одну пару инвертора/тягового двигателя для каждой колесной оси 124. Как показано на чертеже, имеется шесть пар инверторов/тяговых двигателей для каждой из шести пар колесных осей транспортного средства. В альтернативных вариантах выполнения транспортное средство может содержать четыре пары инверторов/тяговых двигателей. В альтернативных вариантах выполнения только один инвертор используется вместе с

несколькими тяговыми двигателями.

[0025] Тяговый двигатель 120 выполнен с возможностью работы в качестве генератора, обеспечивающего динамическое торможение для остановки транспортного средства. Кроме того, во время динамического торможения тяговый двигатель обеспечивает крутящий момент в направлении, противоположном направлению вращения, тем самым, вырабатывая электричество, которое рассеивается в виде тепла через сеть резисторов 126, подключенных к электрической шине. В одном примере сеть может содержать наборы резистивных элементов, подключенных последовательно непосредственно к электрической шине. Наборы резистивных элементов могут быть расположены вблизи потолка корпуса основного двигателя для того, чтобы обеспечить воздушное охлаждение и рассеивание тепла от сети. В некоторых вариантах выполнения пневматические тормоза (не показаны), использующие сжатый воздух, могут быть использованы в транспортном средстве в качестве части системы торможения. Сжатый воздух может быть получен из выпускаемого воздуха с помощью компрессора 128.

[0026] Множество средств воздушного потока, приводимых в действие двигателем, может использоваться для регулирования температуры компонентов транспортного средства. Средства воздушного потока могут включать, без ограничения этим, нагнетатели, радиаторы и вентиляторы. Для принудительного воздушного охлаждения различных электрических компонентов могут быть обеспечены различные нагнетатели (не показаны). Например, нагнетатель тягового двигателя может быть выполнен для охлаждения тягового двигателя в периоды тяжелой работы, нагнетатель генератора переменного тока - для охлаждения генератора переменного тока, а нагнетатель сети - для охлаждения сети резисторов. Каждый нагнетатель выполнен с возможностью приведения в действие двигателем переменного или постоянного тока и, соответственно, с возможностью приема электрической энергии от шины постоянного тока через соответствующий инвертор.

[0027] Температура двигателя может частично поддерживаться радиатором 132. Для отведения избыточного тепла и удерживания температуры в требуемом диапазоне для эффективной работы двигателя может быть обеспечена циркуляция воды вокруг двигателя. Затем нагретая вода может проходить через радиатор 132, при этом воздух, продуваемый через вентилятор радиатора, обеспечивает охлаждение нагретой воды. Вентилятор радиатора может быть расположен горизонтально, вблизи заднего перекрытия транспортного средства, так что при вращении лопасти воздух всасывается снизу и выводится. Система охлаждения, содержащая охладитель на водной основе, может

использоваться совместно с радиатором для обеспечения дополнительного охлаждения двигателя.

[0028] Встроенное средство накопления электрической энергии, показанное в данном примере в виде аккумулятора 134, может быть соединено с шиной постоянного тока. Преобразователь постоянного тока в постоянный (не показан) может быть расположен между шиной постоянного тока и аккумулятором для обеспечения постепенного снижения высокого напряжения на шине постоянного тока (например, в диапазоне 1000В) до пригодного для использования в аккумуляторе (например, в диапазоне 12-75В). В случае гибридного транспортного средства встроенное средство накопления электрической энергии может быть выполнено в виде высоковольтных аккумуляторов, так что установка промежуточного преобразователя постоянного тока в постоянный может не потребоваться. Аккумулятор выполнен с возможностью подзарядки от работающего двигателя. Электрическая энергия, накопленная в аккумуляторе, может быть использована в режиме ожидания двигателя или когда двигатель выключен, для управления различными электронными компонентами, например, освещением, встроенными системами отслеживания, микропроцессорами, дисплеями процессора, климат-контролем и т.п. Возможно использование аккумулятора для обеспечения начального заряда для запуска двигателя, находящегося в выключенном состоянии. В альтернативных вариантах выполнения средство накопления электрической энергии может быть, например, супер-конденсатором.

[0029] Система 140 смазки может содержать систему подачи масла под давлением, содержащую масляный насос с кривошипным приводом для смазывания коленчатого вала двигателя, клапанов и поршней. Резервуар с маслом может находиться в маслосборнике под двигателем. Клапаны смазывают маслом путем разбрызгивания, а гильзы цилиндров смазывают маслом под давлением, подаваемым в поршень, от коленчатого вала, для охлаждения и для смазки. Управление выведением масла в камеру сгорания обеспечено с помощью поршневых колец. Таким образом, поршневые кольца могут иметь форму, обеспечивающую поступление достаточного количества масла к верхнему поршневому кольцу и смазывание этого кольца, когда цилиндр работает с полной нагрузкой. Баланс давления газа в канавках поршневых колец также обеспечивает управление выведением масла в камеру сгорания. Масло отводится под маслосбрасывающее кольцо, и по мере перемещения поршня вверх и вниз по гильзе цилиндра с помощью маслосбрасывающего кольца обеспечивается выведение большего количества этого масла путем соскабливания. Оставшееся масло уносится оставшимися поршневыми кольцами, обеспечивая требуемую

им смазку. Если масло нагревается при прохождении вокруг двигателя, оно может быть охлаждено при прохождении через радиатор. Выхлопная труба 142 выполнена с возможностью приема выхлопного газа из двигателя и выведения его из двигателя. Между картером (содержащим смазочное масло) и выхлопной трубой могут быть выполнены трубки или трубопровода (не показаны) для вентиляции картера, например, для отвода просачивающихся газов из картера.

[0030] Система смазки выполнена с возможностью подачи достаточного количества масла для работы при полной нагрузке. Тем не менее, при небольших нагрузках может быть подано избыточное количество масла. Некоторое количество избыточного масла может быть выведено в камеру цилиндра и выпускное отверстие. Масло в камере сгорания может быть получено из масла, оставшегося в канавках на стенках гильзы цилиндра. Таким образом, некоторое количество масла может удерживаться в двигателе в указанных канавках для обеспечения смазки поршней и колец. К выведенному в камеру сгорания маслу может быть также добавлено масло для смазывания клапанов. Масло перемещается вниз по клапанам для обеспечения смазки между клапаном и его направляющей и далее к установочной поверхности клапана на головке цилиндра. В некоторых случаях, когда двигатель накопил несколько часов работы, состояние выноса масла может быть более серьезным и может быть усилено выведением избытка смазочного масла в соответствующий турбоагрегат в течение некоторого периода времени. Таким образом, контроллер, соединенный с возможностью сообщения с системой двигателя, выполнен с возможностью запуска алгоритма нагревания отверстий, как пояснено далее на Фиг.2 и 3, для обеспечения сгорания несгоревшего масла и предотвращения ухудшения характеристик двигателя из-за скоплений несгоревшего масла. Следует понимать, что указанный алгоритм также может обеспечить сгорание несгоревшего топлива, которое могло накопиться в камере сгорания из-за недостаточного сгорания топлива в условиях низкой нагрузки. В качестве альтернативы, чтобы снизить риск отложений, двигатель может быть обкатан после некоторого периода использования и до того, как он будет изношен. В таких случаях с помощью контроллера алгоритм нагревания отверстий сокращают или исключают из использования. Возможно использование различных алгоритмов управления на основании, к примеру, измерения фактического количества отложений в различных местах, косвенных факторов (например, образования сажи или непрозрачности выхлопов) или вычислений, основанных на сроке службы двигателя, рабочем цикле или выработанных мегаватт-часах.

[0031] На Фиг. 2 проиллюстрирован способ 200, предназначенный для определения

того, возможно ли осуществление режима нагревания отверстий в двигателе без средства рециркуляции выхлопных газов и/или в высокоскоростном двигателе внутреннего сгорания. Способ может быть осуществлен с помощью системы управления или контроллера, соединенного с возможностью сообщения с двигателем для обеспечения нагревания выпускных отверстий и последующего сжигания несгоревшего масла и/или топлива. Система управления выполнена с возможностью работы в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один из режимов является режимом нагревания отверстий, причем контроллер выполнен с возможностью изменения рабочего параметра режима нагревания отверстий по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе и/или срока службы двигателя.

[0032] На этапе 202 могут быть определены условия работы двигателя. Условия работы двигателя могут включать состояние холостого хода, время работы на холостом ходу, нагрузку двигателя, время нагрузки двигателя и т.п. На этапе 204 определяют нагрузку двигателя. Описанная выше нагрузка двигателя может изменяться в пределах от холостого хода на нижней границе до пиковой выходной мощности двигателя на верхней границе. На этапе 206 в рамках указанного способа определяют, имеются ли какие-либо условия для нагревания отверстий. Возможные условия могут включать следующие варианты: когда нагрузка двигателя меньше порогового значения (например, малая нагрузка); после того, как на двигатель было оказано воздействие, при котором возможно попадание масла в выпуск (например, после того, как двигатель работал при низкой нагрузке в течение относительно длительного периода времени); когда двигатель работал в режиме холостого хода или во время динамического торможения. При работе двигателя под нагрузкой менее указанного первого порогового значения нагрузки выбранные цилиндры работают под большей нагрузкой (например, за счет режима нагревания отверстий), так что температура выпускного отверстия срока службы, и отложения могут быть устранены.

[0033] В другом примере контроллер выполнен с возможностью определения одного или более из накопленных оборотов двигателя при низкой или нулевой нагрузке, величину нагрузки и обороты двигателя в мегаватт-часах в качестве по меньшей мере одного фактора при определении необходимости запуска нагревания отверстий. Например, обороты, нагрузка двигателя, мегаватт-часы и время могут быть учтены, чтобы обеспечить разный нагрев отверстий на разных оборотах (например, при разных уровнях оборотов могут быть запущены разные уровни нагревания отверстий). В одном варианте выполнения таймер холостого хода может быть использован для определения наличия

условий для нагревания отверстий. Данные таймера холостого хода могут быть основаны на разных скоростях двигателя (например, на первой, второй, третьей скорости, большой, средней, малой скорости и т.д.), а также на сроке службы двигателя, и могут нормироваться по количеству оборотов двигателя (например, по двухмерной (2D) таблице). Нормализованный предел счетчика оборотов двигателя может использоваться в качестве порогового значения для обеспечения нагревания отверстий. Предел счетчика может быть выражен в виде одномерного (1D) вектора с учетом срока службы двигателя в мегаватт-часах в сравнении с нормализованным пределом счетчика оборотов двигателя.

[0034] Если условия для нагревания отверстий не обеспечены, текущая работа двигателя может быть продолжена на этапе 208. Если условия для нагревания отверстий выполнены, способ может быть продолжен на этапе 210, на котором определяют срок службы и уровень отложений в двигателе. Когда дизельные двигатели работают на холостом ходу длительные периоды времени, возможно появление отложений, когда значительная часть выбросов двигателя не выводится, а задерживается в виде «пюре» (например, полунлетучих углеводородов и смазочного масла), которое будет выведено в дальнейшем, когда двигатель снова будет работать с большей нагрузкой. Такие отложения могут накапливаться и образовывать нежелательные осадения дальше по потоку от выпускных отверстий цилиндра. На этапе 212 может быть запущено нагревание отверстий в наборе цилиндров на основании срока службы двигателя, уровня отложений и/или наличия условий нагревания отверстий. В одном варианте выполнения система управления может быть выполнена с возможностью работы в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий, при этом контроллер также выполнен с возможностью снижения рабочего параметра режима нагревания отверстий на основании одного или более из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры во время события нагревания отверстия и количества топлива, используемого во время события нагревания отверстий.

[0035] На Фиг.3 проиллюстрирован примерный алгоритм 300, выполняемый системой управления, например, контроллером, связанным с высокоскоростным дизельным двигателем для запуска нагревания выпускных отверстий и последующего сжигания несгоревшего масла и/или топлива. В качестве неограничительного примера указанный алгоритм выполняется в системе железнодорожного транспортного средства. При выполнении могут быть учтены условия работы двигателя, например, состояние работы двигателя на холостом ходу, срок службы двигателя, скорость двигателя, время

работы на холостом ходу, нагрузка двигателя, время нагрузки двигателя, и, соответственно, запущена процедура нагревания отверстий. Режим нагревания отверстий может быть изменен в зависимости от срока службы двигателя, уровня отложений и скорости двигателя. Таким образом, поскольку при обкатке двигателя потребность в нагревании отверстий меньше, расход топлива, связанный с нагревом отверстий, со временем может быть снижен. Например, изменение в нагревании отверстий может быть уменьшено на основании частоты и/или длительности событий нагревания отверстий с течением времени и использования двигателя, при этом разный режим нагрева отверстий обеспечивается в ответ на разные пороговые значения или соотношения (например, разные значения скорости, давления в рампе или отношения/диапазоны углов опережения).

[0036] В одном примере процедура нагревания отверстий может включать последовательную работу отдельных подгрупп цилиндров при нагрузке цилиндров или впрыск топлива, достаточного для повышения температуры выхлопных газов подгруппы для сжигания несгоревшего топлива и/или масла, оставшегося в подгруппе цилиндров и/или в выпускной системе при работе двигателя в режиме общей малой нагрузки или в режиме холостого хода. Во время такого процесса каждая последовательно управляемая подгруппа цилиндров может содержать по меньшей мере два цилиндра одновременно из одного и того же ряда в двигателе. Цилиндры, которые в данный момент не задействованы в указанной подгруппе, работают в режиме малого или нулевого расхода топлива. Последовательная работа может включать вначале работу подгруппы цилиндров в режиме нагревания отверстий, а затем работу другой подгруппы цилиндров в режиме нагревания отверстий и так далее. Кроме того, отдельные подгруппы могут иметь общие цилиндры, но каждая подгруппа отличается от других по меньшей мере одним цилиндром. Таким образом, обеспечена возможность удаления углеводородных отложений из выпускных отверстий всех цилиндров.

[0037] В другом примере нагревание отверстий может включать работу двигателя в по меньшей мере двух режимах, первый режим с меньшим количеством впрыскиваемого топлива и второй режим с большим количеством впрыскиваемого топлива. В частности, работа может включать обеспечение работы по меньшей мере двух цилиндров из ряда в двигателе (например, правого ряда) во втором режиме, при этом по меньшей мере другой цилиндр противоположного ряда (например, левого ряда) работает в указанном первом режиме для повышения температуры выхлопных газов по меньшей мере указанных по меньшей мере двух цилиндров в указанном втором режиме после работы двигателя при

заданной малой нагрузке и при работе двигателя при малой нагрузке. Таким образом, даже несмотря на малую общую нагрузку двигателя, обеспечена возможность работы отдельных цилиндров с большой нагрузкой, таким образом, чтобы обеспечивать достаточную температуру выпускных отверстий для удаления отложений по меньшей мере из данного цилиндра. Затем, путем изменения режима работы каждого цилиндра обеспечено очищение соответствующих выпускных систем разных цилиндров от отложений. Такой процесс может продолжаться до тех пор, пока все цилиндры не отработали с нагреванием отверстий, или до тех пор, пока нагрузка двигателя не увеличится по сравнению с работой на холостом ходу или с работой при малой нагрузке (например, из-за условий перемещения транспортного средства). В таких случаях, если двигатель работает удовлетворительно при большей нагрузке, нагревание отверстий может быть прекращено (например, любые цилиндры, которые еще не работали в указанном втором режиме, будут очищены при большей нагрузке, и, таким образом, возобновление нагревания отверстий может не понадобиться). Однако, если условия нагрузки были недостаточно высокими или длились малый период времени, нагревание отверстий может быть возобновлено с того места, на котором оно было приостановлено.

[0038] Примеры вышеупомянутой работы вместе с вариантами и дополнительными работами описаны со ссылкой на Фиг.3. На этапе 302 запущен таймер холостого хода и указана начальная установка нулевого времени. Таймер холостого хода выполнен с возможностью измерения количества времени, в течение которого двигатель находится в условиях холостого хода. В одном примере условия работы на холостом ходу могут включать вариант, когда транспортное средство, припаркованное на подъездной дороге в течение длительного времени, при этом двигатель работает на холостом ходу. На этапе 304 выполняют приращение таймера холостого хода на основании времени, проведенного в режиме холостого хода. На этапе 306 определяют, превышает ли время, проведенное в режиме холостого хода, заданное максимальное время работы в режиме холостого хода. В одном примере указанное максимальное время работы в режиме холостого хода составляет 6 часов. Если да, то на этапе 308 двигатель может быть подготовлен к нагреванию отверстий. Следует отметить, что время работы в режиме холостого хода может быть непрерывным промежутком времени, без прерывания других режимов работы, или может включать условия работы в режиме холостого хода, которые в совокупности позволяют получить максимальное время работы в режиме холостого хода.

[0039] Кроме того, несмотря на то, что в показанном примере обеспечено выполнение критериев таймера холостого хода для запуска нагревания отверстий, в

альтернативных вариантах выполнения могут использоваться другие критерии, помимо требований таймера холостого хода. В качестве одного примера может быть определена скорость двигателя на холостом ходу, при этом, если скорость превышает определенный предел скорости при нагревании отверстий, операция нагревания отверстий может быть отключена. Как подробно показано на Фиг.3, процедура подготовки может включать определение первого целевого цилиндра, в котором может быть инициировано нагревание отверстий, и порядок цилиндров для последующих действий. Далее процесс может включать определение параметров впрыска, скорости нарастания и скорости нагревания отверстий. После того, как двигатель должным образом подготовлен, на этапе 310 может быть запущена процедура нагревания отверстий. В качестве альтернативы, если алгоритм перезапущен после ранее прерванной процедуры нагревания отверстий, на этапе 310 указанная процедура может быть возобновлена.

[0040] После выполнения (или возобновления) процедуры нагревания отверстий на этапе 312 определяют, находится ли двигатель на холостом ходу. Если двигатель работает на холостом ходу, то на этапе 314 могут определить, завершена ли процедура нагревания отверстий. Если процедура нагревания отверстий завершена, дальнейшее нагревание отверстий может быть остановлено на этапе 316, а таймер холостого хода может быть сброшен на ноль на этапе 318. Тем не менее, если на этапе 312 определяют, что двигатель не работает на холостом ходу, т.е. определяют, что двигатель работает в условиях большей нагрузки, нагревание отверстий может быть приостановлено на этапе 320. Затем выполнение алгоритма может быть продолжено на этапе 322 для определения того, удовлетворяют ли условия нагрузки двигателя критериям таймера нагрузки, как более подробно описано далее. Таким образом, скопление несгоревшего масла и/или топлива может возникнуть при условии холостого хода двигателя в течение длительного периода времени. Однако во время работы двигателя в не условиях холостого хода выпускной коллектор двигателя может подвергаться повышению температуры, при котором накопившееся несгоревшее масло и/или топливо может внезапно сгореть. Таким образом, во время работы двигателя не в условиях холостого хода процедура нагревания отверстий может не потребоваться и, соответственно, может быть остановлена. Таким образом, указанный алгоритм обеспечивает регулирование процедуры нагревания отверстий, которую запускают, когда двигатель работает на холостом ходу, т.е. когда вероятность накопления несгоревшего масла выше. Указанный алгоритм соответственно обеспечивает приостановку процедуры нагревания отверстий, когда двигатель работает при больших нагрузках, т.е. когда несгоревшее масло может сгореть при нормальных

условиях работы двигателя. Несмотря на то, что одним примером является работа при большой нагрузке, различные условия работы могут вызвать приостановку режима нагревания отверстий (например, запрос через регулятор, направленный оператором, низкие значения температуры окружающей среды, влияние дополнительной нагрузки и т.д.)

[0041] Если на этапе 306 количество времени, проведенного в условиях работы на холостом ходу, не превышает максимальное время работы на холостом ходу, на этапе 322 определяют, был ли двигатель нагружен в течение минимального времени нагрузки. Кроме того, после приостановки процедур нагревания отверстий двигателя под нагрузкой на этапе 320, с помощью указанного алгоритма на этапе 322 могут продолжить определять, обеспечена ли минимальная длительность таймера нагрузки. Если двигатель был нагружен в течение по меньшей мере минимального времени, то дальнейшее нагревание отверстий может не потребоваться с расчетом на повышение температуры выхлопных газов, которое будет достаточным для сжигания накопившегося несгоревшего масла и/или топлива. Таким образом, на этапе 323 нагревание отверстий может не последовать, при этом таймер холостого хода могут сбросить на ноль.

[0042] Однако, если на этапе 306 не обеспечено максимальное время работы на холостом ходу и при этом на этапе 322 не обеспечено минимальное время нагрузки, то на этапе 324 определяют, находится ли двигатель все еще в режиме холостого хода. Если двигатель все еще работает на холостом ходу, согласно указанному алгоритму могут вернуться к этапу 304 для продолжения приращения таймера холостого хода, и после этого продолжают процедуру нагревания отверстий, когда выполнены критерии времени работы на холостом ходу. Если двигатель не работает на холостом ходу на этапе 324, то на этапе 326 согласно алгоритму продолжают приращение таймера нагрузки. На этапе 328 проверяют, была ли приостановлена процедура нагревания отверстий на предыдущей итерации алгоритма. Если это так, согласно алгоритму, на этапе 330 может быть возобновлена процедура нагревания отверстий. Если предыдущее нагревание отверстий не было прервано, согласно алгоритму могут вернуться к этапу 322 и продолжить приращение таймера нагрузки до тех пор, пока не будет достигнуто минимальное время нагрузки, после чего необходимость в процедуре нагревания отверстий может исчезнуть, и, следовательно, таймер холостого хода может быть сброшен до нуля.

[0043] Таким образом, при определении необходимости продолжения процедуры нагревания отверстий могут быть оценены два критерия. Данными критериями может быть время, проведенное в режиме холостого хода (может быть определено таймером

холостого хода) и условия нагрузки двигателя (может быть определено таймером нагрузки и/или состоянием двигателя под нагрузкой или двигателя не на холостом ходу). Следует понимать, что скопление несгоревшего масла и/или топлива может стать потенциальной проблемой в режиме холостого хода или при условии малой нагрузки двигателя, при этом во время работы двигателя в достаточно нагруженном состоянии в течение достаточного длительного времени температура выпускного коллектора может подняться в достаточной степени для обеспечения сгорания несгоревшего топлива и масла во время работы двигателя под нагрузкой.

[0044] В одном примере двигатель находится в режиме холостого хода и находится в течение достаточного времени на холостом ходу, чтобы обеспечить процедуру нагревания отверстий для предотвращения неблагоприятных воздействий накопившегося несгоревшего масла. В этой ситуации, когда обеспечен критерий таймера холостого хода, может последовать процедура нагревания отверстий. По завершении работы таймер холостого хода может быть сброшен для выполнения новой итерации для последующей процедуры. В другом примере двигатель не работает на холостом ходу, а, напротив, находится под нагрузкой. Данный двигатель может находиться достаточно времени в нагруженном состоянии для обеспечения критериев таймера нагрузки и достижения высоких температур в выпускном коллекторе, так что процедура нагревания отверстий может не потребоваться. В данном случае, при условии, что двигатель работает не в режиме холостого хода, при этом соблюден критерий таймера нагрузки, таймер холостого хода может оставаться на нуле.

[0045] Еще в одном примере двигатель работает на холостом ходу, но недостаточно долго для того, чтобы был выполнен критерий таймера холостого хода. Кроме того, режим холостого хода двигателя может быть прерван внезапной работой двигателя под нагрузкой. Если прерывание работы двигателя в нагруженном состоянии продолжается достаточно долго для того, чтобы был выполнен критерий таймера нагрузки, тогда предполагают, что температура в выпускном коллекторе может достигнуть требуемых больших значений для обеспечения сгорания несгоревшего масла, так что при возврате к условиям холостого хода процедура нагревания отверстий может не потребоваться, поэтому таймер холостого хода может быть сброшен на ноль. Тем не менее, если прерывание работы двигателя в нагруженном состоянии не имеет достаточной длительности для выполнения критерия таймера нагрузки, после завершения режима нагруженного двигателя он может быть вновь переведен на холостой ход с возобновлением определения времени работы на холостом ходу.

[0046] В еще одном примере двигатель проработал на холостом ходу достаточно долго, при этом был выполнен критерий таймера холостого хода и была запущена процедура нагревания отверстий. Однако процедура нагревания отверстий может быть прервана внезапной работой двигателя в нагруженном состоянии. Прежде всего, прерывание работы двигателя на холостом ходу приводит к приостановке процедуры нагревания отверстий. Далее, если двигатель работает достаточно долго, что соблюден критерий таймера нагрузки, несгоревшее масло и/или топливо могут быть удалены, и, таким образом, процедура нагревания отверстий может быть прервана, а таймер холостого хода может быть сброшен на ноль в ожидании новой итерации. Однако, если двигатель работает только в течение малого промежутка времени (например, недостаточно для соблюдения критерия таймера нагрузки), а затем вновь работает в режиме холостого хода, процедура нагревания отверстий может быть возобновлена с расчетом на необходимость удаления несгоревшего масла и/или топлива. Таким образом, система управления может быть выполнена с возможностью прогнозирования накопления и/или сгорания несгоревшего масла в выпускном коллекторе двигателя на основании количества времени, в течение которого двигатель работал в условиях холостого хода в сравнении с условиями запуска (или под нагрузкой). Таким образом, благодаря требуемому регулированию выполнения алгоритма нагревания отверстий могут быть предотвращены возможные проблемы, связанные с отложениями несгоревшего масла. Подробности процедуры предварительной подготовки, а также запуска и возобновления процедуры нагревания отверстий раскрыты на примере алгоритма 400 на Фиг. 4.

[0047] На Фиг. 4 проиллюстрирован примерный алгоритм 400, который может быть выполнен с помощью системы управления для подготовки двигателя к последующему запуску (или возобновлению) процедуры нагревания отверстий. Таким образом, алгоритм может быть выполнен как часть этапа подготовки в алгоритме на Фиг. 3 на этапе 308. Согласно указанному алгоритму определен порядок очистки цилиндров от несгоревших отложений масла. Согласно указанному алгоритму обеспечено регулирование нагревания отверстий в зависимости от срока службы двигателя, скорости двигателя и уровня отложений. На этапе 402 определяют, находится ли средство нагревания отверстий в режиме "РАБОТА" (или в режиме "УДРЕЖАНИЕ"). Указанный алгоритм может быть продолжен, если выбран рабочий режим, при котором должны быть соблюдены все критерии процедуры нагревания отверстий. Если указанное средство не находится в рабочем режиме, указанный алгоритм может быть завершен.

[0048] На этапе 404 из ряда цилиндров выбирают целевой набор цилиндров для

запуска процедуры нагревания отверстий. Кроме того, может быть определен последующий порядок процедуры очищения цилиндров. Например, в зависимости от различных конфигураций двигателя он может быть разделен на нагреваемые и ненагреваемые отверстия в зависимости от рядов в двигателе. В одном примере двигатель может представлять собой V-образный двенадцатицилиндровый двигатель с двумя рядами по шесть цилиндров с выпускным коллектором цельного типа для каждого ряда. Целевой набор цилиндров может быть выбран из первого ряда (например, правого ряда) с цилиндрами из указанного второго ряда (например, левого ряда) с ненагреваемыми отверстиями. В данной конфигурации порядок нагревания отверстий может включать начало процесса в целевом наборе цилиндров назначенного ряда и последующее нагревание отверстий оставшихся наборов цилиндров в этом же ряду. Кроме того, наборы цилиндров могут быть выбраны так, чтобы было обеспечено преимущество ранее нагретых соседних цилиндров, так что цилиндр, который может иметь наибольшее скопление выхлопных углеводородных газов, подвергается высокотемпературного выхлопа с самой большей длительностью. В некоторых примерах нагревание отверстий может быть обеспечено во всем ряду, в отличие от наборов цилиндров в ряду, в котором может потребоваться обычная заправка топливом ненагреваемого ряда.

[0049] На этапе 406 могут быть определены параметры нагревания отверстий для целевого набора цилиндров. Параметры нагревания отверстий могут быть определены на основании по меньшей мере одного из следующего: скорости двигателя, срока службы двигателя, уровня отложений, накопленных мегаватт-часов и времени работы на холостом ходу. Например, целевая температура и длительность нагревания отверстий могут быть определены на основании текущего требования двигателя к установленной скорости, давлению в рампе (rail pressure - RP) и/или диапазонам или соотношениям угла опережения (advance angle - AA). Кроме того, рабочий параметр (например, длительность, температура, количество избыточного топлива и т.д.) нагревания отверстий может быть дополнительно снижен по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня скоплений в двигателе, тем самым, снижая соответствующий лишний расхода топлива с течением времени. Например, первый набор параметров нагревания отверстий может быть определен для условий работы двигателя с высокой скоростью, второй набор параметров нагревания отверстий может быть определен для условий работы двигателя со средней скоростью и/или третий набор параметров нагревания отверстий может быть определен для условий работы двигателя с низкой скоростью или в режиме холостого хода.

[0050] В одном примере условия работы двигателя с высокой скоростью могут включать скорости в диапазоне от 1200 до 1800 об/мин, угол опережения в диапазоне от 17 до 24 градусов и/или давление в рампе в диапазоне от 80 до 100 МПа (от 800 до 1000 бар). Условия работы двигателя со средней скоростью могут включать скорости в диапазоне от 600 до 1200 об/мин, угол опережения в диапазоне от 5 до 17 градусов и/или давление в рампе в диапазоне от 60 до 80 МПа (от 600 до 800 бар). Условия работы двигателя с низкой скоростью могут включать скорости до 600 об/мин, угол опережения до 5 градусов и/или давление в рампе до 60 МПа (до 600 бар). В качестве альтернативы, параметры нагревания отверстий могут быть изменены в зависимости от другой скорости, мегаватт-часов, давления в рампе и/или соотношений угла опережения (например, температура или длительность нагревания отверстий могут быть увеличены на заданное количество при определенном увеличении скорости с учетом срока службы двигателя в мегаватт-часах). Например, при условии работы двигателя с высокой скоростью обеспечена возможность управления двигателем так, чтобы снизить уровень оборотов в минуту ниже значения "высокой скорости" как часть параметров для нагревания отверстий. При средней или низкой скорости двигателя параметры нагревания отверстий могут не включать изменение уровней оборотов в минуту. Длительность и целевая температура нагревания отверстий могут быть снижены при более высоких скоростях по сравнению с их значениями на холостом ходу или при средней скорости.

[0051] В одном примере нагревание отверстий может быть изменено, если высокая скорость превышает пороговое значение, в зависимости от мегаватт-часов, срока службы двигателя и/или функции времени, причем при снижении высокой скорости ниже порогового значения нагревание отверстий может быть зафиксировано. Например, при скорости выше 1200 об/мин температура, длительность, частота и/или количество топлива, используемого по меньшей мере одним цилиндром, могут изменяться во время нагревания отверстия. Для скоростей менее 1200 об/мин температура, длительность, частота и/или количество топлива, используемого во время нагревания отверстий, могут быть заданы в виде фиксированных значений, которые не зависят от мегаватт-часов, срока службы двигателя и/или функции времени. В одном примере нагревание отверстий может выполняться в течение 18 минут каждые 60 минут работы для всех скоростей менее 1200 об/мин, при этом длительность нагревания отверстий может варьироваться в зависимости от времени работы и/или других факторов при скоростях 1200 об/мин или выше.

[0052] Контроллер выполнен с возможностью обеспечения снижения рабочего

параметра режима нагревания отверстий по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе. В одном примере уровень отложений в двигателе может быть вычислен путем вычитания выхлопов во время проверки базовой линии отложений из значения, полученного при проверке отложений, а затем путем деления на количество минут работы на холостом ходу между двумя проверками. Вычисленное количество отложений может быть использовано для регулирования параметра нагревания отверстий для увеличения эффективности/снижения изменений при очистке, а также для снижения избыточного расхода топлива при нагревании отверстий с течением времени. Например, температура и длительность нагревания отверстий для каждого порогового значения (например, диапазонов скоростей) могут быть снижены при более низких уровнях отложений (например, при обкатке двигателя).

[0053] В одном примере событие нагревания отверстий может включать избыточную подачу топлива (например, при запуске топливного инжектора по меньшей мере двух цилиндров для увеличения количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры) в набор цилиндров в том ряду цилиндров, где выполняют нагревание отверстий. Количество избыточного топлива (например, количество дополнительно впрыскиваемого топлива) зависит от начальных параметров нагревания отверстий и может быть дополнительно отрегулировано с учетом срока службы двигателя, уровня отложений, исправности топливного инжектора, износа топливного инжектора, условий окружающей среды (например, температуры, высоты, влажности и т. д.), времени с момента последнего капитального ремонта двигателя и/или т.п. После того, как параметры установлены, они могут быть переданы целевому набору цилиндров, и на этапе 408 может быть выполнено нагревание отверстий в целевом наборе цилиндров на основании определенных параметров. На этапе 410 оставшиеся цилиндры (т.е. цилиндры, не являющиеся частью целевого набора, выбранного на этапе 404) могут быть отрегулированы в соответствии с условиями малой нагрузки. На этапе 412 после завершения нагревания отверстий в целевом наборе цилиндров обновление статуса может быть направлено обратно в контроллер. Затем, на этапе 414 согласно алгоритму процесс может быть продолжен в следующем целевом цилиндре, установленному в том же ряду двигателей, в порядке, определенном ранее на этапе 404.

[0054] В другом примере контроллер выполнен с возможностью выявления одного или более из следующего: накопленных оборотов двигателя при малой или нулевой нагрузке, величины нагрузки и оборотов двигателя как функции мегаватт-часов в качестве

по меньшей мере одного фактора при определении необходимости запуска нагревания отверстий. Например, скорость, нагрузка двигателя, мегаватт-часы и время могут быть приняты во внимание, чтобы обеспечить разное нагревание отверстий в зависимости от различных скоростей (например, при разных уровнях скорости может быть обеспечен запуск разных уровней нагревания отверстий). В одном варианте выполнения критерии таймера холостого хода могут быть использованы для определения, выполнены ли условия для нагревания отверстий. Данные таймера холостого хода могут быть основаны на разных скоростях двигателя (например, первой, второй, третьей скорости, высокой, средней, низкой скорости и т.д.), а также на сроке службы двигателя и могут нормироваться по количеству оборотов двигателя. Нормированный предел счетчика оборотов двигателя может быть использован в качестве порогового значения для обеспечения нагревания отверстий. Предел счетчика может быть выражен в виде одномерного (1D) вектора (например, срока службы двигателя в мегаватт-часах по сравнению с нормированным пределом счетчика оборотов двигателя).

[0055] Фиг. 5 и 6 изображают неограничительный пример, иллюстрирующий угол опережения и давление в рампе при разных скоростях двигателя, соответственно, во время нагревания отверстий при выполнении алгоритмов, представленных на Фиг.3 и 4 по сравнению с нормальной работой двигателя. Как показано на графике 500 на Фиг.5, угол опережения может быть уменьшен при нагревании отверстий на более низких скоростях двигателя (например, от 500 до 1750 об/мин) при выполнении алгоритмов на Фиг 3 и 4. Аналогично, как показано на графике 600 на Фиг. 6, давление в рампе может быть снижено при нагревании отверстий на более низких скоростях двигателя (например, от 500 до 1500 об/мин). В качестве альтернативы, при более высоких скоростях (например, более 1500 об/мин) давление в рампе и угол опережения могут быть такими же, как при нормальной работе.

[0056] Выпускные отверстия цилиндров двигателя выполнены с возможностью последовательного и периодического нагревания для обеспечения выпаривания и/или сгорания несгоревшего в них масла. Благодаря этому могут быть уменьшены или исключены нежелательного отложения топлива и/или масла в выпускных отверстиях и в выхлопной трубе. Путем регулирования процедуры нагревания отверстий в зависимости от количества времени, в течение которого двигатель находился на холостом ходу, а также в зависимости от условий нагрузки двигателя, срока службы двигателя и уровня отложений обслуживание выпусков может быть автоматизировано, а необходимость вмешательства человека может быть уменьшена.

[0057] В данном документе элемент или этап, указанный в единственном числе, следует трактовать без исключения возможности множественного числа указанных элементов или этапов, если только прямо не указано иное. Кроме того, указания на "один вариант выполнения" изобретения не исключают наличия дополнительных вариантов выполнения, которые также содержат перечисленные признаки. Кроме того, если явно не указано иное, варианты выполнения, "содержащие", "включающие" или "имеющие" элемент или элементы, обладающие определенным свойством, могут дополнительно включать такие элементы, не обладающие этим свойством. Слова "включающий" и "в котором" используются в качестве буквальных эквивалентов соответствующих слов "содержащий" и "где". Кроме того, слова "первый", "второй", "третий" и т.д. используются только для обозначения и не относятся к числовым требованиям или к указанию конкретного порядка расположения таких объектов.

[0058] В данном тексте описания примеры, включая наилучший вариант выполнения, используются для раскрытия изобретения, а также для того, чтобы дать возможность специалисту в соответствующей области техники применить данное изобретение на практике, включая создание и использование любых устройств или систем и выполнение любых включенных способов. Патентуемый объем изобретения определен формулой изобретения и может включать другие примеры, которые очевидны для специалистов в данной области техники. Такие другие примеры входят в объем, определенный формулой изобретения, если они содержат структурные элементы, которые не отличаются от буквальных формулировок формулы изобретения, или если они содержат эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального трактования формулы изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система двигателя внутреннего сгорания, содержащая:

двигатель, содержащий цилиндры, которые расположены рядами, причем по меньшей мере один из указанных цилиндров имеет по меньшей мере одно отверстие, и

контроллер, выполненный с возможностью управления работой двигателя в по меньшей мере двух режимах, причем по меньшей мере один режим является режимом нагревания отверстий, при этом контроллер также выполнен с возможностью изменения рабочих параметров режима нагревания отверстий на основании по меньшей мере одного из следующего: функции времени, срока службы двигателя, вычисленных или измеренных мегаватт-часов двигателя, вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе, с обеспечением работы двигателя на заданном пороговом значении высокой скорости или выше, так что измененные рабочие параметры для режима нагревания отверстий включают снижение одного или более из следующего:

частоты событий нагревания отверстий,

длительности события нагревания отверстий,

целевой температуры во время события нагревания отверстий и

количества топлива, используемого по меньшей мере одним из указанных цилиндров во время указанного события нагревания отверстий,

при этом двигатель не содержит средства рециркуляции выхлопных газов и/или является высокоскоростным дизельным двигателем.

2. Система по п.1, в которой по меньшей мере два цилиндра в первом ряду работают в режиме нагревания отверстий, а цилиндры в остальных рядах двигателя работают в режиме без нагревания отверстий,

при этом опционально контроллер также может быть выполнен с возможностью возобновления режима нагревания отверстий путем продолжения последовательной работы до тех пор, пока все цилиндры в указанном первом ряду не отработают в режиме нагревания отверстий по меньшей мере один раз.

3. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой каждый цилиндр имеет по меньшей мере одно отверстие,

причем контроллер также выполнен с возможностью снижения одного из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры во время события нагревания отверстий и количества топлива, используемого по меньшей мере одним из указанных цилиндров во время

события нагревания отверстий, по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе,

при этом опционально контроллер также может быть выполнен с возможностью снижения по меньшей мере одного из следующего: частоты событий нагревания отверстий, длительности события нагревания отверстий, целевой температуры во время события нагревания отверстий и количества топлива, используемого по меньшей мере одним из указанных цилиндров во время события нагревания отверстий, при работе двигателя с высокой скоростью, соответствующей заданному пороговому значению или превышающей его,

причем опционально указанное одно из следующего: частота событий нагревания отверстий, длительность события нагревания отверстий, целевая температура во время события нагревания отверстий и количество топлива, используемого по меньшей мере одним из указанных цилиндров во время события нагревания отверстий, сниженное по меньшей мере частично на основании вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе, фиксируется для скоростей менее заданного порогового значения высокой скорости,

причем опционально заданное пороговое значение высокой скорости составляет 1200 оборотов в минуту (об/мин).

4. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой контроллер также выполнен с возможностью:

определения условий работы,

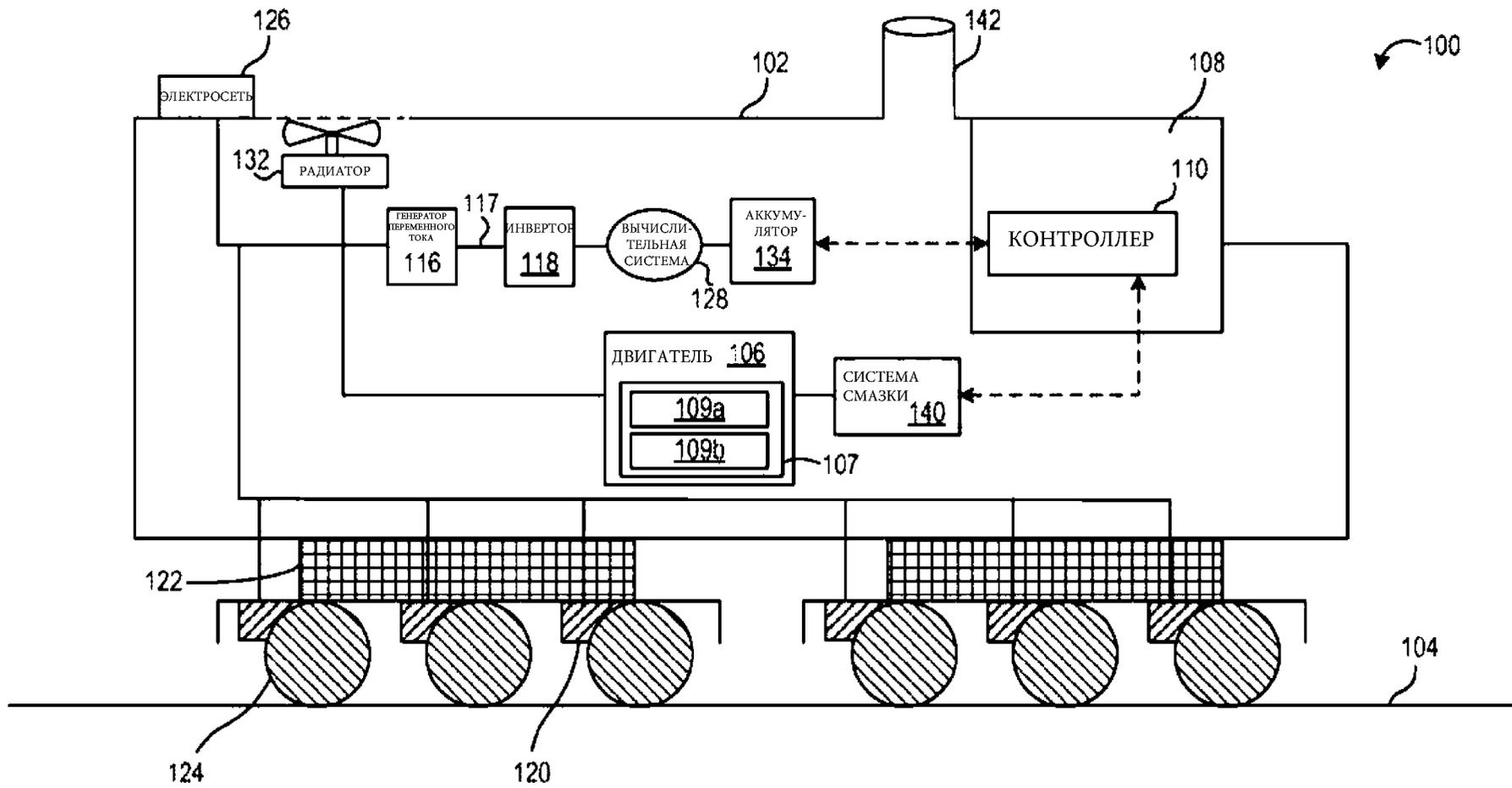
определения нагрузки двигателя,

определения того, соблюдены ли условия для режима нагревания отверстий,

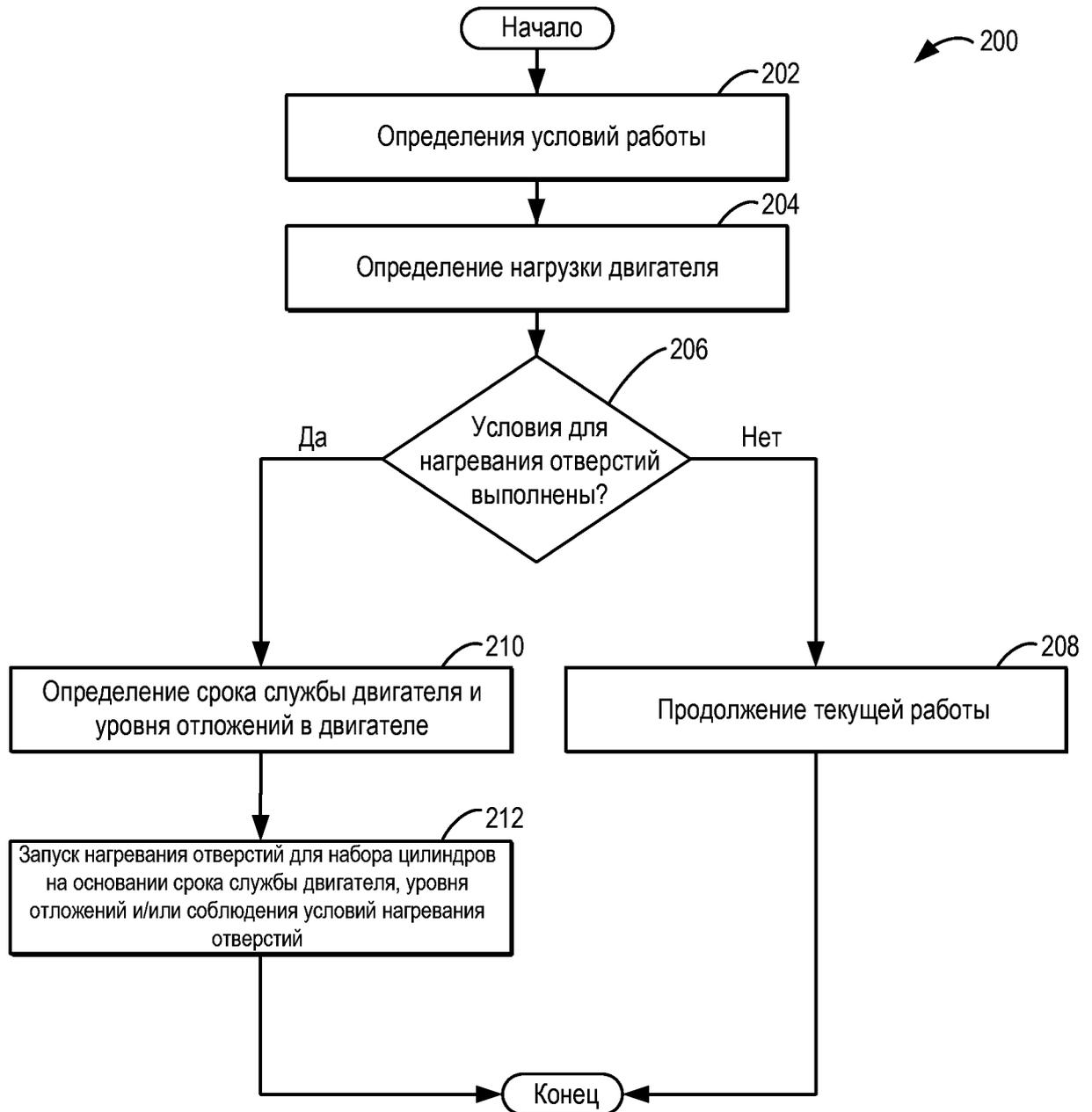
продолжения текущей работы, если условия для режима нагревания отверстий не соблюдены, и

определения срока службы и вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе, если условия для режима нагревания отверстий соблюдены, и последующего запуска режима нагревания отверстий для набора цилиндров на основании срока службы двигателя, вычисленного или измеренного уровня отложений в двигателе и/или соблюденных условий для режима нагревания отверстий.

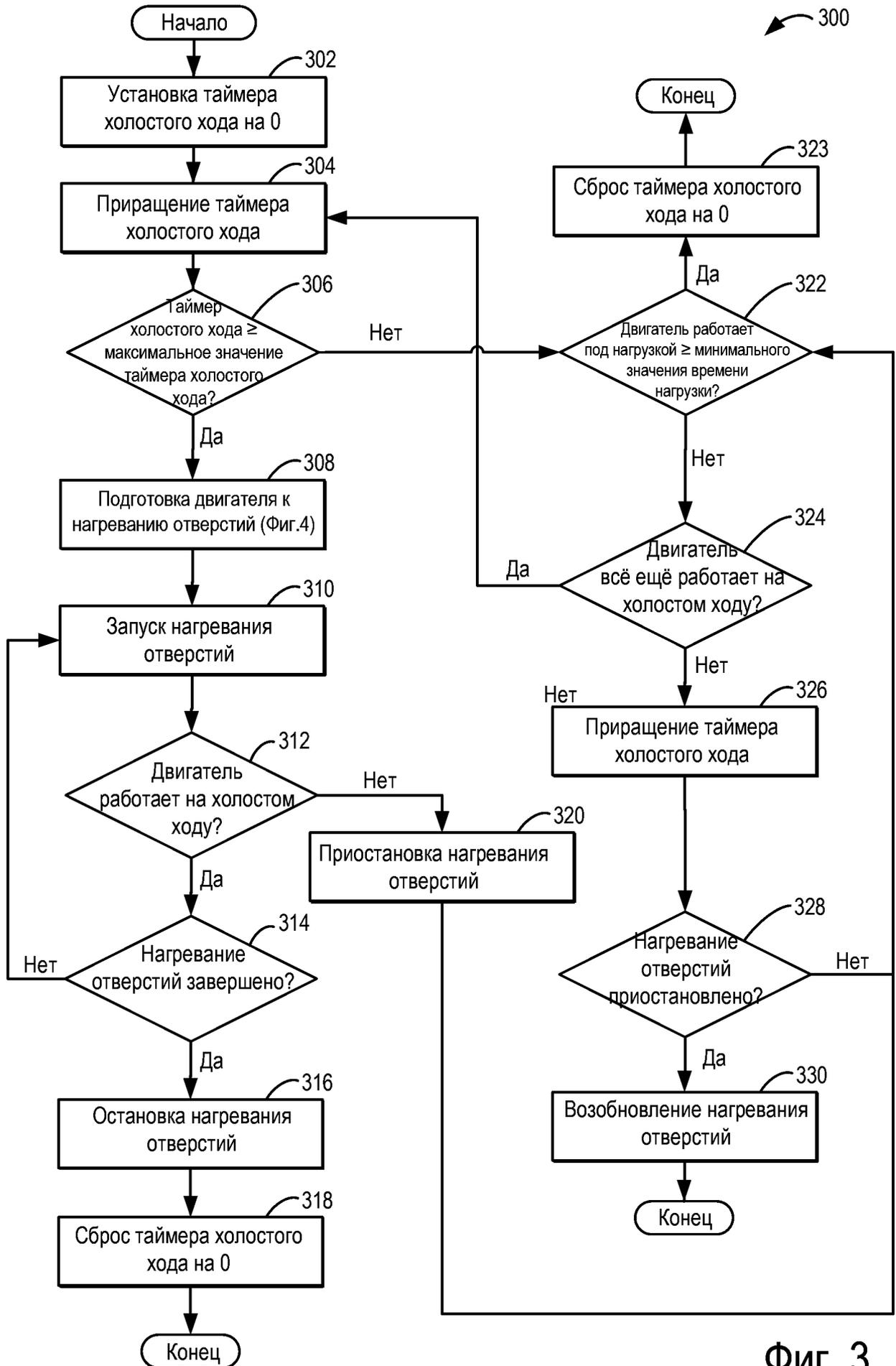
5. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой двигатель предназначен для использования в локомотиве.



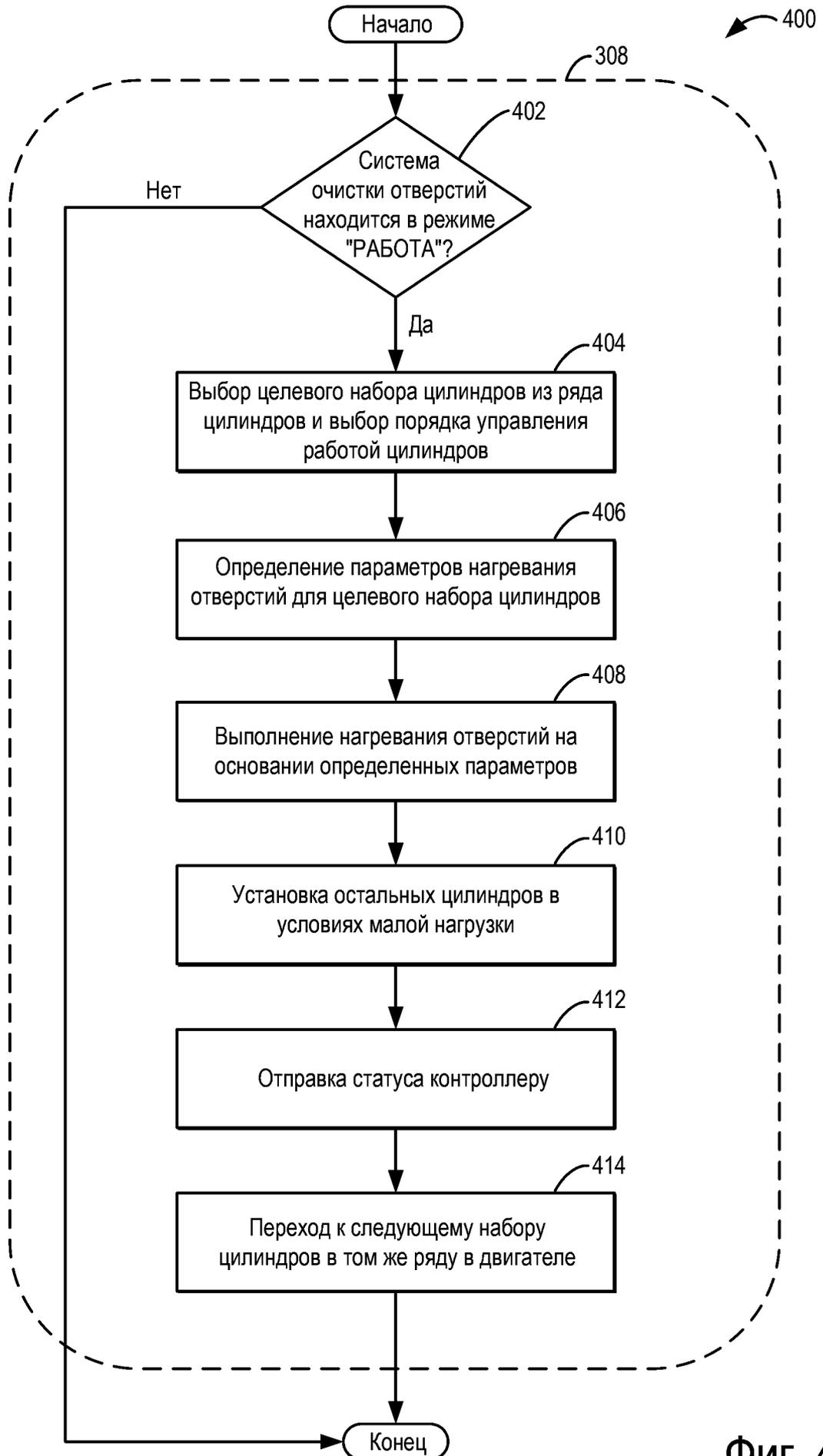
Фиг. 1



Фиг. 2



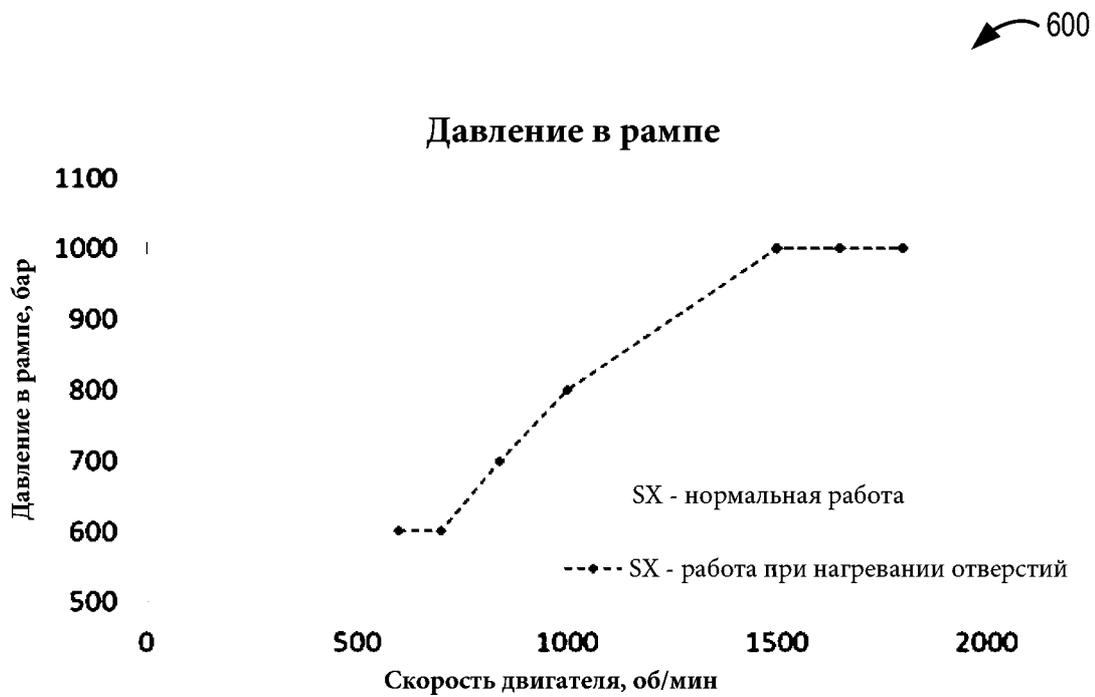
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**202092385**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

**F02D 29/00 (2006.01)**  
**F02D 45/00 (2006.01)**

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)  
F02B 1/00 - F02B 79/00, F02C 1/00 - F02C 9/58, F02D 1/00 - F02D 45/00

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)  
ЕАПАТИС, WIPO Patentscope, Espacenet (Worldwide collection)

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X Y	EP 2 933 452 A2 (CUMMINS INC), 21.10.2015, пар. 0001, 0025, 0028-0030	1-4 5
X Y	WO 2013/001311 A1 (PERKINS ENGINES CO LTD, И ДР.), 03.01.2013, с.4, с5 стр.12-с.6 стр.26, с.20 стр.16-с.21стр.18, с.22 стр.12-23, фиг.1	1-4 5
X Y	WO 2020/205073 A1 (TULA TECHNOLOGY INC), 08.10.2020, пар.0020, 0052-0056, 0060	1-4 5
A	SU 979672 A1 (ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ), 07.12.1982, весь документ	1-5

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

«P» - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **30/11/2021**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,  
физики и электротехники



Д.Ф. Крылов