

СИСТЕМА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ В ДИАПАЗОНЕ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ПРИОРИТЕТ ЗАЯВКИ

Приоритет данной заявки заявляется по заявке на патент Индии №202041030365, поданной 16 июля 2020 г.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Варианты выполнения раскрытого в данном документе изобретения относятся к параметрам двигателя в диапазоне температуры окружающей среды.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Некоторые транспортные средства содержат источники питания, например дизельные двигатели внутреннего сгорания. Системы двигателей внутреннего сгорания, используемые в определенных географических точках, подвержены значительным колебаниям температуры окружающей среды. В двигателе выходная мощность и частота вращения двигателя могут регулироваться оператором путем выбора степени открытия (положения) дроссельной заслонки. Выбор более открытого положения дроссельной заслонки соответствует большему открытию воздухозаборника и большей подаче топлива в двигатель. Рабочие параметры двигателя определяются контроллером двигателя на основе выбранного положения дроссельной заслонки. Из-за суточных колебаний окружающих условий работа системы двигателя в соответствии с каждым выбранным положением дроссельной заслонки может быть нарушена. Существует потребность в системе и способе, отличных от доступных в настоящее время.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] В одном варианте выполнения способ работы двигателя может включать получение одного или более параметров окружающей среды, получение требуемого положения дроссельной заслонки, получение одного или более определенных параметров работы двигателя для двигателя по меньшей мере частично на основании требуемого положения дроссельной заслонки и графика рабочих характеристик двигателя, и изменение указанного одного или более определенных рабочих параметров двигателя, полученных из графика рабочих характеристик двигателя, в зависимости по меньшей мере частично от выхода полученных параметров окружающей среды за пределы определенного порогового рабочего диапазона параметров окружающей среды.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0004] Фиг. 1 изображает структурную схему транспортного средства, содержащего двигатель внутреннего сгорания в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

[0005] Фиг. 2А изображает график изменения частоты вращения двигателя в зависимости от положения дроссельной заслонки;

[0006] Фиг. 2В изображает график изменения нагрузки двигателя в зависимости от положения дроссельной заслонки;

[0007] Фиг. 2С изображает график изменения базовой фазы синхронизации в зависимости от положения дроссельной заслонки;

[0008] Фиг. 2D изображает график изменения давления топлива в общей топливной рампе в зависимости от положения дроссельной заслонки;

[0009] Фиг. 3 изображает график изменения базовой фазы синхронизации в зависимости от мощности двигателя по частотам вращения двигателя;

[0010] Фиг. 4 изображает график изменения давления топлива в общей топливной рампе в зависимости от частоты вращения двигателя по мощностям двигателя;

[0011] Фиг. 5 изображает пример таблицы рабочих параметров двигателя, соответствующих положениям дроссельной заслонки;

[0012] Фиг. 6А изображает график изменения базовой фазы синхронизации в зависимости от частоты вращения двигателя по мощностям двигателя;

[0013] Фиг. 6В изображает график изменения давления в рампе в зависимости от частоты вращения двигателя по мощностям двигателя;

[0014] Фиг. 7 изображает блок-схему, иллюстрирующую примерный способ определения рабочих параметров двигателя, соответствующих выбранному положению дроссельной заслонки;

[0015] Фиг. 8 изображает блок-схему, иллюстрирующую примерный способ определения базовой фазы синхронизации, соответствующей частоте вращения двигателя и мощности;

[0016] Фиг. 9 изображает блок-схему, иллюстрирующую примерный способ определения давления в рампе, соответствующего частоте вращения двигателя и мощности.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0017] Следующее описание относится к системе и способу оценки и/или регулирования одного или более параметров двигателя при работе двигателя в диапазоне

условий окружающей среды, включая некоторые экстремальные условия. Также в данном описании рассматриваются различные двигатели и целевое назначение. Подходящие двигатели могут включать двигатели, работающие на бензине, дизельном топливе, биодизельном топливе, этаноле, природном газе, а также на комбинации двух или более из вышеперечисленных. Подходящие транспортные средства могут включать автомобили, грузовики, горнодобывающее и промышленное оборудование, локомотивы и рельсовые транспортные средства, морские суда и летательные аппараты, а также в некоторых случаях неподвижные генераторы энергии.

[0018] Железнодорожные транспортные средства могут использоваться для передвижения железнодорожных вагонов, а также для сборки и разборки поездов на железнодорожной станции. Некоторые транспортные средства могут иметь заданные положения (заданные степени открытия) дроссельной заслонки, которые являются оптимальными рабочими точками для данного двигателя. В рельсовых транспортных средствах такие заданные положения дроссельной заслонки могут называться «метками». В одном примере «метка» может соответствовать конкретному значению частоты вращения и нагрузки. В других устройствах двигателя данное понятие «метка» может использоваться, когда двигатель физически отсоединен от нагрузки, но соединен с генератором или генератором переменного тока.

[0019] В одном варианте выполнения система и способ могут учитывать модели двигателя, изначально откалиброванные для меньших изменений температурных условий, которые используются в двигателе, работающем с более высокой номинальной мощностью, в условиях экстремальных изменений для двигателей, работающих с относительно более низкой номинальной мощностью.

[0020] В одном варианте выполнения предложена система, которая содержит двигатель и контроллер для двигателя. Двигатель может содержать цилиндры, расположенные в два ряда. Контроллер выполнен с возможностью получения данных об одном или более параметрах окружающей среды от одного или более датчиков. Контроллер выполнен с возможностью получения, например от оператора, требуемого положения (требуемой степени открытия) дроссельной заслонки для двигателя. С помощью положения дроссельной заслонки и графиков рабочих характеристик двигателя контроллер может определить основные рабочие параметры двигателя. Данные основные рабочие параметры двигателя, которые получает контроллер, могут быть одним или более определенными рабочими параметрами двигателя для двигателя, которые по меньшей мере частично основаны на требуемом положении дроссельной заслонки. Затем

контроллер может изменить указанный один или более определенных рабочих параметров двигателя, полученных из графиков рабочих характеристик двигателя, в зависимости по меньшей мере частично от выхода полученных параметров окружающей среды за пределы заданного порогового рабочего диапазона параметров окружающей среды. Пороговый рабочий диапазон может определять экстремальные условия окружающей среды. Например, экстремальным параметром окружающей среды может быть температура выше примерно 50°C. В одном варианте выполнения контроллер принимает нормальный режим работы двигателя и в ответ на экстремальную внешнюю температуру может регулировать рабочие параметры двигателя заданным и определенным образом. Регулирования может отличаться в зависимости от оборотов двигателя в минуту или других факторов, указанных в данном документе.

[0021] В одном варианте выполнения рабочие параметры двигателя включают объем и давление всасываемого воздуха первого ряда цилиндров относительно второго ряда цилиндров, и контроллер может изменять первый рабочий режим первого ряда цилиндров отлично и независимо от второго режима работы второго ряда цилиндров путем регулирования в ответ на выход полученных параметров окружающей среды за пределы заданного порогового рабочего диапазона параметров окружающей среды. Это может быть сделано, например, путем независимого управления турбонагнетателями.

[0022] В соответствии с вариантом выполнения система двигателя, как показано на фиг.1, может быть установлена в транспортном средстве с возможностью подачи к нему питания. Изменение ряда рабочих параметров двигателя в соответствии с каждым положением дроссельной заслонки показано на фиг.2A – 2D и 5. Базовое положение синхронизации двигателя может быть получено в зависимости от мощности двигателя и частоты вращения двигателя, как показано на фиг.3 и 6A. Давление топлива, которое подается в двигатель, может быть обеспечено с помощью отдельных топливных насосов на каждом цилиндре или с помощью топливной системы с общей рампой. Подходящие значения давления могут быть получены в соответствии с мощностью двигателя и частотой вращения двигателя, как показано на фиг.4 и 6B. Во время работы контроллер двигателя может выполнять последовательность управляющих действий для определения условий работы двигателя по откалиброванным графикам рабочих характеристик двигателя. Пример последовательности действий проиллюстрирован на фиг.7 – 9.

[0023] Двигатель выполнен с возможностью работы при относительно низкой номинальной мощности и с возможностью работы при экстремальных окружающих условиях. Экстремальная температура окружающей среды может быть ближе к внешним

границам диапазона рабочих температур. На холодной стороне экстремально низкая температура приближается к минус 50°C в качестве пороговой температуры и превышает ее. Также на горячей стороне экстремально высокая температура приближается к 50°C в качестве пороговой температуры и превышает ее. На эти температуры могут дополнительно влиять экстремальные значения влажности, давления и т.п. В одном варианте выполнения рассматриваемые система и способ выполнены с возможностью уменьшения потребления топлива и уровней выбросов некоторых составляющих выхлопных газов во время работы.

[0024] Во время работы положение (степень открытия) дроссельной заслонки (также называемое здесь меткой) может быть выбрано оператором с помощью ручки выбора метки. Это позволяет косвенно или непосредственно управлять одним или более из следующих параметров: частотой вращения двигателя, нагрузкой двигателя, базовым положением синхронизации и давлением топлива в общей топливной рампе из предварительно откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя при выбранных условиях температуры окружающей среды. Благодаря выбору одного или более рабочих параметров двигателя из графиков рабочих характеристик двигателя для параметров окружающей среды, выходящих за пределы пороговых значений, может быть улучшена работа двигателя.

[0025] Контроллер 12 двигателя (далее в данном документе именуемый контроллером) может являться частью системы 14 управления для транспортного средства. Система управления обеспечивает возможность управления различными компонентами, связанными с транспортным средством. Например, различные компоненты транспортного средства могут быть подключены к контроллеру через канал связи или шину данных. Контроллер может дополнительно или в качестве варианта содержать память, содержащую энергонезависимые машиночитаемые носители данных (не показаны), содержащие код для обеспечения бортового мониторинга и управления работой транспортного средства.

[0026] Контроллер выполнен с возможностью получения информации от одного или более датчиков 16. Кроме того, контроллер выполнен с возможностью отправки управляющих сигналов на приводные устройства 18. Контроллер выполнен с возможностью приема сигналов от датчиков во время контроля и управления транспортным средством для определения рабочих параметров и условий работы, и может соответственно регулировать различные приводные устройства двигателя, чтобы управлять работой транспортного средства. Например, контроллер двигателя выполнен с

возможностью приема сигналов от различных датчиков двигателя, включая, помимо прочего, частоту вращения двигателя (например с помощью датчика положения коленчатого вала двигателя), нагрузку двигателя (полученную из количества топлива, заданного контроллером двигателя, количества топлива, определенного по измеренным параметрам топливной системы, усредненных данных о среднем крутящем моменте и/или выходной электрической мощности генератора переменного тока или генератора), массовый объем/скорость потока воздуха (например с помощью датчика массового расхода воздуха), давление воздуха во впускном коллекторе, давление наддува, давление выхлопных газов, давление окружающей среды, температуру окружающей среды, влажность окружающей среды, температуру выхлопных газов (например, температуру выхлопных газов на входе в турбину, определяемую датчиком температуры), температуру сажевого фильтра, противодавление сажевого фильтра, давление охлаждающей жидкости двигателя, количество оксидов азота в выхлопных газах (от датчика окислов азота), количество сажи в выхлопных газах (от датчика сажи/твердых частиц), датчика уровня кислорода в выхлопных газах и т.п. Соответственно, контроллер выполнен с возможностью управления рельсовым транспортным средством путем отправки команд различным компонентам, таким как тяговые двигатели, генератор переменного тока/генератор, клапаны цилиндров, топливные форсунки, рычаг положения дроссельной заслонки, перепускной клапан компрессора (или перепускной клапан двигателя в альтернативных вариантах выполнения), сбрасывающая заслонка или подобное. Другие активно работающие и управляющие приводные устройства могут быть соединены с различными местами в рельсовом транспортном средстве.

[0027] В качестве одного примера, графики рабочих характеристик двигателя могут быть заполнены рабочими параметрами двигателя, соответствующими каждому положению дроссельной заслонки. Рабочие параметры двигателя могут быть оптимизированы для двигателя, работающего при более низкой номинальной мощности. Кроме того, рабочие параметры двигателя могут использоваться в широком диапазоне температурных условий окружающей среды. Для корреляции рабочих параметров двигателя могут быть заполнены таблицы и графики, и они могут быть сохранены в памяти контроллера. Во время работы двигателя оператор двигателя может выбрать положение дроссельной заслонки, а контроллер двигателя может использовать графики рабочих характеристик двигателя для определения соответствующих условий работы двигателя для выбранного положения дроссельной заслонки. Кроме того, во время работы двигателя при определенной скорости его вращения, контроллер может использовать

графики рабочих характеристик двигателя для определения рабочих параметров двигателя, соответствующих каждой мощности двигателя.

[0028] Путем выбора рабочих параметров двигателя из графиков рабочих характеристик двигателя, составленных для работы двигателя при более низкой мощности и в диапазоне параметров окружающей среды, обеспечена возможность управления работой двигателя путем регулирования этих рабочих параметров в зависимости по меньшей мере частично от параметров окружающей среды. Технический результат выбора условий работы двигателя из графиков рабочих характеристик двигателя в соответствии с заданным оператором положением дроссельной заслонки, а затем регулирования указанных условий работы в зависимости по меньшей мере частично от измеренных или расчетных параметров окружающей среды, состоит в том, что потребление топлива может быть уменьшено. Уровни выбросов могут быть снижены путем регулирования рабочих параметров двигателя относительно нормальных рабочих параметров двигателя в ответ на измеренные или расчетные параметры окружающей среды, например, при температуре окружающей среды, которая выше или ниже пороговых значений. Благодаря заполнению графиков рабочих характеристик двигателя и их использованию при всех условиях работы, эксплуатация двигателя может осуществляться при теплом и холодном двигателях в диапазоне положений дроссельной заслонки, частот вращения двигателя и сценариях нагрузки мощности.

[0029] На фиг.1 показана блок-схема варианта выполнения системы 100 железнодорожного транспортного средства, которая может передвигаться по рельсам 102 при питании от двигателя 104. В проиллюстрированном варианте выполнения система транспортного средства показана в виде рельсового транспортного средства 106, имеющего колеса 112. Подходящее рельсовое транспортное средство может быть маневровой машиной, а двигатель может быть маневровым двигателем. В данном варианте выполнения двигатель выполнен с возможностью работы при относительно низкой номинальной мощности по сравнению с двигателями транспортных средств, используемых для перемещения поездов на большие расстояния. В качестве примера двигатель выполнен с возможностью работы с номинальной мощностью 1100 кВт/1475 л.с., причем двигатель выполнен с возможностью работы с выходной мощностью 2500 лошадиных сил (л.с.). В данном варианте выполнения двигатель может использоваться в географических точках с экстремальными (высокими и низкими) температурами окружающей среды.

[0030] Подходящий двигатель может иметь камеры сгорания (например цилиндры).

Цилиндры двигателя получают топливо (например дизельное топливо) из топливной системы 103 через топливный трубопровод 107. Топливный трубопровод может быть соединен с общей топливной рампой и топливными форсунками. Давление в общей топливной рампе может быть отрегулировано на основании рабочих параметров двигателя и положения (степени открытия) дроссельной заслонки, выбранного (выбранной) оператором двигателя. Давление топлива в рампе может контролироваться на основании датчика давления в общей топливной рампе, соединенного с указанной рампой.

[0031] Двигатель 104 получает всасываемый воздух для сгорания из впускного канала 114. Всасываемый воздух содержит окружающий воздух снаружи транспортного средства, протекающий во впускной канал через воздушный фильтр 160. Впускной канал может содержать дроссельную заслонку 162, содержащую дроссельную пластину. В данном примере положение дроссельной пластины может изменяться контроллером с помощью сигнала, подаваемого на электродвигатель или приводное средство, содержащееся в дроссельной заслонке. Дроссельная заслонка 162 выполнена с возможностью открытия в различные положения, каждое из которых соответствует степени открытия дроссельной заслонки. Таким образом, дроссельная заслонка 162 выполнена с возможностью изменения подачи всасываемого воздуха в камеру сгорания в двигателе 104. В качестве примера, управление дроссельной заслонкой может иметь восемь положений (в качестве «меток»), а также положение холостого хода. Положение 1 дроссельной заслонки (первое положение или первая степень открытия) дроссельной заслонки) может соответствовать минимальному количеству всасываемого воздуха и топлива, подаваемого в двигатель, а положение 8 дроссельной заслонки (восьмое положение или восьмая степень открытия дроссельной заслонки) может соответствовать самому высокому количеству всасываемого воздуха и топлива, подаваемого в двигатель. Оператор двигателя может выбирать положение дроссельной заслонки, приводя в действие переключатель или педаль. Впускной канал может содержать впускной коллектор двигателя и/или может быть соединен с ним. Выхлопной газ, образующийся в результате горения в двигателе, подается в выхлопной канал 116. Выхлопной газ проходит через указанный выхлопной канал в глушитель 117 и выходит из выхлопной трубы 119 транспортного средства.

[0032] Каждый цилиндр двигателя может содержать один или более впускных клапанов и один или более выпускных клапанов. Например, цилиндр может содержать по меньшей мере один впускной клапан и по меньшей мере один выпускной клапан, расположенные в верхней части цилиндра. Впускной клапан и выпускной клапан

выполнены с возможностью приведения в действие с помощью соответствующих кулачковых приводных устройств, соединенных с соответствующими узлами коромысел. Каждое из кулачковых приводных устройств может содержать один или более кулачков, и в нем может использоваться одно или более из следующих устройств: устройство переключения профиля кулачка (CPS), устройство изменения фаз распределения кулачков (VCT), устройство изменения фаз газораспределения (VVT) и/или устройство изменения подъема клапана (VVL), которые выполнены с возможностью управления ими контроллером для изменения работы клапана. Положение впускного клапана и выпускного клапана может быть определено датчиками положения клапана. В альтернативных вариантах выполнения впускной и/или выпускной клапан выполнены с возможностью управления ими путем приведения в действие электрического клапана. Например, цилиндр в качестве альтернативы может содержать впускной клапан, управляемый путем приведения в действие электрического клапана, и выпускной клапан, управляемый путем приведения в действие кулачка, содержащего средства переключения профиля кулачка и/или средства изменения фаз распределения кулачков.

[0033] В одном примере рельсовое транспортное средство является дизель-электрическим транспортным средством. Как показано на фиг.1, двигатель может быть соединен с системой выработки электроэнергии, которая может содержать генератор/генератор переменного тока 122. Генератор переменного тока может быть электрически соединен с одним или более тяговыми электродвигателями 124. Кроме того, между генератором переменного тока и тяговым двигателем могут быть размещены различные компоненты силовой электроники и элементы шины. Подходящий генератор переменного тока/генератор может содержать генератор постоянного тока (DC) или генератор переменного тока (AC). Как отмечено, подходящие двигатели могут содержать бензиновый двигатель, двигатель на дизельном топливе и/или двигатель на природном газе, который генерирует выходной крутящий момент, передаваемый электрическому генератору переменного тока/генератору. Генератор переменного тока/генератор может быть механически соединен с двигателем. Двигатель может быть многотопливным двигателем. Подходящие многотопливные двигатели могут содержать двигатели, работающие и на дизельном топливе, и на природном газе. Другие подходящие двигатели могут использовать другие чистые/моно виды топлива, например бензин, дизельное топливо или природный газ, или может использовать различные комбинации другого топлива, нежели дизельное топливо и природный газ.

[0034] Система двигателя может содержать турбонагнетатель 120.

Турбонагнетатель может быть расположен между впускным каналом и выхлопным каналом. В альтернативных вариантах выполнения турбонагнетатель может быть заменен нагнетателем. Турбонагнетатель увеличивает давление воздушного заряда окружающего воздуха, всасываемого во впускной канал, чтобы обеспечить большую плотность заряда во время сгорания для увеличения выходной мощности и/или эффективности работы двигателя. Как показано на фиг.1, турбонагнетатель содержит компрессор 121 (расположенный во впускном канале), который по меньшей мере частично приводится в действие турбиной 123 (расположенной в выхлопном канале). Несмотря на то, что в данном случае используется один турбонагнетатель, система может содержать ступени с несколькими турбинами и/или компрессорами. Турбина приводится в действие с помощью выхлопных газов двигателя, которые поступают через газопусковой корпус турбонагнетателя. Газ расширяется через сопловое кольцо турбонагнетателя, где энергия давления газа преобразуется в кинетическую энергию. Данный высокоскоростной газ направляется на лопатки турбины, где он приводит в движение колесо турбины, а затем компрессор на высоких скоростях. Затем выхлопной газ проходит через выпускной корпус турбины в выхлопной канал 116. Кроме того, так как двигатель может использоваться при более низкой номинальной мощности и в экстремальных погодных условиях, может потребоваться большой поток всасываемого воздуха для расхода топлива и температуры выхлопных газов. Сопловое кольцо, если требуется, может обеспечивать увеличенный воздушный поток. Датчик 125 температуры может быть расположен в выхлопном канале выше по потоку от впускного отверстия в турбину.

[0035] В проиллюстрированном варианте выполнения шесть пар тяговых двигателей соответствуют каждой из шести пар движущихся колес транспортного средства. Подходящая электрическая система может быть соединена с одной или более резистивными электрическими сетями 126. Резистивные сети могут рассеивать крутящий момент двигателя и/или кинетическую энергию тягового двигателя с помощью тепла, производимого сетями. В других альтернативных вариантах выполнения транспортное средство может содержать аккумуляторный блок, топливный элемент и/или оборудование, которое позволяет транспортному средству подключаться к электрической сети через третий рельс или цепную линию. Электрическая энергия от генератора переменного тока/генератора, тяговых двигателей (работающих в режиме динамического торможения) и/или оборудования для подключения к сети может управляться системой для хранения энергии и/или для продвижения транспортного средства и/или для восстановления энергии.

[0036] Как показано на фиг.1, сбрасывающая заслонка 127 может быть расположена в перепускном канале вокруг турбины и может регулироваться контроллером для увеличения или уменьшения потока выхлопного газа через турбину. Например, открытие сбрасывающей заслонки (или увеличение степени открытия) может уменьшить поток выхлопных газов через турбину и, соответственно, снизить скорость вращения компрессора. В результате чего в двигатель может поступать меньше воздуха, что уменьшает соотношение воздуха горения к топливу. Указанная система двигателя может содержать перепускной канал 140 компрессора. Канал может быть соединен непосредственно с впускным каналом перед компрессором и перед двигателем. В одном примере перепускной канал компрессора может быть соединен с впускным каналом перед впускным коллектором двигателя. Перепускной канал компрессора выполнен с возможностью отвода воздушного потока (например перед впускным отверстием компрессора) от двигателя (или впускного коллектора двигателя) и в атмосферу. Перепускной клапан 142 компрессора (CBV) расположен в перепускном канале компрессора и содержит привод, приводимый в действие контроллером, для регулирования количества всасываемого воздушного потока, отводимого от двигателя в атмосферу.

[0037] В некоторых вариантах выполнения система двигателя может содержать систему нейтрализации выхлопных газов, установленную в выхлопном канале перед турбонагнетателем и/или за ним. В одном варианте выполнения система нейтрализации выхлопных газов может содержать катализатор окисления дизельного топлива (DOC) и дизельный сажевый фильтр (DPF). В других вариантах выполнения система нейтрализации выхлопных газов может дополнительно или альтернативно содержать одно или более устройств контроля выбросов. Такие устройства контроля выбросов могут содержать катализатор селективного каталитического восстановления (SCR), трехкомпонентный катализатор, ловушку окислов азота или различные другие средства. Хотя система двигателя, показанная на фиг.1, не содержит систему рециркуляции выхлопных газов (EGR), в альтернативных вариантах выполнения указанная система двигателя может содержать систему рециркуляции выхлопных газов. Если система рециркуляции выхлопных газов установлена, она выполнена с возможностью направления выхлопных газов из выхлопного канала двигателя во впускной канал ниже по потоку от турбонагнетателя. В некоторых вариантах выполнения система рециркуляции выхлопных газов может быть соединена с определенной группой одного или более донорных цилиндров двигателя (также называемых системой донорных цилиндров).

[0038] Двигатель выполнен с возможностью работы на основании выбранного оператором положения дроссельной заслонки (или метки) и предварительно откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя, которые могут использоваться контроллером в качестве функции переноса черного ящика. В качестве примера, рабочие параметры двигателя могут быть оценены при параметрах окружающей среды из набора калибровочных таблиц во время работы двигателя при выходной мощности на уровне или ниже (например в пределах $\pm 5\%$ отклонения) 1100 кВт, каждый набор калибровочных таблиц содержит первую калибровочную таблицу для оценки частоты вращения двигателя, нагрузки двигателя, базовой фазы синхронизации и давления в общей топливной рампе, соответствующих выбранному положению дроссельной заслонки, вторую калибровочную таблицу для оценки базовой фазы синхронизации, соответствующей расчетной частоте вращения двигателя и расчетной мощности двигателя, и третью калибровочную таблицу для оценки давления в общей топливной рампе, соответствующего расчетной частоте вращения двигателя и расчетной мощности двигателя.

[0039] На фиг.7 показана блок-схема 700 способа определения условий работы двигателя, соответствующих выбранному положению дроссельной заслонки при работе двигателя на мощности, которая ниже максимальной номинальной мощности. Графики рабочих характеристик двигателя или модель могут быть предварительно откалиброваны и сохранены в памяти контроллера так, что рабочие параметры двигателя, соответствующие каждому выбранному положению дроссельной заслонки, могут быть получены независимо от экстремальных параметров окружающей среды. Команды для выполнения указанного способа и остальных способов, описанных в данном документе, могут быть выполнены контроллером (например контроллером на фиг.1) на основании команд, хранящихся в памяти контроллера, и в сочетании с сигналами, полученными от датчиков системы двигателя, например от датчиков описанных выше со ссылкой на фиг.1. Контроллер выполнен с возможностью использования приводных средств указанной системы двигателя для регулирования работы двигателя в соответствии со способами, описанными ниже.

[0040] На этапе 701 последовательность действий включает оценку параметров окружающей среды, включая температуру окружающей среды, давление, влажность и т.д., на основании входных сигналов от одного или более датчиков, подключенных к двигателю.

[0041] На этапе 702 последовательность действий включает получение входного

сигнала положения дроссельной заслонки (метки), выбранного оператором двигателя. Оператор может выбирать положение дроссельной заслонки с помощью переключателя на панели управления двигателем или путем установки педали или рычага в определенное положение. В качестве примера, двигатель может иметь пронумерованные положения дроссельной заслонки (метки) и положение дроссельной заслонки на холостом ходу. Оператор может переключать режим работы с одного положения дроссельной заслонки на другое во время работы двигателя.

[0042] После получения контроллером входных сигналов, на этапе 704 можно определить набор рабочих параметров двигателя, оптимизированных для работы двигателя при выбранном положении дроссельной заслонки и при параметрах окружающей среды. Выбор более открытого положения дроссельной заслонки соответствует большему раскрытию воздухозаборника и большей подаче топлива в двигатель.

[0043] Определение рабочих параметров двигателя на этапе 705 включает определение частоты вращения двигателя, соответствующей выбранному положению дроссельной заслонки. Контроллер может использовать график или таблицу из графиков рабочих характеристик двигателя чтобы определить частоту вращения двигателя для работы двигателя с более низкой номинальной мощностью в широком диапазоне температур окружающей среды.

[0044] На фиг.2А показан пример откалиброванного графика 200, связывающего частоту вращения двигателя с положением дроссельной заслонки. График 200 может быть частью откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя. Ось x обозначает положение дроссельной заслонки, а ось y обозначает частоту вращения двигателя (в об/мин). Контроллер выполнен с возможностью использования выбранного положения дроссельной заслонки в качестве входного сигнала для получения соответствующей частоты вращения двигателя из графика 200. Частота вращения двигателя, как показано линией 202, может увеличиваться с увеличением открытия дроссельной заслонки, причем частота вращения двигателя является самой низкой на холостых оборотах и самой высокой в положении 8 дроссельной заслонки. Частота вращения двигателя может увеличиваться с примерно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 8,33 об/с (500 об/мин) на холостом ходу до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 30 об/с (1800 об/мин) в положении 8 дроссельной заслонки. Скорость увеличения частоты вращения двигателя при двух самых закрытых положениях дроссельной заслонки и двух самых открытых положениях дроссельной заслонки ниже по сравнению со скоростью

увеличения при промежуточных положениях дроссельной заслонки.

[0045] Определение рабочих параметров двигателя на этапе 706 включает определение нагрузки двигателя, соответствующей выбранному положению дроссельной заслонки. Контроллер может использовать график или таблицу из графиков рабочих характеристик двигателя для определения нагрузки двигателя, которая будет оптимальной в широком диапазоне температуры окружающей среды. На фиг.2В показан пример откалиброванного графика 220, связывающего нагрузку двигателя с положением дроссельной заслонки. Указанный график может быть частью откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя. Ось x обозначает положение дроссельной заслонки, а ось y обозначает нагрузку двигателя (в л.с.). Контроллер выполнен с возможностью использования выбранного положения дроссельной заслонки в качестве входного сигнала для получения соответствующей нагрузки двигателя из графика 220. Нагрузка двигателя может составлять примерно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 11 л.с. при положении дроссельной заслонки на холостом ходу и увеличивается до приблизительно (например, в пределах отклонения $\pm 5\%$) 1475 л.с. при положении 8 дроссельной заслонки. Даже если двигатель выполнен с возможностью работы с более высокой номинальной мощностью, для работы двигателя в качестве маневрового двигателя может использоваться более низкая номинальная мощность. Нагрузка двигателя, как показано линией 204, может увеличиваться с увеличением открытия дроссельной заслонки. Скорость увеличения нагрузки двигателя при двух самых закрытых положениях дроссельной заслонки ниже по сравнению со скоростью увеличения при более открытых положениях дроссельной заслонки.

[0046] Определение рабочих параметров двигателя на этапе 707 включает определение базовой фазы синхронизации, соответствующей выбранному положению дроссельной заслонки. В дизельном двигателе базовая фаза синхронизации может представлять собой фазу синхронизации впрыска топлива в камеру сгорания относительно текущего положения поршня и угла поворота коленчатого вала. Базовая фаза синхронизации может быть измерена относительно положения верхней мертвой точки (ВМТ) поршня в камере сгорания. Базовая фаза синхронизации может быть измерена как угол поворота коленчатого вала относительно положения верхней мертвой точки. Контроллер может использовать график или таблицу из графиков рабочих характеристик двигателя для определения базовой фазы синхронизации, которая будет оптимальной в широком диапазоне температуры окружающей среды.

[0047] На фиг.2С показан пример откалиброванного графика 240, связывающего

базовую фазу синхронизации с положением дроссельной заслонки. График 240 может быть частью откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя. Ось x обозначает положение дроссельной заслонки, а ось y обозначает базовую фазу синхронизации (в градусах до верхней мертвой точки). Контроллер выполнен с возможностью использования выбранного положения дроссельной заслонки в качестве входного сигнала для получения соответствующей базовой фазы синхронизации из графика 240. Приближение базовой фазы синхронизации к положению верхней мертвой точки может привести к увеличению выходной мощности двигателя. Базовая фаза синхронизации, как показано линией 206, может увеличиваться до тех пор, не будет достигнуто пороговое значение положения дроссельной заслонки, при котором базовая фаза синхронизации может уменьшаться, а затем, при превышении порогового значения положения дроссельной заслонки, базовая фаза синхронизации может увеличиться. В данном примере пороговое значение положения дроссельной заслонки составляет 4, базовая фаза синхронизации возрастает от положения холостого хода до положения 3 дроссельной заслонки, снижается при положении 4 дроссельной заслонки, а затем снова возрастает от положения 5 дроссельной заслонки до положения 8 дроссельной заслонки. Базовая фаза синхронизации может стабилизироваться при более открытых положениях дроссельной заслонки с меньшей скоростью изменения. Базовая фаза синхронизации может увеличиваться с приблизительно (например в пределах $\pm 5\%$) 5 градусов до ВМТ при положении дроссельной заслонки на холостом ходу до примерно (например в пределах $\pm 5\%$) 17 градусов до ВМТ при более закрытом положении дроссельной заслонки, уменьшается до примерно (например в пределах $\pm 5\%$) 11,1 градусов до ВМТ при указанном более закрытом положении дроссельной заслонки, а затем увеличивается до примерно (например в пределах $\pm 5\%$) 22,4 градусов до ВМТ при более открытом положении дроссельной заслонки.

[0048] Определение рабочих параметров двигателя на этапе 708 включает определение давления в общей топливной рампе, соответствующего выбранному положению дроссельной заслонки. В дизельном двигателе давление в рампе может представлять собой давление в системе прямого впрыска топлива с общей рампой высокого давления, подающей топливо в камеры сгорания через клапаны/форсунки, соединенные с общей топливной рампой высокого давления. Более высокое давление топлива в общей топливной рампе может соответствовать большему количеству топлива, подаваемому в камеру сгорания в течение статического периода, когда форсунка открыта.

[0049] На фиг.2D показан пример откалиброванного графика 240, связывающего

давление в общей топливной рампе с положением дроссельной заслонки. График 260 может быть частью откалиброванных графиков рабочих характеристик двигателя. Ось x обозначает положение дроссельной заслонки, а ось y обозначает давление в общей топливной рампе (в барах). Контроллер выполнен с возможностью использования выбранного положения дроссельной заслонки в качестве входного сигнала для получения соответствующего давления в общей топливной рампе из графика 260. Давление в рампе, как показано линией 208, может увеличиваться с примерно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 60 МПа (600 бар) при положении дроссельной заслонки на холостом ходу до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 152,5 МПа (1525 бар) при положении 8 дроссельной заслонки. Базовая фаза синхронизации может стабилизироваться при более открытых положениях дроссельной заслонки (например 7 – 8) с меньшей скоростью изменения.

[0050] На фиг.5 показан пример таблицы 500 рабочих параметров двигателя, включающих частоту 504 вращения двигателя, нагрузку 506 двигателя, базовую фазу 508 синхронизации и давление 510 в общей топливной рампе, соответствующие положению 502 дроссельной заслонки. Указанная таблица (независимо от калибровки) может быть сохранена в памяти контроллера. Указанная таблица может использоваться контроллером для определения условий работы двигателя, соответствующих выбранным положениям дроссельной заслонки. Каждый из графиков, показанных на фиг.2А – 2D, получен из указанной таблицы. Таким образом, графики рабочих характеристик двигателя, подходящих для всех параметров окружающей среды, могут быть сохранены в виде графиков или таблиц в памяти контроллера.

[0051] На этапе 710 последовательность действий включает определение, превышает ли один или более параметров окружающей среды соответствующие пороговые значения. В качестве примера, контроллер может определять, превышает ли температура окружающей среды заданную пороговую температуру. В одном примере, пороговая температура может быть 50°C. Если определено, что параметры окружающей среды выходят за пределы соответствующих пороговых значений, на этапе 712 работа двигателя может осуществляться с рабочими параметрами, определенными на этапе 704.

[0052] Если определено, что один или более параметров окружающей среды выходит за пределы соответствующих пороговых значений, на этапе 714 рабочие параметры двигателя могут быть дополнительно отрегулированы на основании параметров окружающей среды. В качестве примера, частота вращения двигателя, определенная на этапе 704, может быть уменьшена если измеренные параметры

окружающей среды превышают пороговую температуру.

[0053] На фиг.8 показан способ 800 определения базовой фазы синхронизации, соответствующей частоте вращения двигателя и мощности двигателя. В соответствии с каждой частотой вращения двигателя, изменение базовой фазы синхронизации может быть откалибровано в диапазоне выходной мощности двигателя и сохранено в памяти контроллера в качестве части графиков рабочих характеристик двигателя. Значения базовой фазы синхронизации в графиках рабочих характеристик двигателя могут использоваться во время условий окружающей среды для достижения эффективных характеристик двигателя.

[0054] На этапе 802 контроллер может принимать от датчика двигателя входные сигналы, касающиеся частоты вращения двигателя. В качестве примера, частота вращения двигателя может определяться на основе входных сигналов от датчика положения коленчатого вала двигателя. На этапе 804 контроллер может определить требуемую выходную мощность двигателя. В качестве примера, выходная мощность двигателя может быть определена на основе положения дроссельной заслонки, выбранного оператором двигателя. Для определения требуемой выходной мощности двигателя, соответствующей выбранному положению дроссельной заслонки, контроллер может использовать таблицу (например таблицу 500, показанную на фиг.5) или график (например график 200, показанный на фиг.2В), причем положение дроссельной заслонки используется в качестве входного сигнала, а выходная мощность в качестве выходного сигнала.

[0055] На этапе 806 может быть определена базовая фаза синхронизации для впрыска топлива в камеру сгорания в соответствии с расчетной частотой вращения двигателя и требуемой мощностью двигателя. Для определения базовой фазы синхронизации контроллер может использовать таблицу, например таблицу 600, показанную на фиг.6А. В таблице 600 указана предварительно откалиброванная базовая фаза синхронизации для комбинации частоты вращения двигателя в диапазоне приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) от 3,75 об/с (225 об/мин) до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 33 об/с (1980 об/мин) и мощности двигателя в диапазоне от 0 до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 1100 кВт. Контроллер может использовать таблицу, например, таблицу 600, в качестве справочной таблицы с частотой вращения двигателя и мощностью двигателя в качестве входных сигналов и базовой фазой синхронизации в качестве выходных сигналов. Базовая фаза синхронизации может изменяться приблизительно (например, в пределах отклонения $\pm 5\%$) от 5 градусов до ВМТ при более низкой частоте вращения двигателя и меньшей

мощности двигателя до приблизительно (например, в пределах отклонения $\pm 5\%$) 22,4 градусов до ВМТ при более высокой частоте вращения двигателя и большей мощности двигателя.

[0056] Кроме того, базовая фаза синхронизации, соответствующая частоте вращения двигателя и мощности двигателя может быть выбрана из предварительно откалиброванной таблицы 600, и, в ответ на выход параметров окружающей среды за пределы определенного диапазона параметров окружающей среды, работа двигателя может быть увеличена до первой фазы синхронизации относительно базовой фазы синхронизации пропорционально увеличению мощности двигателя для каждой указанной в таблице частоты вращения двигателя, которая ниже первого определенного порогового значения частоты вращения двигателя, и работа двигателя может быть уменьшена до второй фазы синхронизации относительно базовой фазы синхронизации пропорционально уменьшению мощности двигателя для каждой частоты вращения двигателя ниже определенного второго порогового значения частоты вращения двигателя.

[0057] На фиг.3 показан график 300 изменения базовой фазы синхронизации (в градусах до верхней мертвой точки) в зависимости от мощности двигателя (в кВт) в диапазоне частот вращения двигателя (в об/мин). Линии 302, 304, 306, 308, 310, 312, 314, 316, 318 и 320 обозначают изменение базовой фазы синхронизации в зависимости от мощности двигателя при постоянной частоте вращения двигателя. В качестве примера, линия 302 соответствует частотам вращения двигателя 3,75 об/с (225 об/мин) и 8,33 об/с (500 об/мин), линия 304 соответствует частоте вращения двигателя 11,67 об/с (700 об/мин), линия 306 соответствует частоте вращения двигателя 14 об/с (840 об/мин), линия 308 соответствует частоте вращения двигателя 16,67 об/с (1000 об/мин), линия 310 соответствует частоте вращения двигателя 20 об/с (1200 об/мин), линия 312 соответствует частоте вращения двигателя 22,5 об/с (1350 об/мин), линия 314 соответствует частоте вращения двигателя 25 об/с (1500 об/мин), линия 316 соответствует частоте вращения двигателя 27,5 об/с (1650 об/мин), линия 318 соответствует частоте вращения двигателя 30 об/с (1800 об/мин), а линия 320 соответствует частоте вращения двигателя 33 об/с (1980 об/мин).

[0058] Для постоянной частоты вращения двигателя в соответствии с указанным способом базовая фаза синхронизации увеличивается с увеличением мощности двигателя до порогового значения частоты вращения двигателя. В качестве примера, при частоте вращения двигателя 3,75 об/с (225 об/мин) и 8,33 об/с (500 об/мин) базовая фаза синхронизации возрастает примерно на 80% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте

вращения двигателя 11,67 об/с (700 об/мин) базовая фаза синхронизации увеличивается примерно на 62,5% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 14 об/с (840 об/мин) базовая фаза синхронизации увеличивается примерно на 50% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 16,67 об/с (1000 об/мин) базовая фаза синхронизации увеличивается примерно на 23% при мощности от 0 до 1100 кВт, и при частоте вращения двигателя 20 об/с (1200 об/мин) базовая фаза синхронизации увеличивается примерно на 13% при мощности от 0 до 1100 кВт. При 22,5 об/с (1350 об/мин) базовая фаза синхронизации сначала увеличивается, а затем уменьшается, не вызывая значительного (например более 2%) изменения базовой фазы синхронизации в диапазоне мощностей двигателя с 0 до 1100 кВт. Пороговое значение частоты вращения двигателя может составлять приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 22,5 об/с (1350 об/мин). При частоте вращения двигателя выше 22,5 об/с (1350 об/мин) базовая фаза синхронизации уменьшается при увеличении мощности двигателя. В качестве примера, при частоте вращения двигателя 22 об/с (1500 об/мин) базовая фаза синхронизации уменьшается примерно на 19% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 27,5 об/с (1650 об/мин) базовая фаза синхронизации уменьшается примерно на 3,5% при мощности от 0 до 1100 кВт, и при частоте вращения двигателя 30 об/с (1800 об/мин) базовая фаза синхронизации уменьшается примерно на 6,5% при мощности от 0 до 1100 кВт.

[0059] На фиг.9 показан способ 900 для определения давления топлива в общей топливной рампе, соответствующего частоте вращения двигателя и мощности двигателя. В соответствии с каждой частотой вращения двигателя изменение давления в общей топливной рампе и может быть откалибровано в диапазоне выходной мощности двигателя и сохранено в памяти контроллера в качестве части графиков рабочих характеристик двигателя. Давление в общей топливной рампе в графиках рабочих характеристик двигателя может использоваться во время условий окружающей среды для достижения эффективных характеристик двигателя.

[0060] На этапе 902 контроллер выполнен с возможностью принятия входных сигналов от датчика двигателя, касающиеся частоты вращения двигателя. В качестве примера, частота вращения двигателя может определяться на основе входных сигналов от датчика положения коленчатого вала двигателя. На этапе 904 контроллер выполнен с возможностью определения требуемой выходной мощности двигателя. В качестве примера, выходная мощность двигателя может быть определена на основании положения дроссельной заслонки, выбранного оператором двигателя. Для определения требуемой

выходной мощности двигателя, соответствующей выбранному положению дроссельной заслонки, контроллер может использовать таблицу (например, таблицу 500, показанную на фиг.5) или график (например, график 200, показанный на фиг.2В) причем положение дроссельной заслонки используется в качестве входных сигналов, а выходная мощность в качестве выходных сигналов.

[0061] На этапе 906 может быть определено давление в рампе для впрыска топлива в камеру сгорания в соответствии с расчетной частотой вращения двигателя и требуемой мощностью двигателя. Контроллер выполнен с возможностью использования таблицы, например таблицы 650, показанной на фиг.6В, для определения давления в рампе. В таблице 650 указано предварительно откалиброванное давление в рампе для комбинации частоты вращения двигателя в диапазоне приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) от 3,75 об/с (225 об/мин) до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 33 об/с (1980 об/мин) и мощности двигателя в диапазоне от 0 до приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) 1100 кВт. Контроллер выполнен с возможностью использования таблицы, например таблицы 650, в качестве справочной таблицы с частотой вращения двигателя и мощностью двигателя в качестве входных сигналов и давления в рампе в качестве выходных сигналов. Давление в рампе может изменяться приблизительно (например в пределах отклонения $\pm 5\%$) с 60 МПа (600 бар) при более низкой частоте вращения двигателя и более низкой мощности двигателя до приблизительно (например, в пределах отклонения $\pm 5\%$) 152,5 МПа (1525 бар) при более высокой частоте вращения двигателя и более низкой мощности двигателя.

[0062] Кроме того, базовое давление топлива в системе с общей рампой, соответствующее частоте вращения двигателя и мощности двигателя, может быть выбрано из предварительно откалиброванной таблицы 650, и, в ответ на выход расчетных параметров окружающей среды за пределы определенного диапазона параметров окружающей среды, работа двигателя может быть увеличена до первого давления топлива относительно базового давления топлива пропорционально увеличению мощности двигателя для каждой указанной в таблице частоты вращения двигателя, которая ниже первого заданного порогового значения частоты вращения двигателя, и работа двигателя может быть уменьшена до второго давления топлива относительно базовой фазы синхронизации пропорционально уменьшению мощности двигателя для каждой частоты вращения двигателя ниже заданного второго порогового значения частоты вращения двигателя.

[0063] На фиг.4 показан график 400 изменения давления в общей топливной рампе

(в бар) в зависимости от мощности двигателя (в кВт) в диапазоне частот вращения двигателя (в об/мин). Линии 402, 404, 406, 408, 410, 412, 414, 416, и 418 обозначают изменение давления в рампе в зависимости от мощности двигателя при постоянной частоте вращения двигателя. В качестве примера, линия 402 соответствует частотам вращения двигателя 3,75 об/с (225 об/мин) и 8,33 об/с (500 об/мин), линия 404 соответствует частоте вращения двигателя 11,67 об/с (700 об/мин), линия 406 соответствует частоте вращения двигателя 840 об/мин, линия 408 соответствует частоте вращения двигателя 16,67 об/с (1000 об/мин), линия 410 соответствует частоте вращения двигателя 20 об/с (1200 об/мин), линия 412 соответствует частоте вращения двигателя 22,5 об/с (1350 об/мин), линия 414 соответствует частоте вращения двигателя 25 об/с (1500 об/мин), линия 416 соответствует частоте вращения двигателя 27,5 об/с (1650 об/мин), а линия 418 соответствует частотам вращения двигателя 30 об/с (1800 об/мин) и 33 об/с (1980 об/мин).

[0064] Выше пороговой частоты вращения двигателя для каждой частоты вращения двигателя давление в рампе увеличивается с увеличением мощности двигателя. В качестве примера, при частоте вращения двигателя 3,75 об/с (225 об/мин) и 8,33 об/с (500 об/мин) давление в рампе остается практически постоянным при мощности от 0 до 1100 кВт. Повышение давления в рампе при более высоких частотах вращения двигателя может происходить ступенчато. В качестве примера, при частоте вращения двигателя 11,67 об/с (700 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 43% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 14 об/с (840 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 37,5% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 16,67 об/с (1000 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 33% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 20 об/с (1200 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 30% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 22,5 об/с (1350 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 40% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 25 об/с (1500 об/мин) давление в рампе увеличивается примерно на 40% при мощности от 0 до 1100 кВт, при частоте вращения двигателя 27,5 об/с (1650 об/мин) давление в рампе увеличивается приблизительно на 50% при мощности от 0 до 1100 кВт и при частоте вращения двигателя 30 об/с (1800 об/мин) и 33 об/с (1980 об/мин) давление в рампе возрастает примерно на 52,5% при мощности от 0 до 1100 кВт.

[0065] Рабочие параметры двигателя могут быть определены по первой предварительно откалиброванной таблице модели двигателя для работы двигателя на

уровне или ниже нижней выходной мощности (например, 1100 кВт) в широком диапазоне температуры окружающей среды (например $\pm 50^{\circ}\text{C}$). Подходящие рабочие параметры двигателя могут содержать один или более из следующих параметров: частоту вращения двигателя, нагрузку двигателя, базовую фазу синхронизации и давление в общей топливной рампе, соответствующие положению дроссельной заслонки. Базовая фаза синхронизации, соответствующая определенной частоте вращения двигателя и определенной нагрузке двигателя может быть определена на основании второй предварительно откалиброванной таблицы модели двигателя, а давление в общей топливной рампе, соответствующее определенной частоте вращения двигателя и определенной нагрузке двигателя, может быть определено на основании третьей предварительно откалиброванной таблицы модели двигателя.

[0066] Упоминание в данном документе элемента или этапа в единственном числе следует понимать как не исключающее множественного числа указанных элементов или этапов, если о таком исключении не сказано явным образом. Кроме того, ссылки на «один вариант выполнения» изобретения не исключают существования дополнительных вариантов выполнения, которые также содержат перечисленные признаки. Более того, если явно не указано иное, варианты выполнения, «содержащие», «включающие» или «имеющие» элемент или элементы, обладающие определенным свойством, могут содержать другие такие элементы, не обладающие данным свойством. Выражения «включающий» и «в котором» используются в качестве простой замены соответствующих терминов «содержащий» и «где». Кроме того, слова «первый», «второй», «третий» и т. д. используются исключительно в качестве отличительных и не накладывают на относящиеся к ним объекты ограничений, связанных с количеством или конкретной позиционной очередностью.

[0067] В приведенном описании примеры используются для раскрытия вариантов выполнения, в том числе предпочтительного варианта выполнения, а также для обеспечения возможности реализации вариантов выполнения на практике, включая изготовление и использование любых устройств или систем и осуществление любых предусмотренных способов, специалистом. Объем правовой охраны изобретения определен формулой изобретения и может охватывать другие примеры, очевидные специалистам в данной области техники. Подразумевается, что такие другие примеры находятся в рамках объема формулы изобретения, если они содержат конструктивные элементы, не отличающиеся от описанных в дословном тексте формулы, или

эквивалентные конструктивные элементы, незначительно отличающиеся от описанных в дословном тексте формулы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для регулирования параметров двигателя в диапазоне параметров окружающей среды, содержащая:

двигатель, содержащий цилиндры, расположенные в два ряда,

один или более датчиков и

контроллер, хранящий в своей памяти команды, выполнение которых обеспечивает:

получение одного или более параметров окружающей среды от указанного одного или более датчиков,

получение требуемого положения дроссельной заслонки для двигателя,

получение одного или более определенных рабочих параметров двигателя по меньшей мере частично на основании требуемого положения дроссельной заслонки и графиков рабочих характеристик двигателя, и

изменение указанного одного или более определенных рабочих параметров двигателя, полученных из графиков рабочих характеристик двигателя, в зависимости по меньшей мере частично от выхода указанного полученного одного или более параметров окружающей среды за пределы заданного порогового рабочего диапазона параметров окружающей среды.

2. Система по п.1, в которой указанный один или более определенных рабочих параметров двигателя содержит один или более из следующих параметров: частоту вращения двигателя, нагрузку двигателя, базовую фазу синхронизации и давление топлива в общей рампе,

причем выполнение указанных команд дополнительно обеспечивает:

определение, является ли указанный полученный один или более параметров окружающей среды температурой, превышающей заданную пороговую температуру, и

снижение частоты вращения двигателя, если указанный полученный один или более параметров окружающей среды является температурой, превышающей заданную пороговую температуру,

при этом опционально заданная пороговая температура составляет примерно 50°C.

3. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой изменение указанного одного или более определенных рабочих параметров двигателя включает увеличение базовой фазы синхронизации приблизительно с 5 градусов до верхней мертвой точки при положении дроссельной заслонки на холостом ходу до приблизительно 17 градусов до

верхней мертвой точки при первом положении дроссельной заслонки, которое является более открытым, чем положение дроссельной заслонки на холостом ходу,

при этом опционально изменение указанного одного или более определенных рабочих параметров двигателя включает уменьшение базовой фазы синхронизации приблизительно с 17 градусов до верхней мертвой точки при первом положении дроссельной заслонки, которое является более открытым, чем положение дроссельной заслонки на холостом ходу, до приблизительно 11 градусов до верхней мертвой точки при втором положении дроссельной заслонки, которое является более открытым, чем первое положение дроссельной заслонки, и менее открытым, чем максимальное положение дроссельной заслонки, причем первое положение дроссельной заслонки является менее открытым, чем второе положение дроссельной заслонки, и

при этом опционально изменение указанного одного или более определенных рабочих параметров двигателя включает увеличение базовой фазы синхронизации приблизительно с 11 градусов до верхней мертвой точки при втором положении дроссельной заслонки до приблизительно 22 градусов до верхней мертвой точки при максимальном положении дроссельной заслонки.

4. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой выполнение указанных команд дополнительно обеспечивает:

выбор базовой фазы синхронизации или выбор базового давления топлива для топлива в общей рампе или топлива, подаваемого в один из цилиндров, причем и значение базовой фазы синхронизации, и значение базового давления топлива соответствует частоте вращения двигателя и мощности двигателя из предварительно откалиброванной первой таблицы, и

ответ на выход указанного полученного одного или более параметров окружающей среды за пределы заданного порогового рабочего диапазона параметров окружающей среды путем выполнения одного из следующих действий:

пропорционального увеличения либо до первой фазы синхронизации относительно базовой фазы синхронизации, либо до первого давления топлива относительно базового давления топлива, с увеличением мощности двигателя для каждого значения частоты вращения двигателя, указанного в предварительно откалиброванной первой таблице, которое ниже первого заданного порогового значения частоты вращения двигателя, а также

пропорционального уменьшения либо до второй фазы синхронизации относительно базовой фазы синхронизации, либо до второго давления топлива

относительно базового давления топлива, с уменьшением мощности двигателя для каждого значения частоты вращения двигателя, указанного в предварительно откалиброванной первой таблице, которое ниже второго заданного порогового значения частоты вращения двигателя,

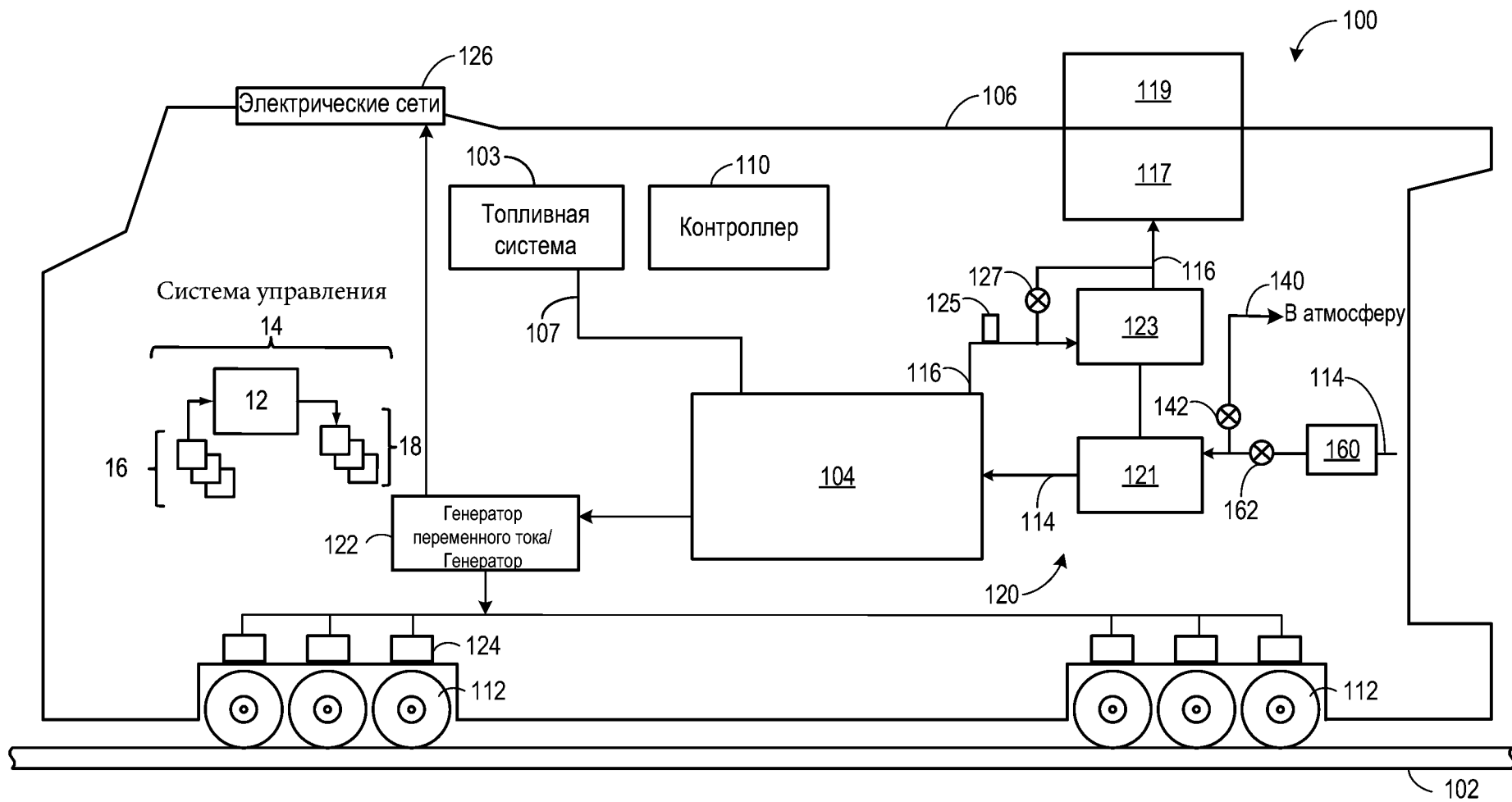
при этом опционально базовая фаза синхронизации увеличивается приблизительно с 5 градусов до верхней мертвой точки, что соответствует мощности двигателя приблизительно 50 кВт и частоте вращения двигателя приблизительно 3,75 об/с (225 об/мин), до приблизительно 24 градусов до верхней мертвой точки, что соответствует мощности двигателя приблизительно 50 кВт и частоте вращения двигателя приблизительно 33 об/с (1980 об/мин), и

при этом опционально базовое давление топлива увеличивается приблизительно с 60 МПа (600 бар), что соответствует мощности двигателя приблизительно 50 кВт и частоте вращения двигателя приблизительно 3,75 об/с (225 об/мин), до приблизительно 152,5 МПа (1525 бар), что соответствует мощности двигателя приблизительно 1100 кВт и частоте вращения двигателя приблизительно 33 об/с (1980 об/мин).

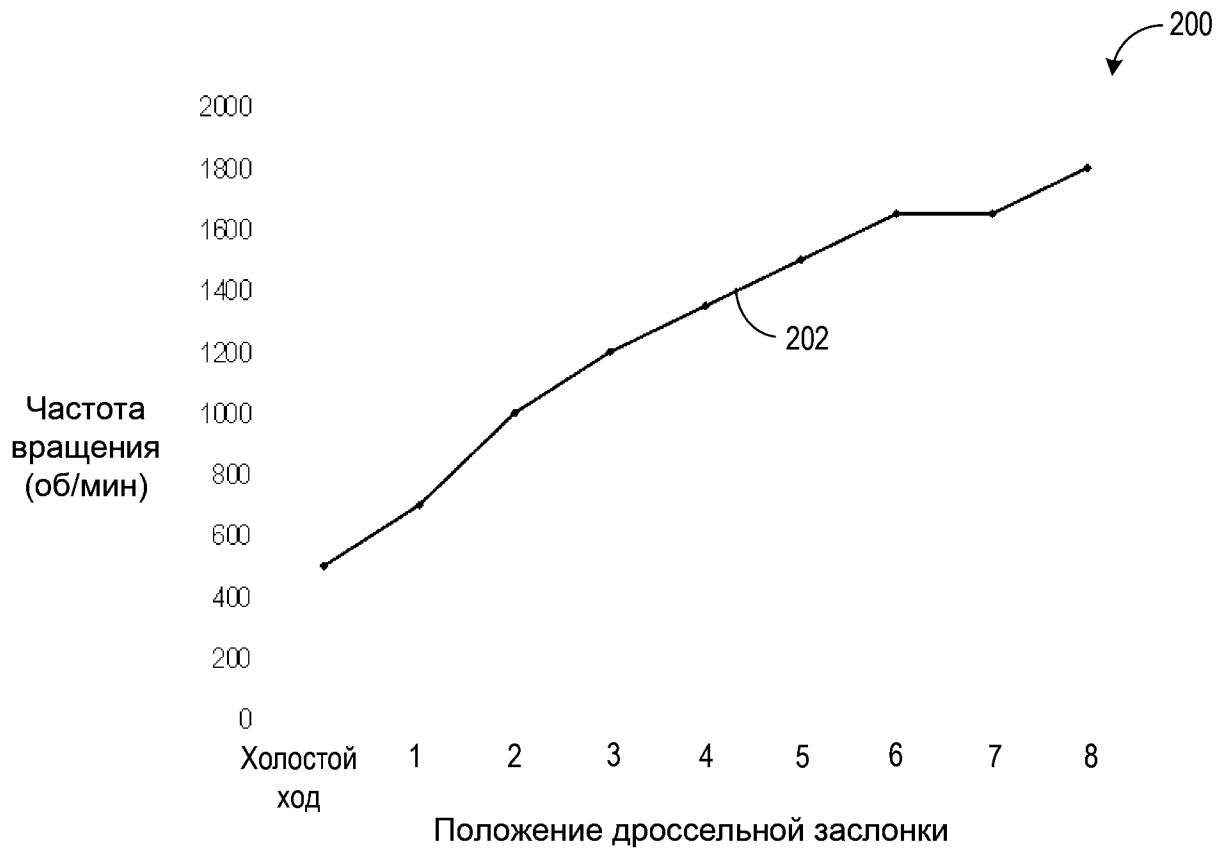
5. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой два ряда цилиндров содержат первый ряд цилиндров и второй ряд цилиндров,

причем указанный один или более определенных рабочих параметров двигателя содержит объем и давление всасываемого воздуха в первом ряду цилиндров относительно второго ряда цилиндров,

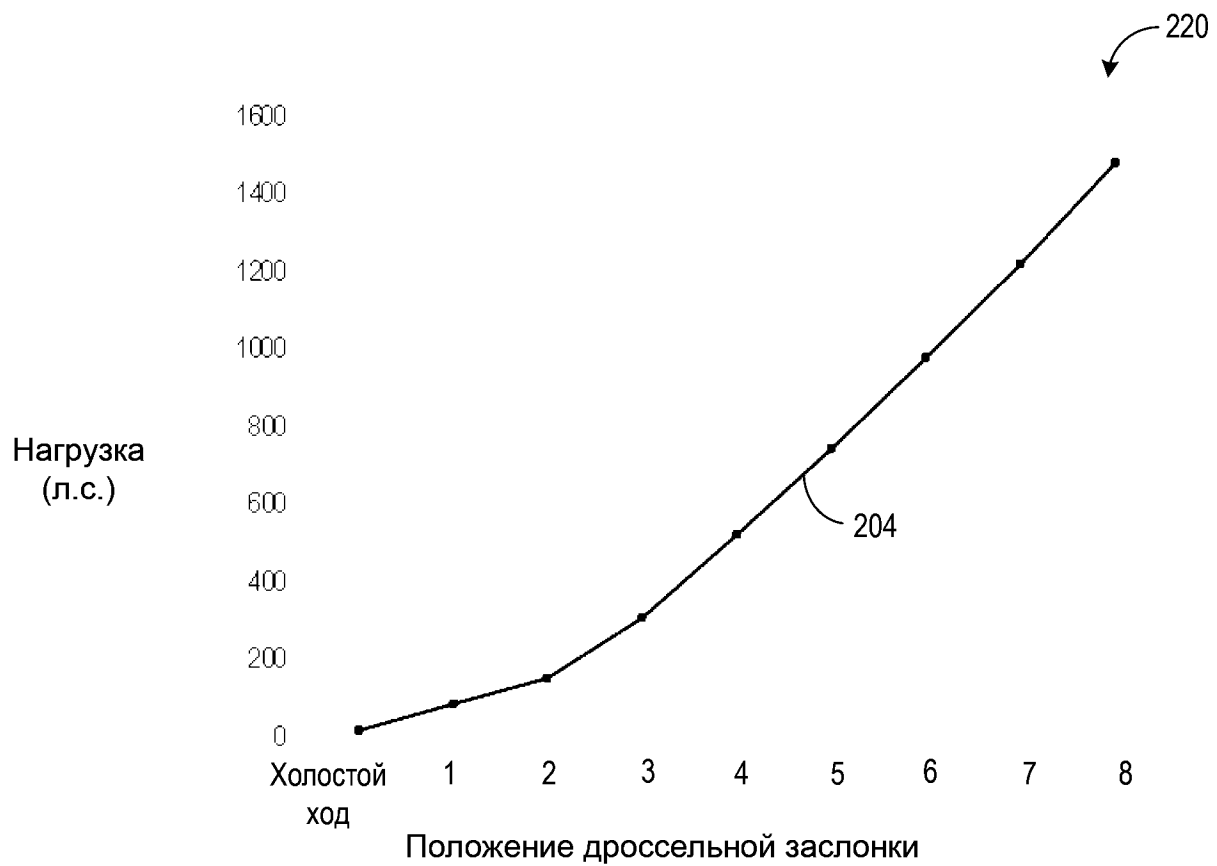
причем выполнение указанных команд дополнительно обеспечивает изменение первого рабочего режима первого ряда цилиндров отлично и независимо от второго рабочего режима второго ряда цилиндров.



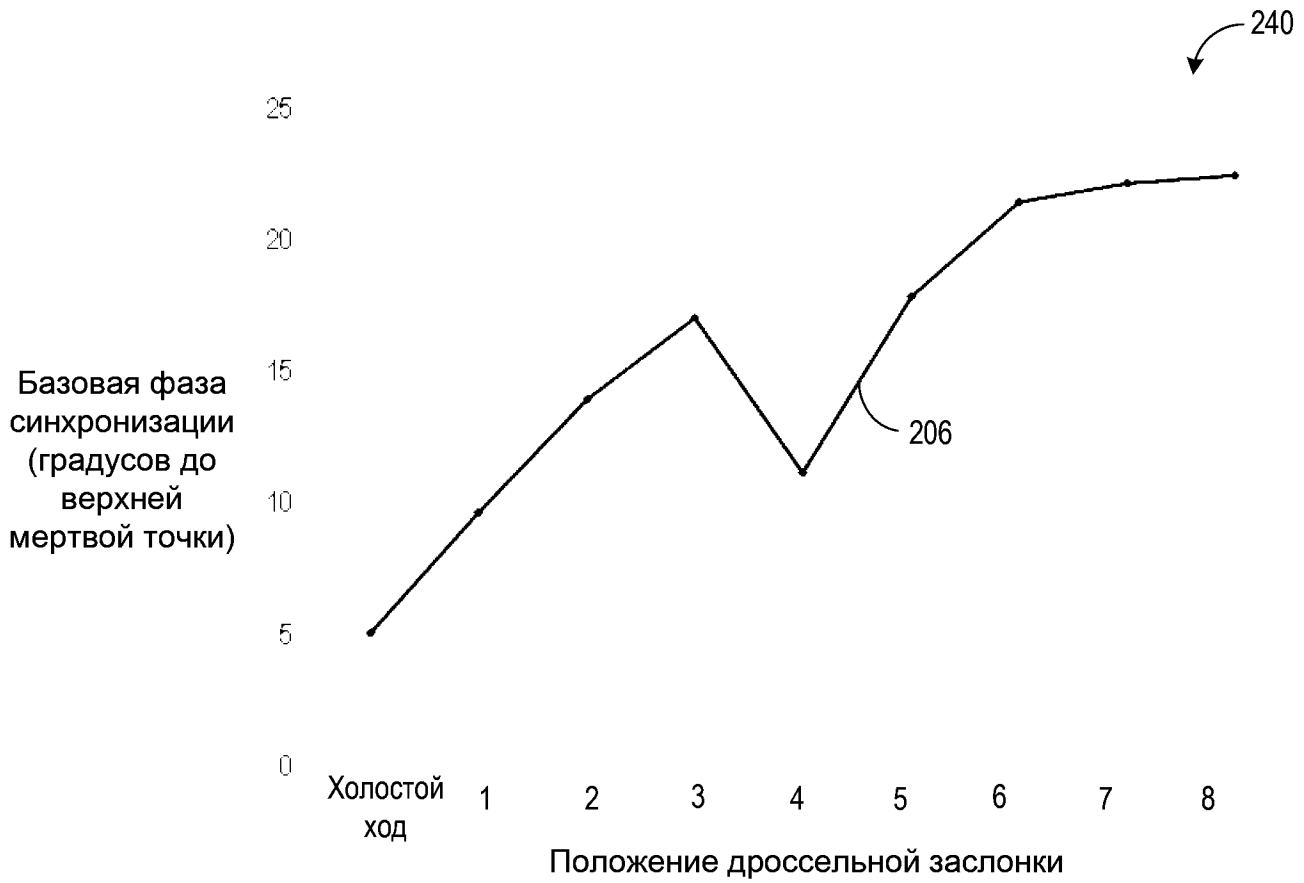
Фиг. 1



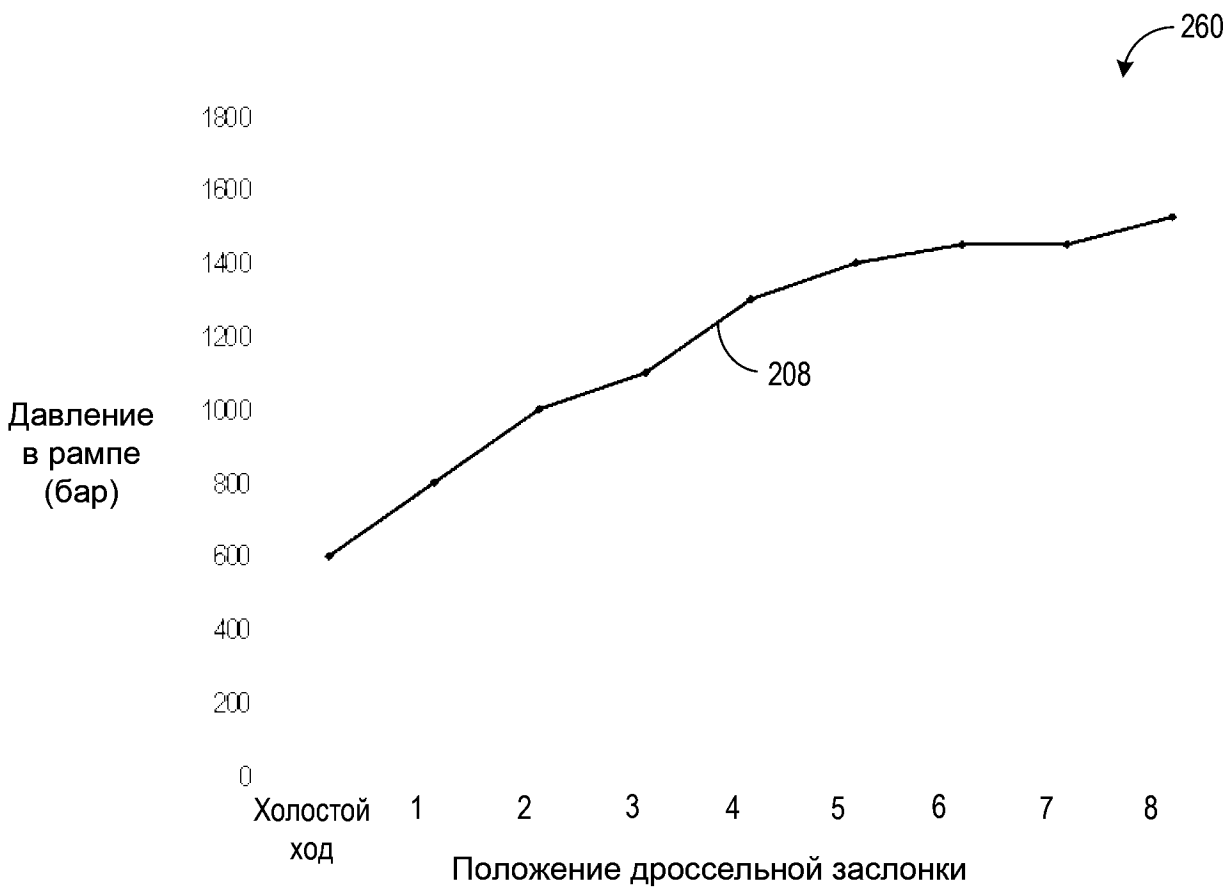
Фиг. 2А



Фиг. 2В

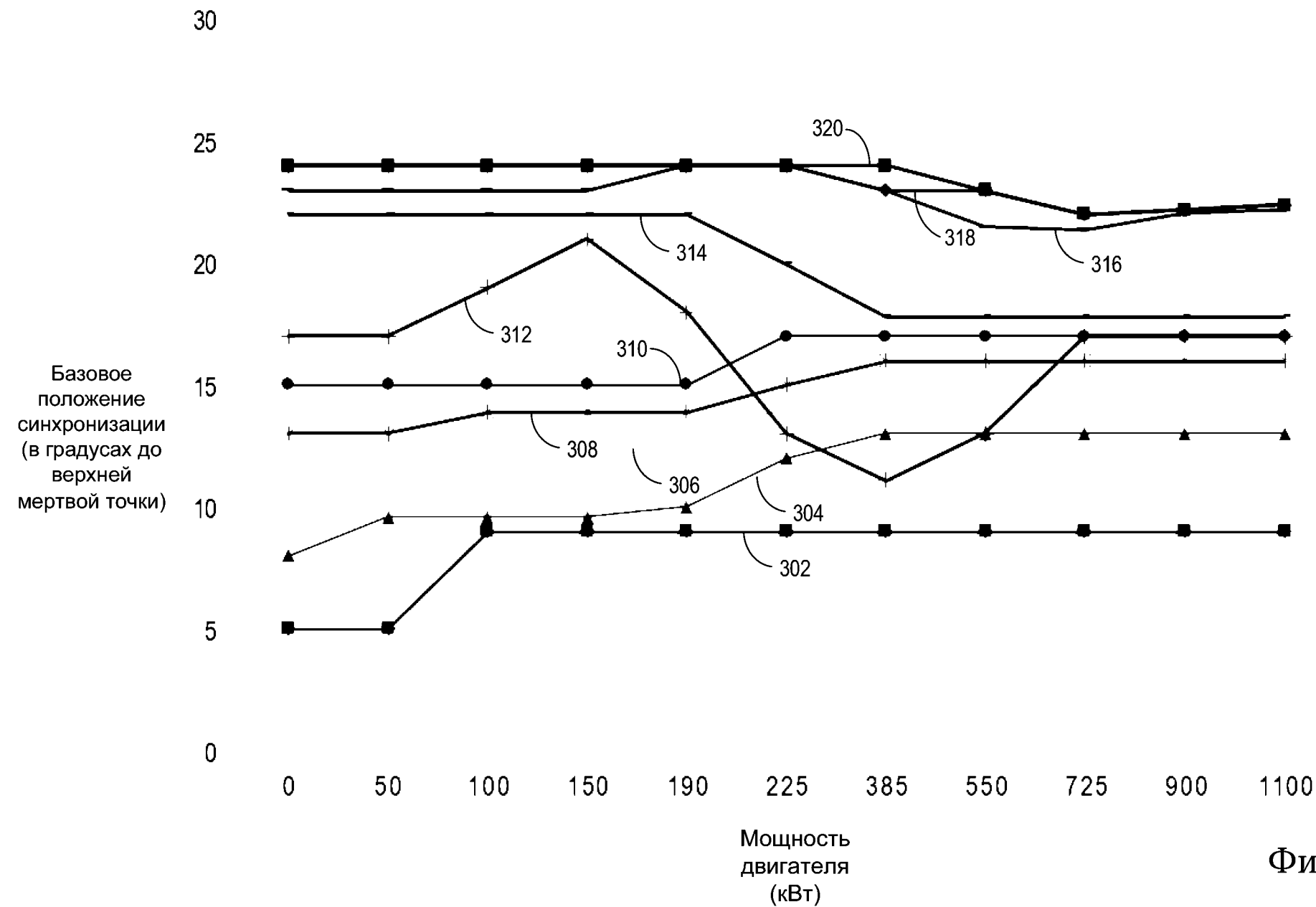


Фиг. 2С

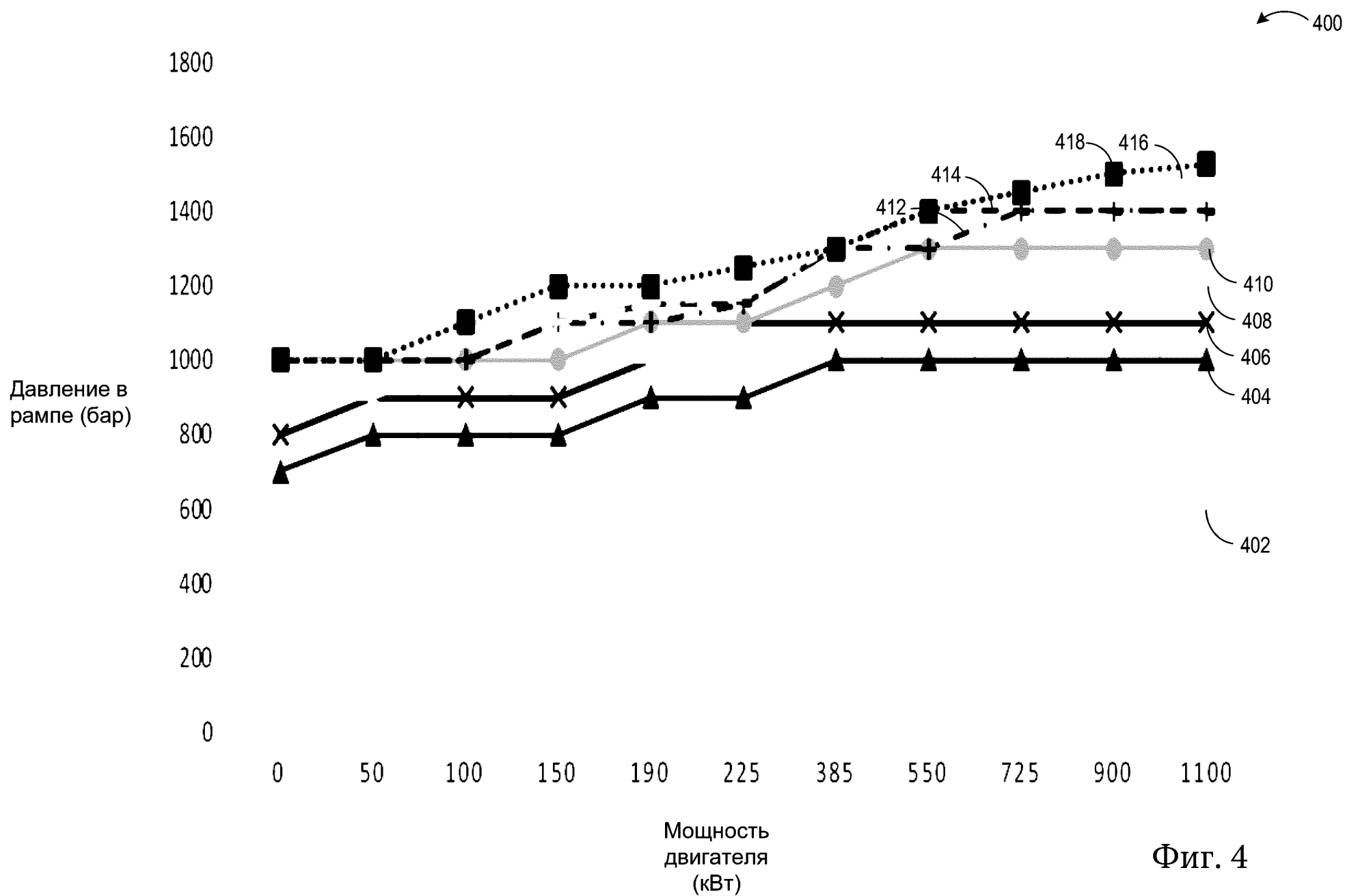


Фиг. 2D

↶ 300



Фиг. 3



Фиг. 4

500



Положение дроссельной заслонки <u>502</u>	Скорость (об/мин) <u>504</u>	Нагрузка (л.с.) <u>506</u>	Базовое положение синхронизации (в градусах до верхней мертвой точки) <u>508</u>	Давление в рампе (бар) <u>510</u>
N8	1800	1475	22.4	1525
N7	1650	1214	22.1	1450
N6	1650	972	21.4	1450
N5	1500	738	17.8	1400
N4	1350	516	11.1	1300
N3	1200	302	17	1100
N2	1000	145	13.9	1000
N1	700	80	9.6	800
Idle	500	11	5	600

Фиг. 5

600

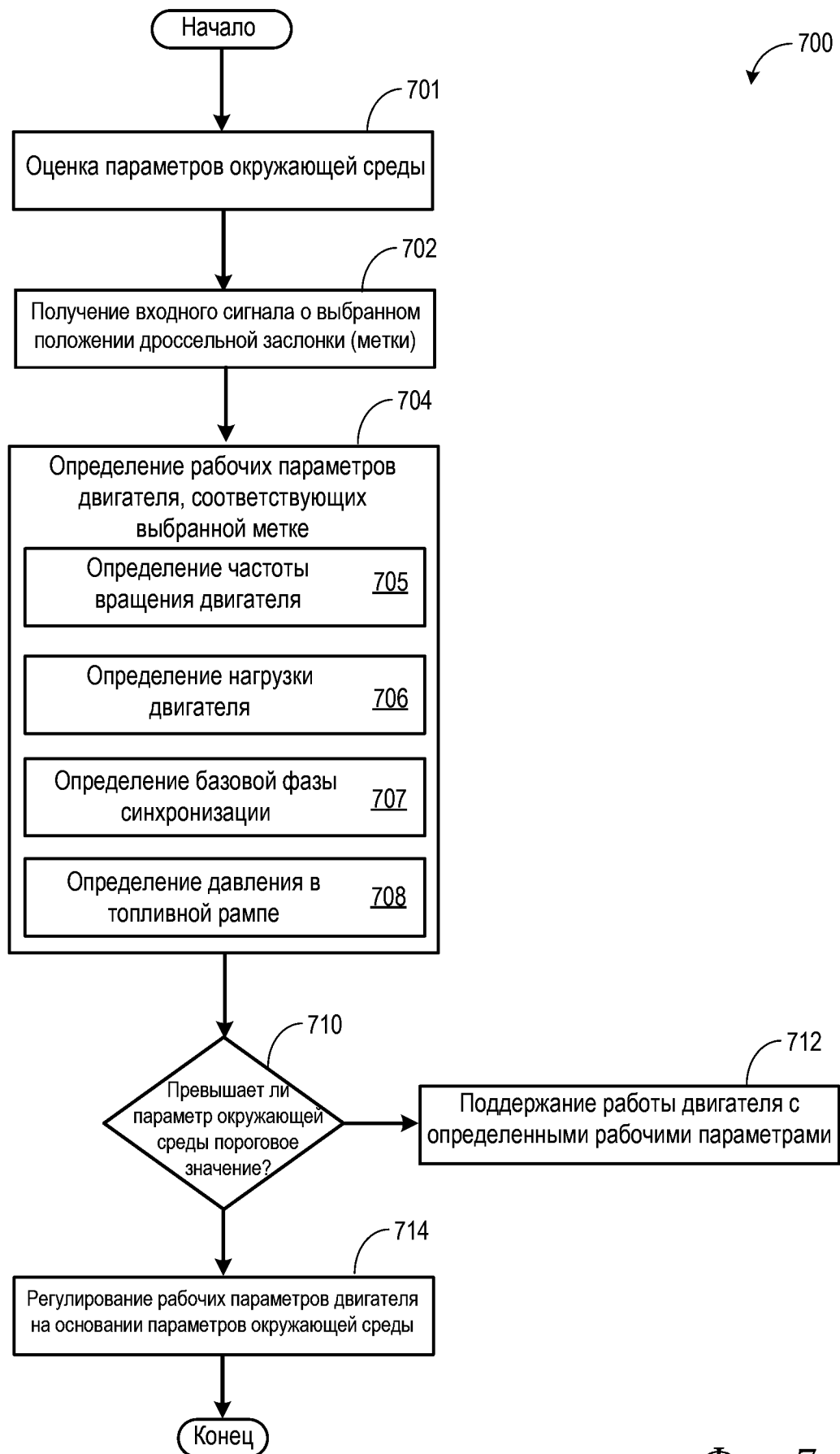
Базовое положение синхронизации	Частота вращения двигателя										
Мощность двигателя	225	500	700	840	1000	1200	1350	1500	1650	1800	1980
0	5	5	8	10	13	15	17	22	23	24	24
50	5	5	9.6	11	13	15	17	22	23	24	24
100	9	9	9.6	12	13.9	15	19	22	23	24	24
150	9	9	9.6	12	13.9	15	21	22	23	24	24
190	9	9	10	13	13.9	15	18	22	24	24	24
225	9	9	12	14	15	17	13	20	24	24	24
385	9	9	13	15	16	17	11.1	17.8	23	24	24
550	9	9	13	15	16	17	13	17.8	21.5	23	23
725	9	9	13	15	16	17	17	17.8	21.4	22	22
900	9	9	13	15	16	17	17	17.8	22.1	22.2	22.2
1100	9	9	13	15	16	17	17	17.8	22.2	22.4	22.4

Фиг. 6А

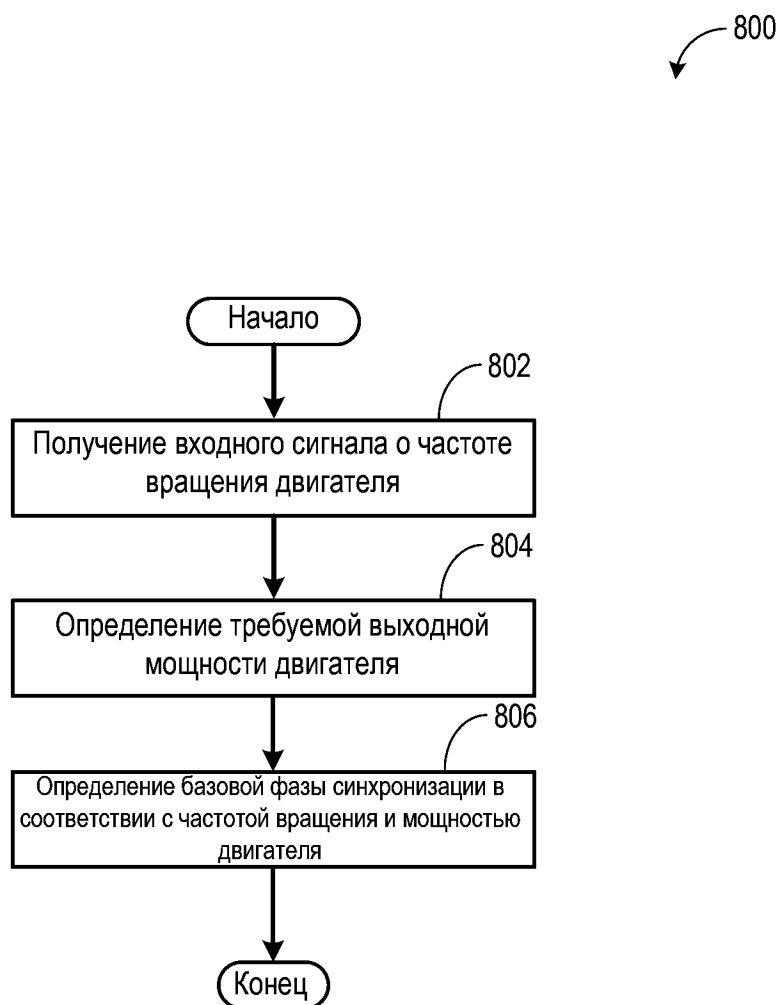
650

Мощность двигателя	Частота вращения двигателя										
кВт	225	500	700	840	1000	1200	1350	1500	1650	1800	1980
0	600	600	700	800	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000
50	600	600	800	900	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000
100	600	600	800	900	1000	1000	1000	1000	1100	1100	1100
150	600	600	800	900	1000	1000	1100	1100	1100	1200	1200
190	600	600	900	1000	1000	1100	1100	1150	1150	1200	1200
225	600	600	900	1100	1100	1100	1150	1150	1175	1250	1250
385	600	600	1000	1100	1200	1200	1300	1300	1300	1300	1300
550	600	600	1000	1100	1200	1300	1300	1400	1400.0	1400	1400
725	600	600	1000	1100	1200	1300	1400	1400	1450	1450	1450
900	600	600	1000	1100	1200	1300	1400	1400	1450	1500	1500
1100	600	600	1000	1100	1200	1300	1400	1400	1500	1525	1525

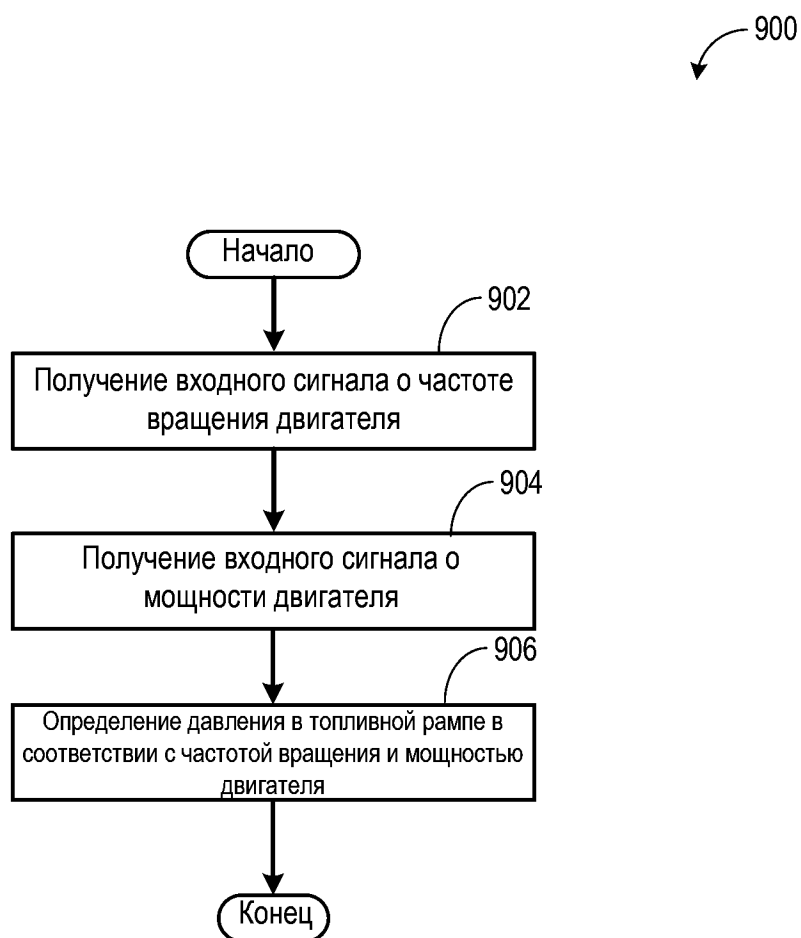
Фиг. 6В



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9