



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013105146/07, 07.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.02.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
10.02.2012 US 13/371170

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2014 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 10.03.2016 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2267633 C2, 10.01.2006. RU 2195404
C1, 27.12.2002. US 2001039941 A1, 15.11.2001. US
5751147 A, 12.05.1998 US 4233943 A, 18.11.1980.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-
ПАТЕНТ"

(72) Автор(ы):

**ХЬЮБЕРТС Гарлан Дж. (US),
ЦЮЙ Цюпин (US)**

(73) Патентообладатель(и):

Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК (US)**(54) СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ (ВАРИАНТЫ) И СПОСОБ КОНТРОЛЯ**

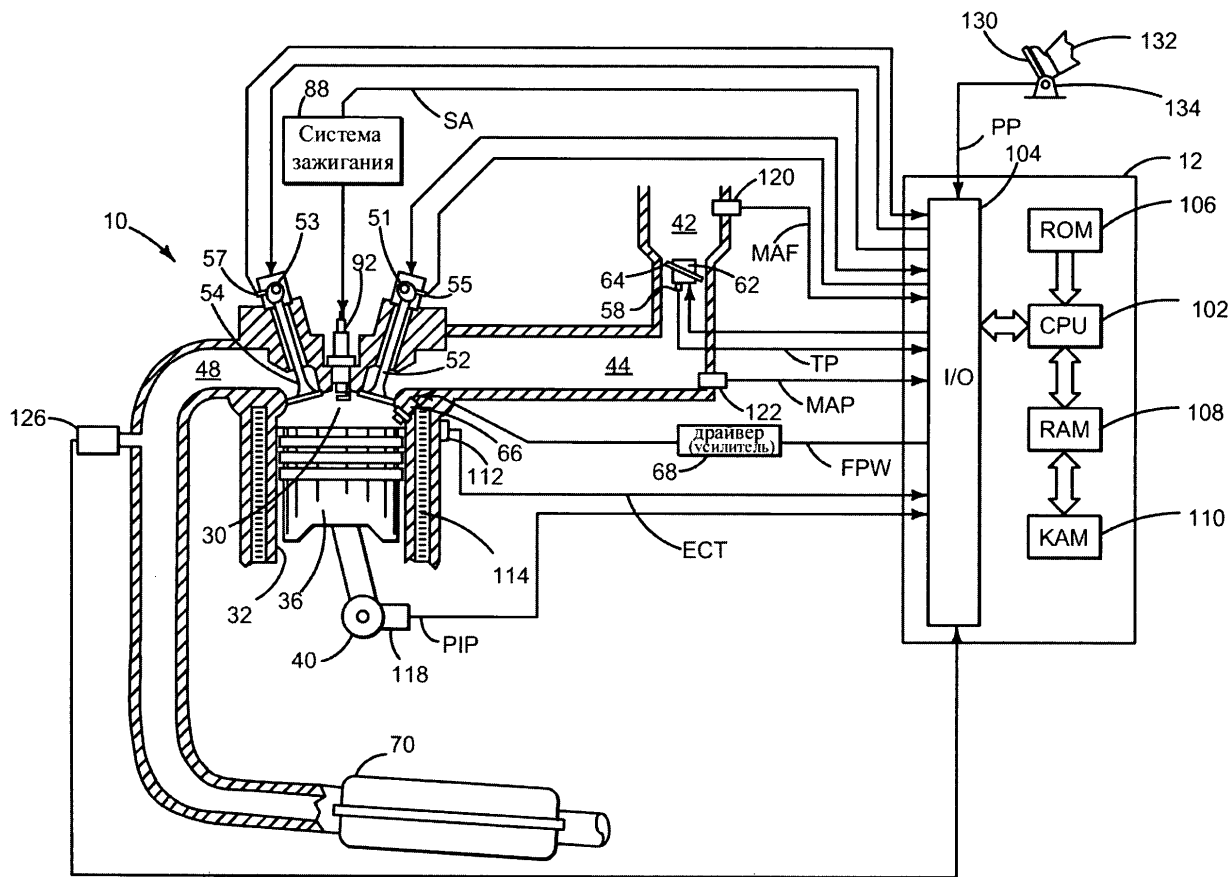
(57) Реферат:

Изобретение относится к системам зажигания двигателей внутреннего сгорания. Технический результат - снижение токсичных выбросов двигателя. Раскрыта система для контроля и очистки свечи зажигания. Согласно одному примеру, определение количества углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода искровой свечи

зажигания производится в зависимости от величины напряжения на измерительном резисторе, который электрически связан со свечой зажигания. После обнаружения углеродсодержащей сажи система может производить очистку свечи, так что может быть уменьшена вероятность пропусков зажигания в двигателе. 3 н. и 15 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU 2 577 036 C 2

RU 2 577 036 C 2



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013105146/07, 07.02.2013

(24) Effective date for property rights:
07.02.2013

Priority:

(30) Convention priority:
10.02.2012 US 13/371170

(43) Application published: 20.08.2014 Bull. № 23

(45) Date of publication: 10.03.2016 Bull. № 7

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT"

(72) Inventor(s):

**KHJUBERTS Garlan Dzh. (US),
TSJUI TSjupin (US)**

(73) Proprietor(s):

Ford Global Tekhnolodzhis, LLK (US)

(54) **SPARK PLUG CONTROL SYSTEM (VERSIONS) AND SPARK PLUG CONTROL PROCEDURE**

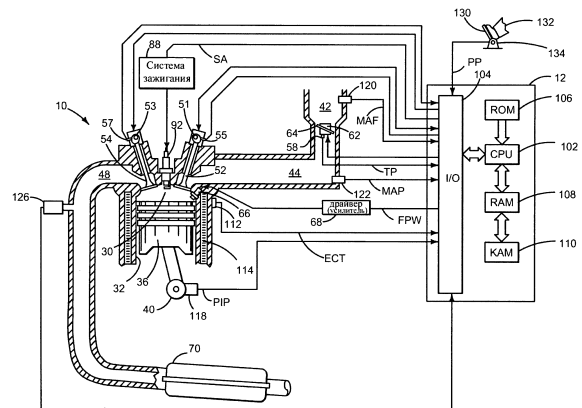
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention relates to automotive industry. It discloses the spark plug control and cleaning system. In compliance with one version, the determination of carbon-bearing soot amount on ceramics of the spark plug central electrode is executed subject to the voltage across the instrument resistor electrically connected with the spark plug. Said soot detected, claimed system can clean the spark plug to reduce the probability of engines misfires.

EFFECT: decreased toxic emissions.

18 cl, 6 dwg



RU 2 577 036 C2

RU 2 577 036 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к системе для контроля работы системы зажигания двигателя с искровым зажиганием. Система может быть особенно полезной для определения необходимости включения режима удаления сажи со свечей зажигания.

5 Уровень техники

Запуск двигателя из холодного состояния при пониженных наружных температурах может быть улучшен за счет обогащения воздушно-топливной смеси, подаваемой в цилиндр двигателя. За счет увеличения количества топлива, впрыскиваемого в цилиндр, можно увеличить количество топлива, испаряющегося в цилиндре, так чтобы воздушно-топливная смесь в цилиндре могла воспламениться. Однако, это дополнительное топливо может также приводить к образованию отложений сажи и электропроводящего материала на керамике центрального электрода свечи зажигания цилиндра, которые шунтируют искровой промежуток и уменьшают вероятность возникновения искры в цилиндре. Поэтому, желательно иметь возможность определять, образуется или не образуется сажа на свече зажигания.

Один из способов подтверждения образования (или отсутствия образования) сажи на свече зажигания заключается в контроле пропусков зажигания при работе двигателя. Перебои зажигания в двигателе можно определять по изменению оборотов двигателя. Однако, при наличии пропусков зажигания ухудшаются показатели токсичных выбросов из двигателя. Например, из-за пропусков зажигания может произойти увеличение выбросов углеводородов. Вследствие этого, более желательным является обнаружение сажи на свечах зажигания без пропусков зажигания в двигателе, чем определение наличия отложений сажи, основанное на факте обнаружения пропусков зажигания.

Раскрытие изобретения

С учетом вышеуказанных недостатков разработана система контроля свечей зажигания, содержащая катушку зажигания, которая включает в себя первичную и вторичную обмотки; искровую свечу, электрически связанную с вторичной обмоткой; измерительный резистор, соединенный электрически последовательно со вторичной обмоткой и свечой зажигания; и контроллер, содержащий инструкции, хранящиеся в запоминающем устройстве, для регулирования работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора во время подачи питания на первичную обмотку.

Путем контроля напряжения на измерительном резисторе или тока через него во время подачи питания на первичную обмотку можно определять количество углерод, содержащей сажи или других электропроводящих отложений, которое может присутствовать на керамике центрального электрода свечи зажигания. Кроме того, накопление сажи можно определять до того, как появятся пропуски зажигания двигателя, поскольку напряжение на измерительном резисторе является показателем очень малых количеств накопленной сажи. Поэтому, накопление сажи может быть установлено до того, как появятся пропуски зажигания двигателя. Согласно одному примеру, напряжение на измерительном резисторе становится более отрицательным во время подачи питания на первичную обмотку, по мере того как увеличивается количество углеродсодержащей сажи, осевшей на керамике центрального электрода свечи зажигания. Система же пытается удалить углеродсодержащую сажу с электрода свечи зажигания путем увеличения температуры и давления в цилиндре, в котором указанная свеча зажигания создает искру.

Настоящее изобретение может обеспечить несколько преимуществ. В частности, данный способ позволяет обнаруживать отложения углеродсодержащей сажи таким

образом, что не требуется возникновение пропусков зажигания в двигателе. Таким образом, рассматриваемый подход может улучшить показатели двигателя по токсичным выбросам, благодаря тому, что действия по удалению углеродсодержащей сажи со свечи зажигания предпринимаются до того, как обнаруживаются пропуски зажигания в двигателе. Дополнительно, способ обеспечивает индикацию продолжительности горения искры, так что может производиться определение пропусков зажигания. Кроме того, за счет удаления сажи до того, как возникнут вызванные сажей пропуски зажигания, может быть снижен объем токсичных выбросов двигателя.

Вышеперечисленные преимущества, а также иные преимущества и отличительные признаки настоящего изобретения будут более понятны из последующего описания осуществления изобретения, как взятого отдельно, так и вместе с прилагаемыми чертежами.

Следует понимать, что содержащиеся в данном разделе сведения приведены с целью ознакомления в упрощенной форме с некоторыми идеями, которые далее рассмотрены в подробном описании. Данный раздел не предназначен для формулирования ключевых или существенных признаков объекта изобретения, объем которого единственным образом определен пунктами формулы изобретения, приведенной после подробного описания. Более того, объект изобретения не ограничен вариантами осуществления, которые решают проблему недостатков, упомянутых выше или в любой другой части данного описания

Краткое описание чертежей

Указанные преимущества будут более понятны из примера осуществления изобретения, рассмотренного в описании осуществления изобретения, взятом как в отдельности, так и вместе с прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг.1 изображает схему двигателя,

фиг.2 изображает схему транспортного средства, которое указанный двигатель приводит в движение,

фиг.3 изображает пример цепи для обнаружения отложений углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания,

фиг.4 изображает пример графиков характерных сигналов, действующих во время рабочего цикла цилиндра, при небольшом количестве отложений углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания,

фиг.5 изображает пример графиков характерных сигналов, действующих во время рабочего цикла цилиндра, при увеличенном количестве отложений углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания, и

фиг.6 изображает схему алгоритма способа обнаружения отложений углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания и выполнения действий, смягчающих последствия таких отложений.

Осуществление изобретения

Настоящее изобретение относится к обнаружению и удалению углеродсодержащей сажи со свечей зажигания двигателя с искровым зажиганием. Согласно одному примеру, не являющемуся ограничительным в отношении идеи изобретения, двигатель может иметь схему, приведенную на фиг.1 и 2. Отложения углеродсодержащей сажи и/или электропроводящих веществ могут быть обнаружены при работе двигателя посредством схемы, изображенной на фиг.3. Согласно одному примеру, обнаружение отложений углеродсодержащей сажи и/или электропроводящих веществ основано на измерении напряжения на измерительном резисторе во время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания, как показано на фиг.4 и 5. Алгоритм способа на фиг.6

включает в себя обнаружение отложений углеродсодержащей сажи и/или электропроводящих веществ, накопленных на керамике центрального электрода свечи зажигания, и регулирование работы двигателя в целях удаления сажи при ее обнаружении.

5 Согласно фиг.1, двигателем 10 внутреннего сгорания, содержащим несколько цилиндров, один из которых показан на фиг.1, управляет электронный контроллер 12 двигателя. Двигатель 10 содержит камеру 30 сгорания и стенки 32 цилиндра, внутри которого расположен поршень 36, связанный с коленчатым валом 40. Показано, что камера 30 сгорания сообщается с впускным коллектором 44 и выпускным коллектором 10 48 через соответствующие впускной клапан 52 и выпускной клапан 54. Каждый впускной и выпускной клапан может быть приведен в действие посредством впускного кулачка 51 и выпускного кулачка 53. В ином варианте, один или более впускных и выпускных клапанов можно приводить в действие электромеханически посредством управляемого электромагнита. Положение впускного кулачка 51 можно определять посредством 15 датчика 55. Положение выпускного кулачка 53 можно определять посредством датчика 57.

Показано, что топливная форсунка 66 расположена так, чтобы производить впрыск топлива непосредственно в цилиндр 30 - такая схема известна специалистам в данной области под названием «прямой впрыск». С другой стороны, возможен впрыск топлива 20 во впускной канал, что специалистам известно под названием «впрыск во впускной канал». Топливная форсунка 66 доставляет жидкое топливо пропорционально длительности импульса сигнала FPW (Fuel Pulse Width), поступающего из контроллера 12. Доставка топлива к топливной форсунке 66 осуществляется топливной системой (не показана), включающей в себя топливный бак, топливный насос и топливную рейку 25 (не показаны). Топливная форсунка 66 снабжается рабочим током от драйвера 68 (усилителя), который реагирует на сигнал от контроллера 12. Кроме того, показано, что впускной коллектор 44 сообщается с электроуправляемым дросселем 62, в котором осуществляется регулирование положения дроссельной заслонки 64 для управления потоком воздуха от воздухозаборника 42 двигателя во впускной коллектор 44.

30 Система 88 зажигания, построенная без распределителя, формирует искру зажигания в камере 30 сгорания посредством свечи 92 в ответ на сигнал контроллера 12. Показано, что к выпускному коллектору 48 в точке перед каталитическим нейтрализатором 70 присоединен универсальный датчик 126 для определения содержания кислорода в отработавших газах (UEGO, Universal Exhaust Gas Oxygen). В другом варианте, вместо 35 датчика 126 UEGO может быть установлен датчик содержания кислорода в отработавших газах, имеющий два состояния.

Согласно одному примеру, нейтрализатор 70 может содержать несколько блок-носителей катализатора. Согласно другому примеру, может быть использовано несколько устройств снижения токсичности выбросов, каждое с несколькими блок-носителями катализатора. Согласно одному примеру, нейтрализатор 70 может 40 представлять собой трехкомпонентный каталитический преобразователь.

На фиг.1 показан контроллер 12 в виде традиционного микрокомпьютера, содержащего: микропроцессорное устройство 102 (CPU, Central Processor Unit), порты 104 ввода/вывода (I/O, Input/Output), постоянное запоминающее устройство 106 (ROM, Read-only Memory), оперативное запоминающее устройство 108 (RAM, Random Access Memory), энергонезависимое запоминающее устройство 110 (КАМ, Keep Alive Memory) и стандартную шину данных. Контроллер 12, как показано, принимает различные 45 сигналы от датчиков, связанных с двигателем 10, дополнительно к тем сигналам, о

которых говорилось выше, включая: сигнал температуры хладагента двигателя (ECT, Engine Coolant Temperature) от датчика 112, связанного с рубашкой 114 охлаждения; сигнал датчика 134 положения, связанного с педалью 130 акселератора, для измерения положения педали акселератора, изменяемого посредством ноги 132; сигнал давления в коллекторе двигателя (MAP, Manifold Pressure) от датчика 122 давления, связанного с впускным коллектором 44; сигнал положения органов двигателя от датчика 118 Холла, определяющего положение коленчатого вала 40; сигнал массы воздуха, поступающей в двигатель, от датчика 120; и сигнал положения дроссельной заслонки от датчика 58. Может также производиться измерение барометрического давления (датчик не показаны) для обработки контроллером 12. Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения, датчик 118 положения органов двигателя за каждый оборот коленчатого вала вырабатывает установленное число импульсов, следующих друг за другом с равными интервалами, из которых можно определить частоту вращения вала двигателя (RPM, Revolutions per Minute) в оборотах в минуту.

В некоторых вариантах осуществления, в гибридном транспортном средстве двигатель может быть связан с системой электродвигателя/батареи. Гибридное транспортное средство может быть построено по параллельной схеме, последовательной схеме или по варианту или комбинации указанных схем. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления могут применяться двигатели с иной схемой, например, дизельный двигатель.

В процессе работы каждый цилиндр двигателя 10 обычно отработывает четырехтактный цикл, который включает: такт (ход) впуска, такт сжатия, такт расширения и такт выпуска. Обычно, во время такта впуска выпускной клапан 54 закрыт, а впускной клапан 52 открыт. Воздух поступает в камеру 30 сгорания через впускной коллектор 44, а поршень 36 перемещается на дно цилиндра, так чтобы произошло увеличение объема камеры 30 сгорания. Положение, при котором поршень 36 в конце своего хода (т.е., когда камера 30 сгорания имеет максимальный объем) находится вблизи дна цилиндра, специалисты обычно называют нижней мертвой точкой (BDC, Bottom Dead Center). Во время такта сжатия впускной клапан 52 и выпускной клапан 54 закрыты. Поршень 36 движется в сторону головки цилиндра, так чтобы произошло сжатие воздуха в камере 30 сгорания. Точку, в которой поршень 36 в конце своего хода (т.е., когда камера 30 сгорания имеет минимальный объем) находится вблизи головки цилиндра, специалисты обычно называют верхней мертвой точкой (TDC, Top Dead Center). Затем в ходе процесса, который называется впрыском, топливо вводится в камеру сгорания. Далее, в ходе процесса, который называется зажиганием, производится воспламенение введенного топлива известными средствами, например, посредством искровой свечи 92, что приводит к сгоранию топлива. Во время такта расширения расширяющиеся газы толкают поршень 36 обратно в сторону BDC. Коленчатый вал 40 преобразует движение поршня в крутящий момент вращающегося вала. Наконец, во время такта выпуска, выпускной клапан 54 открывается, чтобы вывести сгоревшую воздушно-топливную смесь в выпускной коллектор 48, при этом поршень 36 возвращается в TDC. Следует отметить, что вышеуказанные процессы описаны примерно, и что временные диаграммы открывания и/или закрывания впускного и выпускного клапанов могут меняться, например, чтобы обеспечить положительное или отрицательное перекрытие состояний клапанов во времени, позднее закрывание впускного клапана или другие различные варианты работы.

На фиг.2 схематически показана кинематическая цепь 200 привода транспортного средства (автомобиля). В кинематическую цепь 200 механическая мощность может

поступать от двигателя 10 или электрического двигателя 202. Двигатель 10 может быть механически связан с генератором 210 переменного тока, электрическим двигателем 202 и трансмиссией 208. Крутящий момент двигателя может передаваться колесам 212 автомобиля.

5 Нагрузка к двигателю 10 может быть приложена со стороны генератора 210 переменного тока, электрического двигателя/генератора 202 и трансмиссии 208. Каждое из устройств - генератор 210 переменного тока, электрический двигатель 202 и трансмиссию 208 можно регулировать путем изменения управляющих переменных соответствующих устройств. Например, можно увеличивать или уменьшать ток
10 возбуждения электрического двигателя/генератора 202, чтобы увеличивать или уменьшать нагрузку, которую электрический двигатель/генератор 202 создает для двигателя 10. Аналогично, можно регулировать ток возбуждения генератора 210 переменного тока с целью увеличения нагрузки, прикладываемой к двигателю 10. Кроме того, можно сдвигать шестерни 230-232 трансмиссии 208, чтобы увеличивать или
15 уменьшать нагрузку, прикладываемую к двигателю 10.

На фиг.3 приведен пример схемы для обнаружения образования углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания. Схема фиг.3 может быть включена в состав системы фиг.1 и 2.

Батарея (аккумулятор) 304 подает электропитание в систему 88 зажигания и
20 контроллер 12. Контроллер 12 приводит в действие ключ 302, чтобы заряжать и разряжать катушку 306 зажигания (т.е. накапливать энергию в магнитном поле катушки и расходовать накопленную энергию). Катушка 306 содержит первичную обмотку 320 и вторичную обмотку 322. Катушка 306 зажигания заряжается, когда ключ 302 замыкается, чтобы ток из батареи 304 мог протекать через катушку 306. Катушка 306
25 зажигания разряжается, когда ключ 302 размыкается после того, как имело место протекание тока через катушку 306.

Вторичная обмотка 322 снабжает энергией искровую свечу 92. Искровая свеча 92 формирует искру, когда напряжение на межэлектродном промежутке 350 будет достаточным для возникновения тока в указанном промежутке 350. Искровая свеча
30 содержит центральный электрод 360 и боковой электрод 362. Напряжение подается на центральный электрод 360 от вторичной обмотки 322. Боковой электрод 362 электрически соединен с землей 390. Измерительный резистор 310 электрически соединен последовательно с искровой свечой 92 через вторичную обмотку 322. Параллельно измерительному резистору 310 электрически подключен стабилитрон 308. Когда
35 происходит зарядка катушки 306, стабилитрон 308 смещается в обратном направлении, а во время горения искры стабилитрон смещается в прямом направлении на землю 390.

Когда ток протекает через первичную обмотку, и в катушке 306 зажигания нарастает магнитное поле, на измерительном резисторе 310 появляется напряжение. Это напряжение зависит от количества углеродсодержащей сажи, осевшей на керамике
40 центрального электрода искровой свечи 92. В частности, когда количество сажи увеличивается, абсолютная величина амплитуды напряжения относительно земли увеличивается.

При желании напряжение с измерительного резистора 310 можно подать на усилитель 330, который инвертирует напряжения измерительного резистора, показанные на фиг.4
45 и 5. Таким образом, показанные напряжения могут быть преобразованы в положительные напряжения. Кроме того, в представленном примере показана катушка зажигания с отрицательной полярностью подводимого к свече напряжения. Однако, данная схема также применима для катушки зажигания с положительной полярностью

подводимого к свече напряжения, при этом изменяется на обратную полярность стабилитрона 308 и полярность сигнала напряжения на измерительном резисторе 310.

Таким образом, система, показанная на фиг.1-3, обеспечивает контроль искровой свечи и содержит: катушку зажигания, включающую в себя первичную и вторичную обмотки; искровую свечу, электрически связанную с вторичной обмоткой; измерительный резистор, электрически соединенный последовательно с вторичной обмоткой и искровой свечой; и контроллер, содержащий инструкции, записанные в постоянное запоминающее устройство, для регулирования работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора во время подачи питания на первичную обмотку.

Система также отличается тем, что регулирование работы двигателя содержит регулирование воздушно-топливной смеси, при этом катушка зажигания обеспечивает положительную или отрицательную полярность подводимого к свече напряжения. Далее, система отличается тем, что регулирование работы двигателя содержит увеличение нагрузки, прикладываемой к двигателю, при этом электрической характеристикой измерительного резистора является напряжение на измерительном резисторе, причем выполнено инвертирование напряжения на измерительном резисторе. Система дополнительно содержит диод, который включен электрически параллельно измерительному резистору и электрически связан с указанным измерительным резистором и вторичной обмоткой. Система также отличается тем, что указанный диод представляет собой стабилитрон, при этом регулирование работы двигателя производится в ответ на уменьшение напряжения на измерительном резисторе ниже порогового уровня. Согласно некоторым примерам осуществления, система отличается тем, что указанной электрической характеристикой является напряжение. Система также содержит дополнительные инструкции, записанные в постоянное запоминающее устройство, для зарядки первичной обмотки, при этом время подачи питания на первичную обмотку является временем зарядки первичной обмотки.

Система, показанная на фиг.1-3, также обеспечивает контроль искровой свечи и содержит: катушку зажигания, включающую в себя первичную и вторичную обмотки; искровую свечу, электрически связанную с вторичной обмоткой; измерительный резистор, электрически соединенный последовательно с вторичной обмоткой и искровой свечой; и контроллер, содержащий инструкции, записанные в постоянное запоминающее устройство, для регулирования работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора во время подачи питания на первичную обмотку, а также дополнительные инструкции для регулирования работы двигателя в зависимости от продолжительности горения искры на основе указанной электрической характеристики по истечении времени подачи питания на первичную обмотку.

Система также отличается тем, что регулирование работы двигателя в зависимости от продолжительности горения искры содержит регулирование воздушно-топливного отношения в цилиндре. Система отличается тем, что электрической характеристикой является напряжение на измерительном резисторе, при этом система дополнительно содержит диод, подключенный электрически параллельно измерительному резистору. Система отличается тем, что измерительный резистор и диод электрически связаны с точкой нулевого потенциала (землей), причем во время горения искры диод смещен в прямом направлении, в направлении точки нулевого потенциала. Система отличается тем, что искровая свеча и измерительный резистор электрически подключены к противоположным концам вторичной обмотки. Система также отличается тем, что продолжительность горения искры это промежуток времени от момента прекращения

тока в первичной обмотке до момента, когда электрическая характеристика измерительного резистора по истечении времени подачи питания на вторичную обмотку меняет знак с положительного на отрицательный.

На фиг.4 и 5 приведены примеры характерных смоделированных сигналов, действующих во время рабочего цикла цилиндра. В частности, сигналы на фиг.4 относятся к определению накопления сажи на керамике центрального электрода искровой свечи. Представленная последовательность возникает во время такта сжатия в цилиндре. В данном примере объем отложений сажи на керамике электрода искровой свечи мал. Сигналы фиг.4 могут быть получены посредством способа, представленного на фиг.6 в системе, соответствующей фиг.1 и 2. Вертикальные маркеры T_0 - T_3 представляют характерные моменты времени для трех графиков. События на трех графиках, совпадающие с вертикальными маркерами происходят, по существу, в одно и то же время.

Первый сверху график на фиг.4 представляет сигнал управления катушкой зажигания. Ток поступает в катушку зажигания от батареи или генератора переменного тока, когда сигнал имеет более высокий уровень. Ток не поступает в катушку зажигания от батареи или генератора переменного тока, когда сигнал имеет более низкий уровень. Ось X представляет время, причем время увеличивается слева направо.

Второй сверху график на фиг.4 представляет напряжение, которое обнаруживается на измерительном резисторе, который электрически связан с вторичной обмоткой катушки зажигания, как показано на фиг.3. Горизонтальная линия 450 представляет уровень нулевого потенциала. Напряжения выше горизонтальной линии 450 положительны, а напряжения ниже горизонтальной линии 450 отрицательны. Положительное напряжение возрастает по величине в направлении стрелки оси Y. Отрицательное напряжение возрастает по величине в направлении противоположном стрелке оси Y. Ось X представляет время, причем время увеличивается слева направо.

Третий сверху график на фиг.4 представляет силу тока в первичной обмотке катушки зажигания. Горизонтальная линия 460 представляет уровень нулевого тока. Величина тока возрастает в направлении стрелки оси Y. Ось X представляет время, причем время увеличивается слева направо.

В момент T_0 сигнал управления катушкой, а также напряжение на измерительном резисторе и ток в катушке зажигания не изменяются. Сигнал управления катушкой имеет низкий уровень, указывающий на то, что прохождение тока через первичную обмотку катушки зажигания запрещено, на что указывает и график тока через катушку зажигания, где величина тока, по существу, равна нулю. Напряжение на измерительном резисторе также имеет низкий уровень.

В момент T_1 устанавливается сигнал управления катушкой, о чем говорит переход указанного сигнала на высокий уровень. Ток начинает втекать в первичную обмотку катушки зажигания, как показано на третьем графике. Напряжение на измерительном резисторе на короткое время становится отрицательным, а затем, после нескольких небольших колебаний, возвращается к уровню нулевого потенциала. Напряжение остается вблизи нуля по мере того как время растет от момента T_1 .

В момент T_2 сигнал управления катушкой переходит обратно к низкому уровню, указывая на то, что ток в первичной обмотке прекращается. Ток в катушке зажигания переходит обратно, по существу, к нулевому уровню после пилообразного роста до повышенного уровня. Напряжение на измерительном резисторе увеличивается по мере того, как спадает магнитное поле в катушке зажигания, и тем самым индуцируется

повышенное напряжение во вторичной обмотке катушки зажигания, в силу чего в воздушном зазоре искровой свечи проскакивает искра. Напряжение на измерительном резисторе остается повышенным до момента T_3 , когда вторичная обмотка уже не обладает достаточной энергией для поддержания тока искры, и искра гаснет.

5 Интервал между моментами T_1 и T_2 представляет собой время 404 подачи питания на первичную обмотку или время зарядки катушки зажигания. Время подачи питания может быть измерено от момента установления сигнала управления катушкой и начала протекания тока в первичной обмотке катушки зажигания до момента снятия сигнала управления катушкой, когда ток в первичной обмотке прекращается.

10 Интервал времени между моментами T_2 и T_3 соответствует продолжительности горения искры. Продолжительность 406 горения искры можно определить, измеряя время от момента прекращения тока в первичной обмотке до момента, когда напряжение на измерительном резисторе меняет знак с положительного на отрицательный после прекращения тока через первичную обмотку.

15 Таким образом, когда на керамике центрального электрода искровой свечи имеется небольшое отложение сажи, напряжение на измерительном резисторе имеет относительно низкий уровень по сравнению с нулевым потенциалом на протяжении большей части времени подачи питания на первичную обмотку. Согласно одному
20 примеру, можно делать выборки напряжения на измерительном резисторе через равные интервалы времени, затем напряжения, измеренные в каждом из интервалов, можно просуммировать и разделить на число выборок, чтобы получить среднее напряжение на измерительном резисторе за время подачи питания на первичную обмотку. Например,
25 можно сделать 100 выборок напряжения на измерительном резисторе за время подачи питания на первичную обмотку. Напряжения, измеренные при каждой выборке, можно сложить, а сумму поделить на 100, чтобы получить среднее напряжение на измерительном резисторе. Согласно другим примерам, чтобы определять напряжение на измерительном резисторе, можно делать выборку напряжения на измерительном
30 резисторе в определенный момент, начиная от момента начала зарядки первичной обмотки катушки зажигания. Например, как показано на фиг.4, от начала зарядки первичной обмотки (от момента T_1) до момента выборки напряжения на измерительном резисторе проходит установленное время 480. Напряжение на измерительном резисторе в момент выборки указано точкой 488.

35 На фиг.5 приведен пример характерных смоделированных сигналов, действующих во время рабочего цикла цилиндра. Сигналы, изображенные на фиг.5, аналогичны сигналам, показанным на фиг.4. Поэтому, для краткости повторное описание общих элементов будет опущено, а отличия сигналов и их последовательностей будут рассмотрены согласно фиг.5.

40 В данном примере объем сажевых отложений на керамике центрального электрода искровой свечи больше аналогичного объема в примере фиг.4. Сигналы, представленные на фиг.5, могут быть получены способом фиг.6 в системе, показанной на фиг.1 и 2.

В момент t_1 сигнал управления катушкой зажигания переходит на высокий уровень, указывая на то, что через первичную обмотку катушки зажигания начинает протекать ток. Ток в катушке зажигания начинает увеличиваться над уровнем 560 нулевого тока, как показано на фиг.5 на третьем сверху графике. Напряжение на измерительном резисторе во время 504 подачи питания на первичную обмотку уменьшается ниже горизонтальной линии 550, которая представляет уровень нулевого потенциала. Напряжение на измерительном резисторе во время 504 подачи питания на первичную

обмотку остается отрицательным на протяжении большего отрезка времени, чем напряжение на измерительном резисторе во время подачи питания на первичную обмотку согласно фиг.4. Таким образом, когда производятся выборки напряжения на измерительном резисторе для последующего усреднения, как в случае фиг.4, или когда
5 производится выборка напряжения на измерительном резисторе по истечении установленного времени 580 после начала зарядки первичной обмотки, на измерительном резисторе будет определен более низкий уровень напряжения. Напряжение на измерительном резисторе, измеренное в установленный момент времени, показано на графике точкой 588. При увеличении объема отложений сажи напряжению
10 на измерительном резисторе требуется большее время, чтобы вернуться к уровню 550 нулевого потенциала. Углеродсодержащая сажа уменьшает импеданс между электродами искровой свечи зажигания. Искровая свеча и измерительный резистор образуют делитель напряжения. Поэтому, когда сопротивление искровой свечи изменяется из-за отложения сажи, изменяется и напряжение на измерительном резисторе. Можно составить таблицу
15 эмпирических данных, связывающую напряжения на измерительном резисторе во время подачи питания на первичную обмотку и количество сажи на электродах искровой свечи.

В момент T_2 ток через первичную обмотку прекращается, и катушка зажигания формирует искру на электродах свечи. Продолжительность горения искры можно
20 измерить, как время 506 между моментом прекращения тока в первичной катушке и моментом, когда напряжение на измерительном резисторе меняет знак с положительного на отрицательный. Таким образом, напряжение на измерительном резисторе 310, показанном на фиг.3, позволяет определять и продолжительность горения искры и отложения углеродсодержащей сажи.

На фиг.6 изображена схема алгоритма способа обнаружения отложений углеродсодержащей сажи на керамике центрального электрода свечи зажигания, и
25 выполнения действий, смягчающих последствия таких отложений. Способ, соответствующий фиг.6, может быть записан в виде исполняемых инструкций в постоянном запоминающем устройстве контроллера 12, изображенного на фиг.1.
30 Способ, соответствующий фиг.6, может порождать сигналы, изображенные на фиг.4 и 5.

На шаге 602 алгоритма производят определение условий (параметров) работы двигателя. Параметры работы двигателя, помимо других возможных, могут включать частоту вращения вала двигателя, нагрузку двигателя, температуру двигателя, наружную
35 температуру и температуру аккумуляторной батареи. После определения параметров работы двигателя алгоритм 600 способа переходит к шагу 604.

На шаге 604 алгоритм 600 способа определяет необходимость выполнения проверки одной или более искровых свечей зажигания двигателя на присутствие электропроводящих отложений и/или продолжительность горения искры. Согласно
40 одному примеру, контроль проводящих отложений можно производить при пониженных оборотах двигателя и пониженных нагрузках. К проводящим отложениям, наряду с другими возможными, может относиться топливо и углеродсодержащая сажа. Если алгоритм 600 решит, что желательнее произвести контроль сажи и/или продолжительности горения искры, то результатом проверки условия будет ответ «Да»,
45 и алгоритм 600 перейдет к шагу 606. В противном случае, при ответе «Нет» алгоритм 600 завершает свою работу.

На шаге 606 алгоритм 600 замыкает ключ и дает возможность току из батареи или генератора переменного тока поступать в первичную обмотку катушки зажигания.

Алгоритм удерживает ключ в замкнутом состоянии на протяжении интервала положений коленчатого вала, определяемого из таблицы эмпирических данных фазы искры. Согласно одному примеру, аргументами при входе в таблицу являются обороты двигателя и нагрузка, а выходными величинами являются значения фаз искры, которые отсчитывают от положения коленчатого вала двигателя. В частности, фазу искры отсчитывают от верхней мертвой точки такта сжатия цилиндра двигателя, который получает искру. Аналогично, время удержания ключа в замкнутом состоянии - время питания первичной обмотки - может быть получено на основе выходных данных таблицы, которая содержит время питания первичной обмотки, как функцию оборотов двигателя и нагрузки. Кроме того, на протяжении рабочего цикла цилиндра искровая свеча может инициировать одну или более искр. После того как ключ будет замкнут и ток начнет поступать в катушку зажигания, алгоритм 600 переходит к шагу 608.

На шаге 608 алгоритм 600 выжидает некоторое пороговое время, а затем делает выборку напряжения на измерительном резисторе в схеме, изображенной на фиг.3. Алгоритм 600 выжидает пороговое время, прежде чем сделать выборку напряжения на измерительном резисторе, так чтобы перед выборкой произошло затухание флуктуации напряжения колебательного характера - «звона». По истечении порогового времени алгоритм 600 переходит к шагу 610.

На шаге 610 производится выборка напряжения на измерительном резисторе. Выборка напряжения на измерительном резисторе может производиться установленное число раз, как было описано в отношении фиг.4 и 5, за время подачи питания на первичную обмотку, и на основе выборок может быть определено среднее измеренное напряжение. Согласно другому примеру, во время каждого рабочего цикла цилиндра может производиться однократная выборка напряжения, как показано на фиг.4 и 5. Таким образом, возможны варианты способов выборки напряжения на измерительном резисторе. После осуществления выборки и определения напряжения на измерительном резисторе алгоритм 600 переходит к шагу 612.

На шаге 612 алгоритм 600 выполняет проверку, превышает ли измеренное напряжение величину порогового напряжения. Согласно одному примеру, может быть выполнено сравнение абсолютной величины измеренного напряжения с установленной величиной напряжения. Если абсолютная величина измеренного напряжения больше порогового напряжения, то результат проверки будет «Да», и можно констатировать, что на электродах искровой свечи зажигания скопилась сажа в количестве превышающем пороговое. Поэтому алгоритм 600 переходит к шагу 614. Например, если определено, что напряжение на измерительном резисторе равно -4 В, то есть абсолютная величина составляет 4 В, то при пороговом напряжении, равном 2 В, можно констатировать, что на электродах свечи накопилась сажа в количестве, превышающем пороговое. Следовательно, алгоритм 600 перейдет к шагу 614. Если абсолютная величина напряжения на измерительном резисторе будет меньше пороговой величины, то результатом проверки будет «Нет», и алгоритм 600 перейдет к шагу 616. Если получается ответ «Нет», то флаг накопления сажи для цилиндра сбрасывается.

В других примерах, где напряжение на измерительном резисторе отрицательно, факт превышения количеством сажи, накопленным на искровой свече, порогового количества может быть установлен, когда напряжение на измерительном резисторе оказывается меньше пороговой величины. Например, если установлено, что напряжение на измерительном резисторе равно -6 В, а порог составляет -5 В, то может быть сделан вывод, что количество сажи, накопленное на свече зажигания, превышает пороговую величину. Следовательно, результатом проверки будет ответ «Да», и алгоритм 600

перейдет к шагу 614. Если напряжение на измерительном резисторе больше пороговой величины (например, составляет -4 В), то результатом проверки будет ответ «Нет», и алгоритм 600 перейдет к шагу 616.

5 На шаге 614 алгоритм 600 устанавливает флаг обнаружения сажи на свече зажигания и инициирует действия по управлению двигателем, направленные на уменьшение количества сажи на электродах свечи зажигания. Согласно одному примеру, воздушно-топливное отношение, обеспечиваемое в цилиндре, где обнаружена сажа на свече зажигания, может быть задано такой величины, какая соответствует более обедненной смеси. Далее, может быть увеличена температура в цилиндре, а также нагрузка на
10 цилиндр, чтобы могло произойти окисление накопленной сажи. Согласно одному примеру, нагрузка на цилиндр может быть увеличена путем приложения нагрузки к двигателю посредством генератора переменного тока или электрического двигателя. Когда нагрузка двигателя возрастает, открывают дроссельную заслонку и вводят дополнительное топливо, чтобы тем самым увеличить температуру и давление в
15 цилиндре за счет увеличения заряда. Согласно другим примерам, нагрузка двигателя может быть увеличена путем включения более высокой передачи в коробке скоростей и регулирования дросселя и количества впрыскиваемого топлива. Применяя такие способы, можно увеличить температуру и давление в цилиндре, на свече зажигания которого накоплена сажа, и таким образом произвести ее окисление. После установки
20 флага обнаружения сажи на свече зажигания алгоритм 600 переходит к шагу 616.

На шаге 616 алгоритм 600 определяет продолжительность горения искры. Продолжительность горения искры может быть признаком пропусков зажигания в двигателе. Например, если между моментом прекращения тока в первичной обмотке катушки зажигания и моментом изменения знака напряжения на измерительном
25 резисторе с положительного на отрицательный проходит короткое время, то можно констатировать, что возникают пропуски зажигания. Пропуск зажигания может быть связан с накоплением сажи на искровой свече зажигания. Согласно одному примеру, продолжительность горения искры измеряют по времени между моментом прекращения тока в первичной обмотке катушки зажигания и моментом изменения знака напряжения
30 на измерительном резисторе с положительного на отрицательный. После определения продолжительности горения искры алгоритм 600 переходит к шагу 618.

На шаге 618 алгоритм 600 выполняет проверку, не оказывается ли продолжительность горения искры меньше пороговой величины. Если продолжительность горения искры меньше порогового времени, то алгоритм 600 переходит к шагу 620. Согласно другим
35 примерам, алгоритм 600 может также перейти к шагу 620, если установлено, что продолжительность горения искры превышает пороговую величину. Факт продолжительности горения искры большей, чем пороговая продолжительность, может быть признаком состояния, при котором искра вообще отсутствует. Таким образом, если продолжительность горения искры находится в заданном интервале значений, то
40 результатом проверки будет ответ «Нет», алгоритм 600 сбросит флаг пропусков зажигания и завершит свою работу. В противном случае, результатом проверки будет ответ «Да», и алгоритм 600 перейдет к шагу 620.

На шаге 620 алгоритм 600 устанавливает флаг пропусков зажигания и производит регулирование работы двигателя, чтобы уменьшить вероятность возникновения
45 пропусков зажигания. Согласно одному примеру, алгоритм 600 может увеличить время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания, чтобы увеличить энергию искры. Согласно другим примерам, алгоритм 600 может сместить воздушно-топливное отношение в цилиндре в сторону обеднения, если цилиндр получает богатую воздушно-

топливную смесь. В ином варианте алгоритм 600 может сместить воздушно-топливное отношение в цилиндре в сторону обогащения, если цилиндр получает бедную воздушно-топливную смесь. Используя такие приемы, алгоритм 600 пытается уменьшить вероятность возникновения пропусков зажигания. После установки флага пропусков зажигания, и после того, как работа двигателя будет отрегулирована в целях уменьшения вероятности пропусков зажигания, алгоритм 600 завершает свою работу.

Для специалистов в данной области должно быть понятно, что процедуры, представленные на фиг.6, могут представлять одну или более стратегий обработки, которые инициируются событием, прерыванием, являются многозадачными, многопоточными, и т.п. Как таковые, различные представленные действия, операции или функции можно выполнять в той последовательности, какая указана на схеме, можно выполнять параллельно или в некоторых случаях опускать. Аналогично, указанный порядок обработки не обязателен для решения вышеупомянутых задач изобретения, реализации отличительных признаков и преимуществ, но приведен в целях упрощения описания. Хотя это в явном виде и не показано, но специалистам в данной области должно быть понятно, что одно или более представленных действий или функций можно выполнять повторно в зависимости от конкретной используемой стратегии.

Таким образом, способ, представленный на фиг.6, обеспечивает контроль свечи зажигания и содержит: зарядку катушки зажигания, обеспечивающей подачу электрической энергии к свече зажигания; и регулирование работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора во время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания, при этом измерительный резистор электрически связан с катушкой зажигания. Способ отличается тем, что время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания является временем зарядки катушки зажигания, при этом указанная электрическая характеристика представляет собой напряжение, причем измерительный резистор электрически связан с вторичной обмоткой катушки зажигания. Таким образом, во время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания можно обнаруживать сажевое загрязнение искровой свечи зажигания.

Способ также отличается тем, что измерительный резистор электрически соединен последовательно с вторичной обмоткой катушки зажигания и с искровой свечой зажигания. Способ дополнительно содержит определение продолжительности горения искры по напряжению на измерительном резисторе по истечении времени подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания. Дополнительно, способ содержит определение пропуска зажигания в двигателе, если обнаруживается, что продолжительность горения искры меньше пороговой продолжительности. Способ также отличается тем, что регулирование работы двигателя содержит сдвиг воздушно-топливного отношения в двигателе в сторону обеднения. Способ также отличается тем, что регулирование работы двигателя содержит увеличение нагрузки, прикладываемой к двигателю.

На этом описание завершается. Специалистам в данной области должно быть понятно, что в форму и детали осуществления изобретения могут быть внесены изменения, не выходящие за границы идеи и объема изобретения. Например, настоящее описание может также быть с успехом использовано в случае двигателей с расположением цилиндров по схемам 13, 14, 15, V6, V8, V10 и V12, работающих на природном газе, бензине, дизельном топливе или альтернативных видах топлива.

Формула изобретения

1. Система контроля свечи зажигания, содержащая катушку зажигания, включающую в себя первичную и вторичную обмотки; искровую свечу, электрически связанную с вторичной обмоткой; измерительный резистор, электрически соединенный последовательно с вторичной обмоткой и искровой свечой; и контроллер, содержащий хранящиеся в запоминающем устройстве инструкции для регулирования работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора, которую определяют во время подачи питания на первичную обмотку, и инструкции для определения пропуска зажигания в двигателе, если обнаруживается, что промежуток времени, определяемый от момента прекращения подачи питания на первичную обмотку до момента, когда напряжение на измерительном резисторе изменяется с положительного на отрицательное, меньше пороговой продолжительности.

2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что регулирование работы двигателя включает регулирование воздушно-топливной смеси, при этом катушка зажигания обеспечивает положительную полярность подводимого к свече напряжения, и тем, что дополнительно содержит инструкции для переключения передачи трансмиссии в зависимости от указанной электрической характеристики.

3. Система по п. 1, отличающаяся тем, что регулирование работы двигателя включает увеличение нагрузки, прикладываемой к двигателю, при этом электрической характеристикой измерительного резистора является напряжение на измерительном резисторе, и предусмотрено инвертирование напряжения на измерительном резисторе.

4. Система по п. 1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит диод, который включен электрически параллельно измерительному резистору и электрически связан с измерительным резистором и вторичной обмоткой.

5. Система по п. 4, отличающаяся тем, что указанный диод представляет собой стабилитрон, при этом регулирование работы двигателя производится в ответ на уменьшение напряжения на измерительном резисторе ниже порогового уровня.

6. Система по п. 1, отличающаяся тем, что указанная электрическая характеристика представляет собой напряжение.

7. Система по п. 1, отличающаяся тем, что содержит дополнительные инструкции, хранящиеся в запоминающем устройстве, для зарядки первичной обмотки, при этом время подачи питания на первичную обмотку является временем зарядки первичной обмотки.

8. Система контроля свечи зажигания, содержащая катушку зажигания, включающую в себя первичную и вторичную обмотки; искровую свечу, электрически связанную с вторичной обмоткой; измерительный резистор, электрически соединенный последовательно с вторичной обмоткой и искровой свечой; и контроллер, содержащий хранящиеся в запоминающем устройстве инструкции для регулирования работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора, которую определяют во время подачи питания на первичную обмотку, а также дополнительные инструкции для регулирования работы двигателя в зависимости от продолжительности горения искры на основе указанной электрической характеристики по истечении времени подачи питания на первичную обмотку и дополнительные инструкции для определения пропуска зажигания в двигателе, если обнаруживается, что промежуток времени, определяемый от момента прекращения подачи питания на первичную обмотку до момента, когда напряжение на измерительном резисторе изменяется с положительного на отрицательное, меньше пороговой продолжительности.

9. Система по п. 8, отличающаяся тем, что регулирование работы двигателя в зависимости от продолжительности горения искры включает регулирование воздушно-топливного отношения в цилиндре, и тем, что дополнительно содержит инструкции для переключения с первой передачи трансмиссии на вторую передачу трансмиссии в зависимости от указанной электрической характеристики.

10. Система по п. 8, отличающаяся тем, что электрической характеристикой является напряжение на измерительном резисторе, при этом система содержит диод, подключенный электрически параллельно измерительному резистору.

11. Система по п. 10, отличающаяся тем, что измерительный резистор и диод электрически связаны с точкой нулевого потенциала, причем во время горения искры диод смещен в прямом направлении, в направлении точки нулевого потенциала.

12. Система по п. 8, отличающаяся тем, что искровая свеча и измерительный резистор электрически подключены к противоположным концам вторичной обмотки.

13. Система по п. 8, отличающаяся тем, что продолжительность горения искры представляет собой промежуток времени от момента прекращения тока в первичной обмотке до момента, когда электрическая характеристика измерительного резистора по истечении времени подачи питания на первичную обмотку меняет знак с положительного на отрицательный.

14. Способ контроля свечи зажигания, в котором заряжают катушку зажигания, обеспечивающую подачу электрической энергии к свече зажигания; регулируют работу двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора, которую определяют во время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания, при этом измерительный резистор электрически связан с катушкой зажигания; и регулируют работу двигателя в зависимости от пропуска зажигания в двигателе, причем пропуск зажигания в двигателе основан на том факте, что промежуток времени, определяемый от момента прекращения подачи питания на первичную обмотку до момента, когда напряжение на измерительном резисторе изменяется с положительного на отрицательное, меньше пороговой продолжительности.

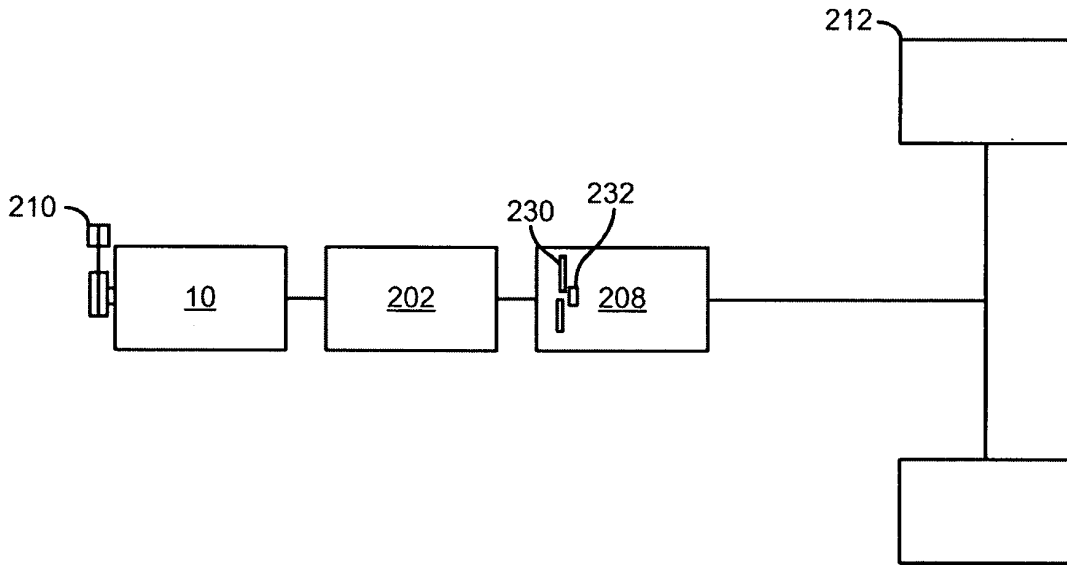
15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что время подачи питания на первичную обмотку катушки зажигания является временем зарядки катушки зажигания, при этом указанная электрическая характеристика представляет собой напряжение, а измерительный резистор электрически связан с вторичной обмоткой катушки зажигания.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что измерительный резистор электрически соединен последовательно с вторичной обмоткой катушки зажигания и с искровой свечой зажигания.

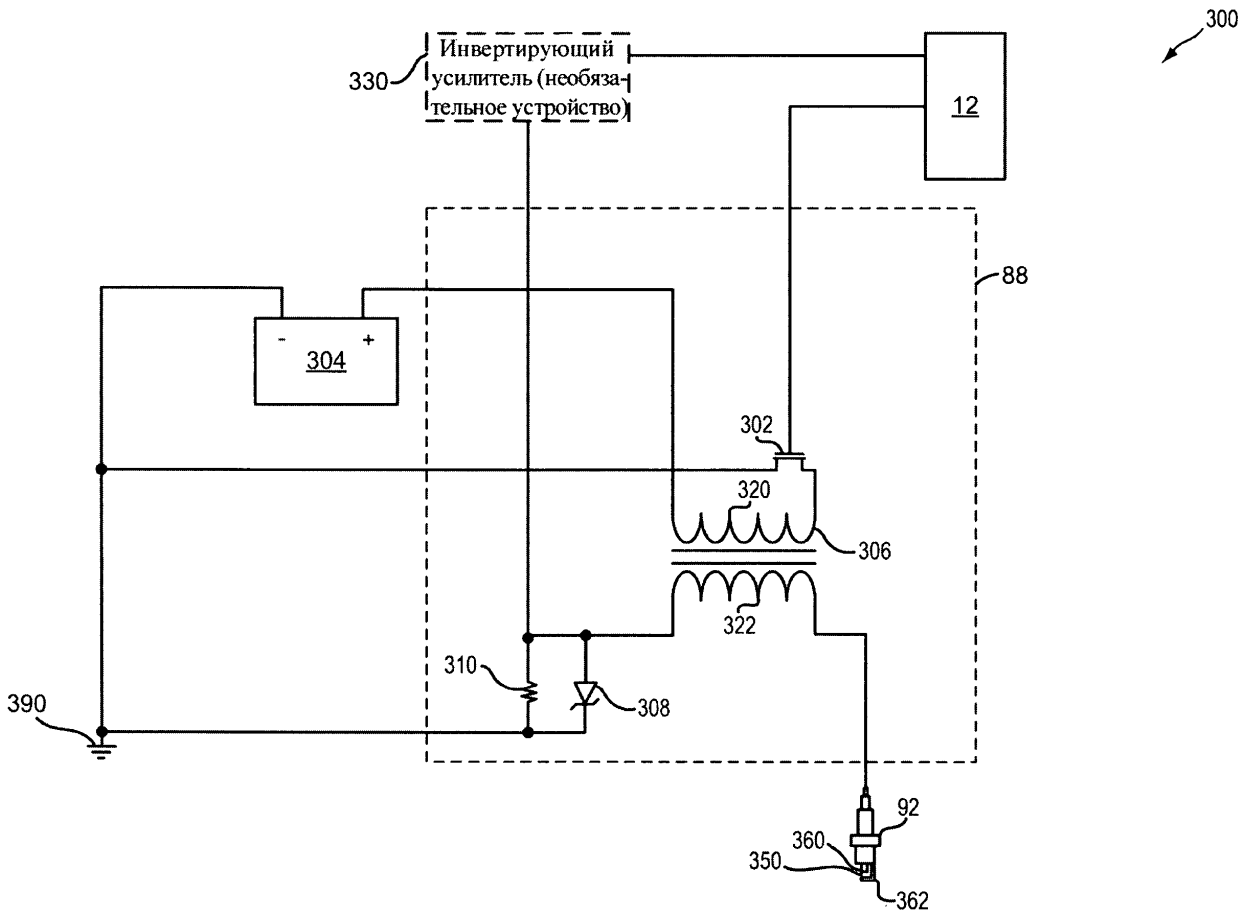
17. Способ по п. 14, отличающийся тем, что регулирование работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора содержит сдвиг воздушно-топливного отношения в двигателе в сторону обеднения.

18. Способ по п. 14, отличающийся тем, что регулирование работы двигателя в зависимости от электрической характеристики измерительного резистора содержит увеличение нагрузки, прикладываемой к двигателю.

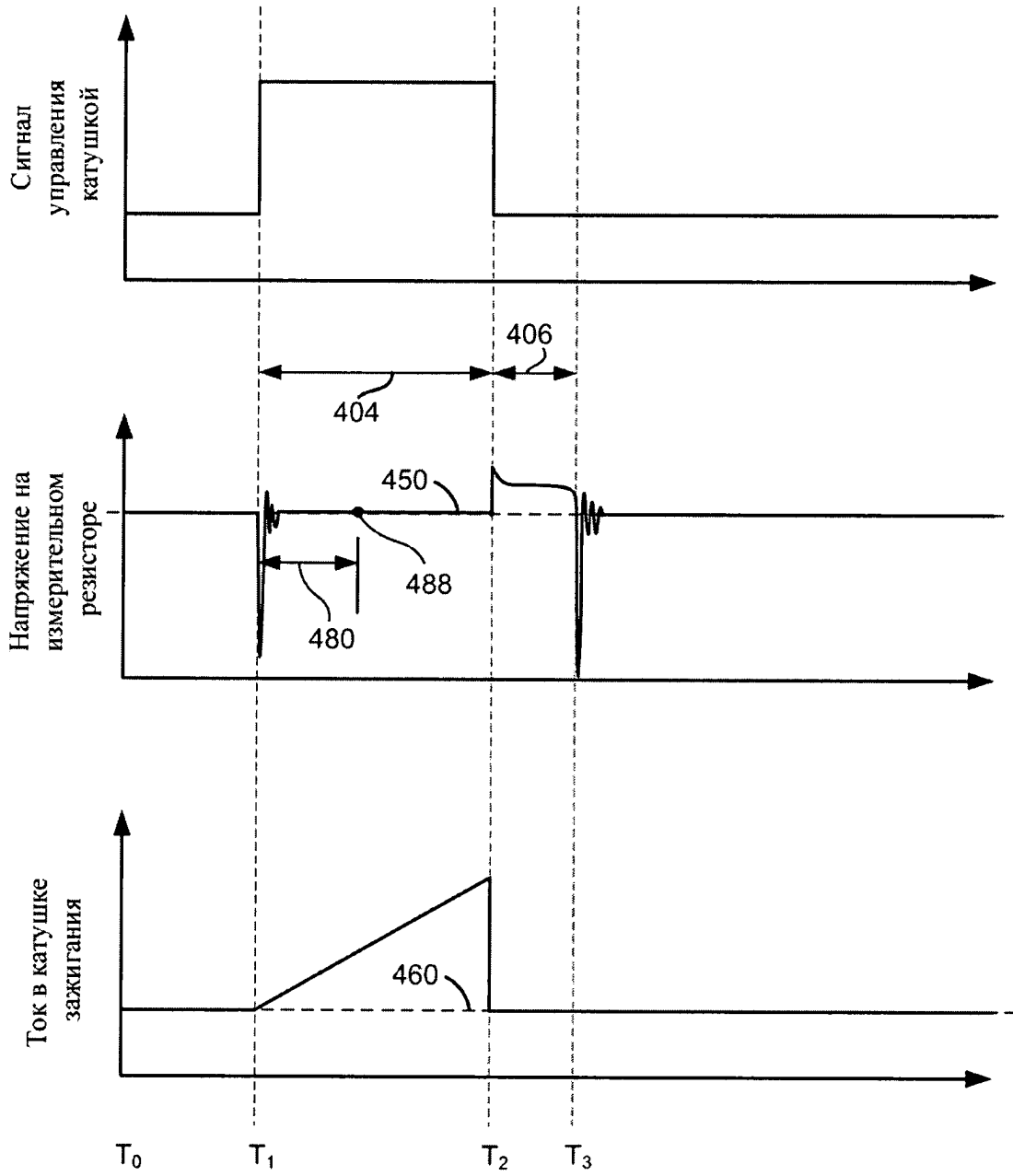
200



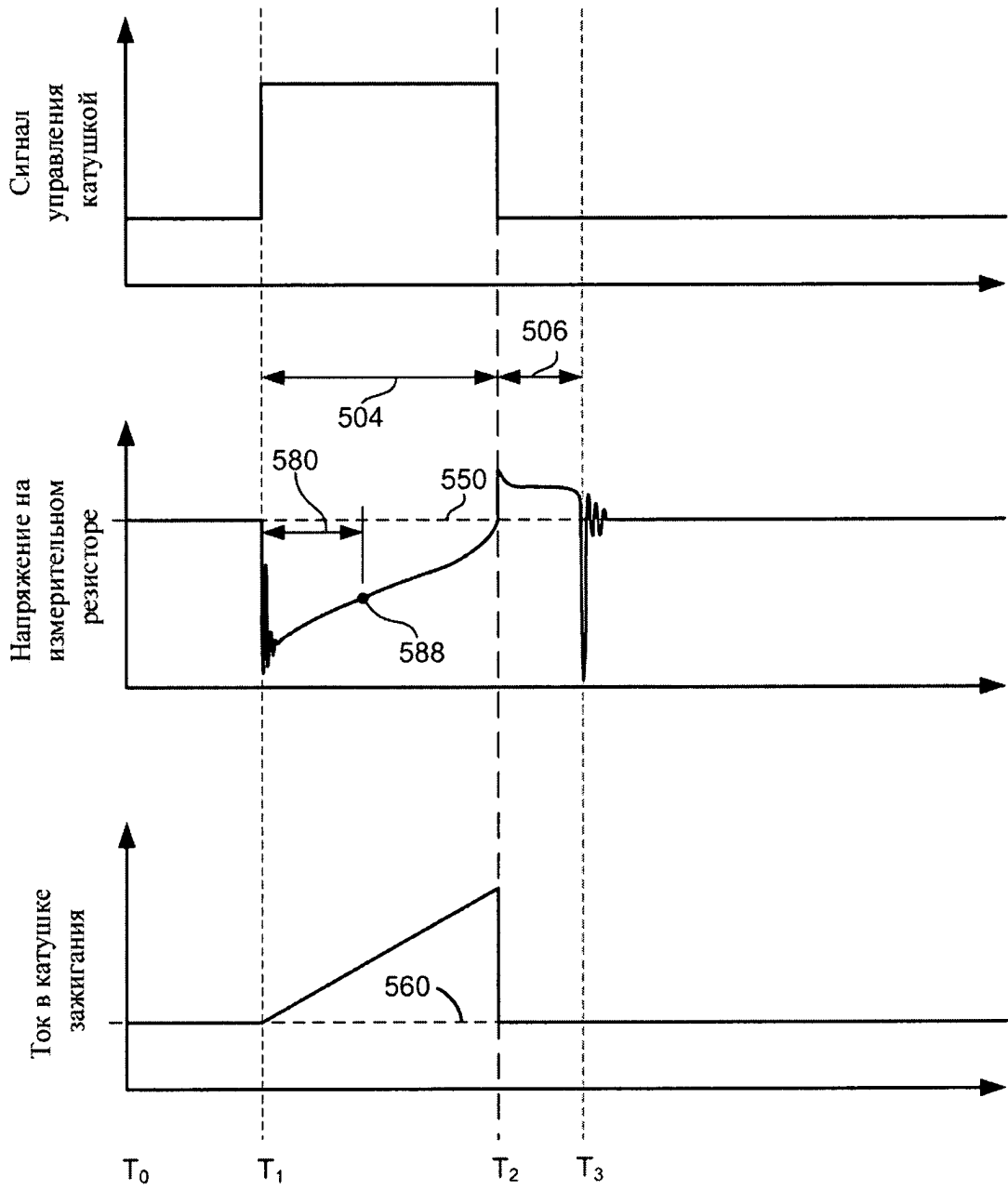
ФИГ. 2



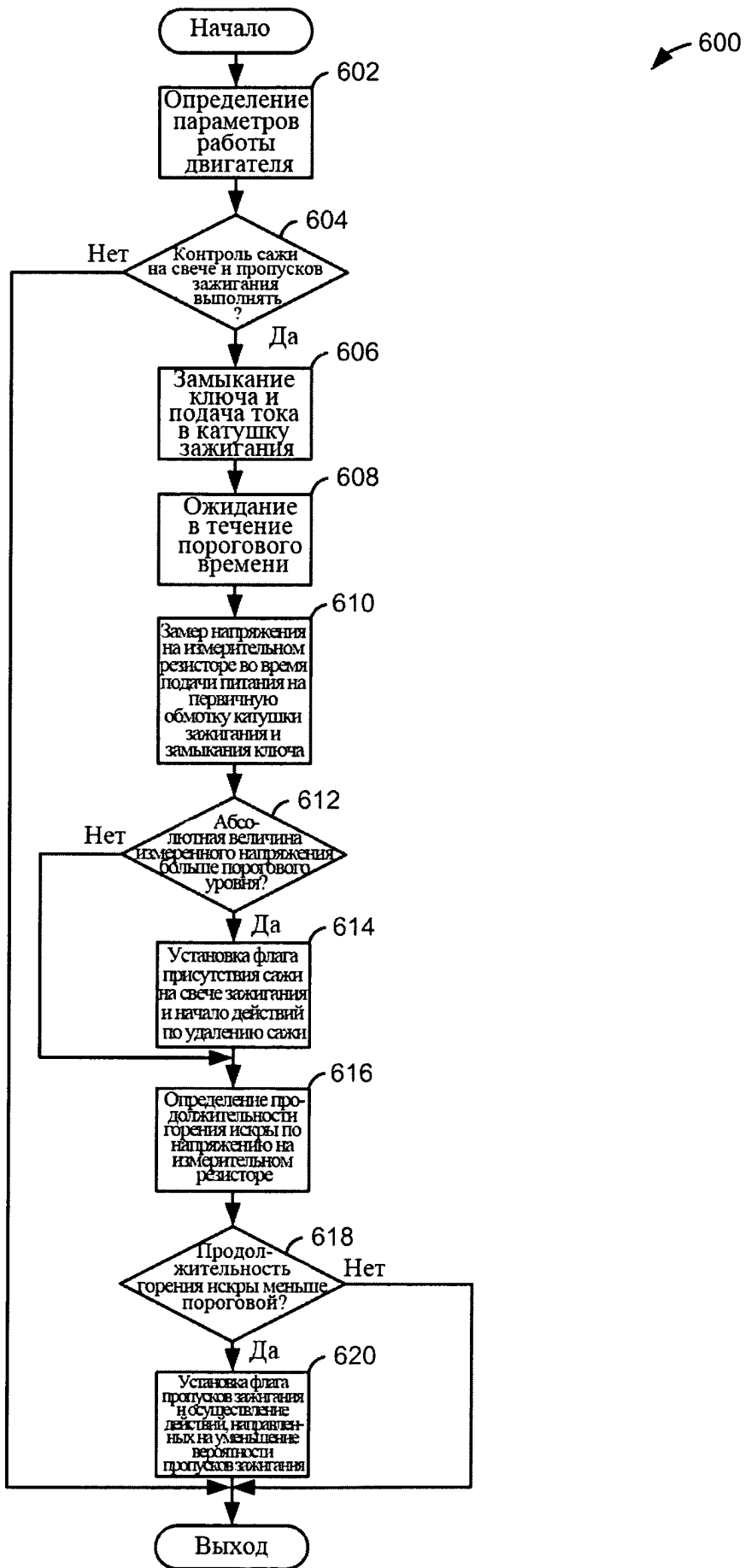
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6