



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002119203/06, 16.12.2000
 (24) Дата начала действия патента: 16.12.2000
 (30) Приоритет: 04.04.2000 (пп.1-9,
 12) DE 10016648.2
 05.12.2000 (пп.10,
 11) DE 10060298.3
 (43) Дата публикации заявки: 20.01.2004
 (45) Опубликовано: 20.11.2005 Бюл. № 32
 (56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: DE 19739567 A1, 11.03.1999. RU
 2062891 C1, 27.06.1996. RU 2006610 C1,
 130.01.1994. SU 958679 A1, 15.09.1982. SU
 927129 A3, 07.05.1982. US 4708111 A,
 24.11.1987. EP 0937886 A3, 25.08.1999. US
 4730590 A, 15.03.1988.
 (85) Дата перевода заявки PCT на национальную
 фазу: 18.07.2002
 (86) Заявка PCT:
 DE 00/04469 (16.12.2000)
 (87) Публикация PCT:
 WO 01/44644 (21.06.2001)
 Адрес для переписки:
 101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,
 кв.15, "ЕВРОМАРКПАТ", пат.пов.
 И.А.Веселицкой, рег. №11

(72) Автор(ы):
 ВИЛЬД Эрнст (DE),
 КАЙЗЕР Лилиан (DE),
 НИКОЛАОУ Михаэль (DE),
 ХЕСС Вернер (DE),
 ЙЕССЕН Хольгер (DE),
 КИНД Вернер (DE)
 (73) Патентообладатель(ли):
 РОБЕРТ БОШ ГМБХ (DE)

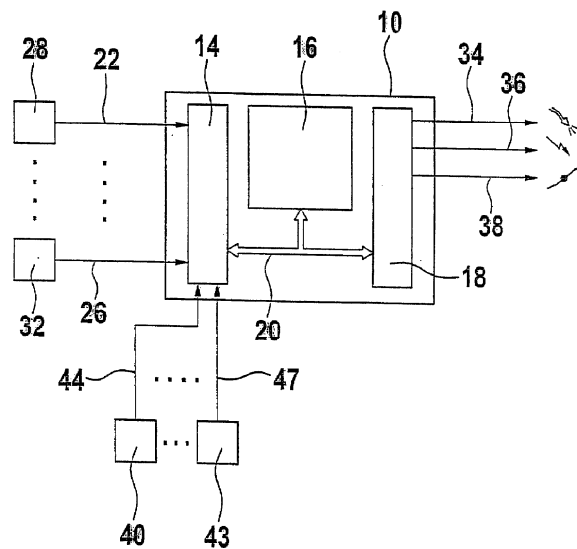
(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМ АГРЕГАТОМ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к двигателестроению, в частности к способам и устройствам управления силовым агрегатом. Изобретение позволяет повысить точность управления силовым агрегатом двигателя внутреннего сгорания. При осуществлении способа управления силовым агрегатом транспортного средства в зависимости от заданной величины некоторого выходного параметра силового агрегата регулируют по меньшей мере один регулируемый параметр силового агрегата. Помимо по меньшей мере одной

заданной величины выходного параметра силового агрегата передают также заданное значение, характеризующее динамику установки на эту заданную величину, и в зависимости от указанной заданной величины и указанного дополнительного заданного значения выбирают по меньшей мере один регулируемый параметр. По меньшей мере одно дополнительное заданное значение представляет собой заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на заданную величину. Устройство управления силовым агрегатом транспортного

средства имеет блок управления, который формирует по меньшей мере одну заданную величину выходного параметра этого силового агрегата, в зависимости от которой этот блок воздействует по меньшей мере на один регулируемый параметр силового агрегата. В предусмотренный в блоке управления микрокомпьютер заложена программа, в которую помимо указанной заданной величины поступает дополнительная заданная величина, характеризующая требуемую динамику установки выходного параметра на первую заданную величину и которая в зависимости от обеих этих величин выбирает изменяемый регулируемый параметр. Дополнительная заданная величина представляет собой заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на первую заданную величину. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2002119203/06, 16.12.2000**
(24) Effective date for property rights: **16.12.2000**
(30) Priority: **04.04.2000 (cl.1-9, 12) DE 10016648.2**
05.12.2000 (cl.10, 11) DE 10060298.3
(43) Application published: **20.01.2004**
(45) Date of publication: **20.11.2005 Bull. 32**
(85) Commencement of national phase: **18.07.2002**
(86) PCT application:
DE 00/04469 (16.12.2000)
(87) PCT publication:
WO 01/44644 (21.06.2001)
Mail address:
101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10,
kv.15, "EVROMARKPAT", pat.pov.
I.A.Veselitskoj, reg. №11

(72) Inventor(s):
VIL'D Ehrnst (DE),
KAJZER Lilian (DE),
NIKOLAOU Mikhaehl' (DE),
KhESS Verner (DE),
JESSEN Khol'ger (DE),
KIND Verner (DE)
(73) Proprietor(s):
ROBERT BOSch GMBKh (DE)

(54) METHOD OF AND DEVICE TO CONTROL VEHICLE POWER UNIT

(57) Abstract:

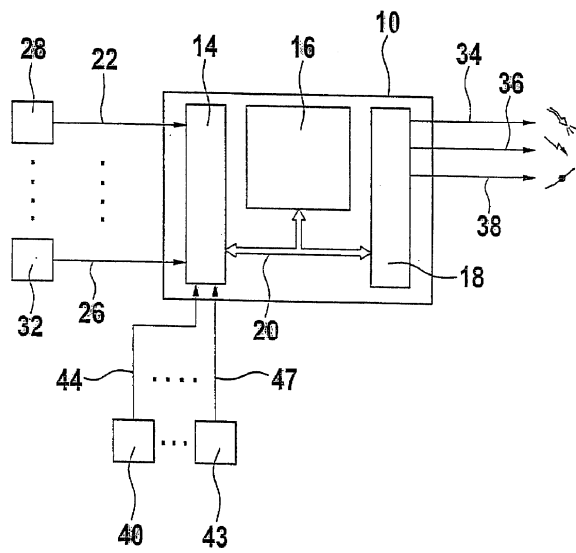
FIELD: mechanical engineering; engines.

SUBSTANCE: according to proposed method, at least one controlled parameter of power unit is regulated depending on preset value of some output parameter of power unit. In addition to at least one preset value of output parameter of power unit, preset value characterizing dynamics of setting to said value is also transmitted and, depending on said preset value and additional preset value, at least one controlled parameter is chosen. At least one additional preset value is preset time during which output parameter should set at preset value. Proposed control device of vehicle power unit has control unit

which forms at least one preset value of output parameter of this power unit depending on which said unit acts onto at least one controlled parameter of power unit. Microcomputer of said control unit has program into which, apart from preset value, additional preset value is fed characterizing required dynamics of setting of output parameter to first preset value and which, depending on these two values, chooses variable controlled parameter. Additional preset value is essentially preset time during which output parameter should set at first preset value.

EFFECT: improved accuracy of control of power unit of internal combustion engine.

12 cl, 8 dwg



ФИГ. 1

Настоящее изобретение относится к способу и устройству управления силовым агрегатом транспортного средства.

Из заявки DE 19739567 A1 известны способ и соответствующее устройство для управления силовым агрегатом транспортного средства, при осуществлении которого в зависимости от заданной величины некоторого выходного параметра силового агрегата регулируют по меньшей мере один регулируемый параметр силового агрегата, при этом помимо по меньшей мере одной заданной величины выходного параметра силового агрегата передают также заданное значение, характеризующее динамику установки на эту заданную величину, и в зависимости от указанной заданной величины и указанного дополнительного заданного значения выбирают по меньшей мере один регулируемый параметр. При осуществлении этого способа на предусмотренные конструкцией транспортного средства исполнительные органы подаются различные управляющие воздействия, которые иногда могут противоречить друг другу. Так, например, управление работой силового агрегата транспортного средства осуществляется на основании задаваемого водителем режима движения, а также на основании различных заданных значений, задаваемых внешними и/или внутренними системами регулирования и управления, такими, например, как противобуксовочная система, система регулирования тягового момента, развиваемого двигателем, система управления коробкой передач, система ограничения частоты вращения вала двигателя и/или скорости движения автомобиля и/или система регулирования частоты вращения при холостом ходе. Для согласования таких управляющих воздействий, т.е. для определения одного из заданных значений, на которое должен установиться тот или иной рабочий параметр, согласно известному решению путем выбора максимального или минимального значения из всех поступивших на обработку заданных значений выбирается то заданное значение, на которое путем изменения отдельных регулируемых параметров силового агрегата в текущем рабочем режиме устанавливают рабочий параметр. Применительно к двигателю внутреннего сгорания (ДВС) такими регулируемыми параметрами предпочтительно являются, например, степень наполнения цилиндров, угол опережения зажигания и/или количество впрыскиваемого топлива. При этом преобразование заданных значений в управляющие воздействия осуществляется среди прочего с учетом источника заданного значения. Так, в частности, для установки с помощью сравнительно медленнодействующего управляющего наполнением цилиндров тракта и с помощью сравнительно быстродействующего управляющего опережением зажигания формируются различные заданные значения, что ограничивает гибкость процесса управления с точки зрения выбора регулируемых параметров для преобразования заданного значения в управляющее воздействие.

В соответствии с изобретением предлагается в качестве дополнительного заданного значения, характеризующего динамику установки выходного параметра на заданную величину, использовать заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на указанную заданную величину. Выходным параметром силового агрегата предпочтительно является крутящий момент, а заданной величиной соответственно - заданное значение крутящего момента.

Особое преимущество предлагаемого в изобретении решения состоит в том, что преобразование заданного значения на основании непрерывно изменяющегося времени установки позволяет более точно задавать и преобразовывать задающие воздействия.

Благодаря установке того или иного рабочего параметра на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта и задействованию при необходимости быстродействующих управляющих трактов, по которым регулируются такие параметры, как опережение зажигания и отключение подачи топлива, выбор конкретного управляющего тракта, т.е. тракта управления определенным исполнительным органом силового агрегата, обеспечивающим установку рабочего параметра на заданное значение, не зависит от источника заданного значения. Помимо этого, за счет оптимального использования крутящего момента, обеспечиваемого регулированием с помощью

управляющего наполнением цилиндров тракта, удастся повысить суммарный коэффициент полезного действия (к.п.д.) силового агрегата. Выбор задействуемого управляющего тракта в зависимости от рабочей точки силового агрегата позволяет более эффективно использовать потенциал по дополнительной оптимизации к.п.д. прежде всего при высоких частотах вращения. Связано это с тем, что приводящие к снижению к.п.д. воздействия, направленные на изменение угла опережения зажигания и/или количества впрыскиваемого топлива, выдаются только в тех случаях, когда рабочий параметр невозможно установить на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта.

Использование для принятия решения о необходимости задействования

быстродействующих управляющих трактов для установки рабочего параметра на заданное значение простой модели впускного трубопровода, основанной на применении лишь небольшого количества параметров, позволяет избежать дополнительных затрат прежде всего при практической реализации предлагаемого в изобретении решения и вместе с тем обеспечить точность, требуемую для принятия решения о необходимости задействования того или иного управляющего тракта в зависимости от времени установки на заданное значение.

Использование специальной интерполирующей функции для определения того заданного значения, на которое должен установиться рабочий параметр с помощью управляющего опережением зажигания тракта, позволяет при положительном изменении нагрузки, сопровождающимся быстрым увеличением крутящего момента, избежать излишнего изменения угла опережения зажигания в сторону более позднего, тогда как при отрицательном изменении нагрузки применение линейной интерполяции позволяет устанавливать угол опережения зажигания на значение, при котором обеспечивается наивысший к.п.д.

В частных случаях осуществления предлагаемого способа в зависимости от заданной величины может формироваться заданное значение, в зависимости от которого регулируют регулируемый параметр, обеспечивающий работу силового агрегата в стационарном режиме, тогда как при необходимости соответствующего динамического изменения режима работы дополнительно в зависимости от некоторого заданного значения, полученного на основании заданной величины, может быть предусмотрено регулирование еще одного регулируемого параметра, обеспечивающего быстрое изменение выходного параметра.

Регулируемым параметром, обеспечивающим работу в стационарном режиме, может являться наполнение цилиндров ДВС или количество впрыскиваемого топлива в случае ДВС с непосредственным впрыскиванием бензина, а дополнительным регулируемым параметром, обеспечивающим быстрое изменение выходного параметра, - угол опережения зажигания и/или отключение впрыскивания топлива в отдельные цилиндры.

В том случае когда выходной параметр невозможно установить на заданную величину за заданное время регулированием первого регулируемого параметра, может быть выдано разрешение на изменение дополнительного регулируемого параметра.

Время, необходимое для установки выходного параметра на заданную величину, может определяться в зависимости от текущего режима работы силового агрегата и, если рассчитанное время превышает заданное время, в течение которого выходной параметр должен установиться на заданную величину, может быть выдано разрешение на изменение дополнительного регулируемого параметра для установки выходного параметра на заданную величину.

Разрешение на отключение впрыскивания топлива в отдельные цилиндры может быть выдано в том случае, когда выходной параметр невозможно установить на заданную величину изменением угла опережения зажигания и изменением степени наполнения цилиндров.

Разрешение на изменение угла опережения зажигания может быть выдано также в том случае, когда необходимо обеспечить некоторый запас крутящего момента, когда активизирована функция по предотвращению движения автомобиля рывками или когда активизирована функция по обеспечению максимальной комфортабельности езды либо в

случае, когда заданное значение крутящего момента меньше того минимального значения, на которое крутящий момент можно установить регулированием степени наполнения цилиндров.

5 Заданная величина, предназначенная для управления силовым агрегатом при его работе в стационарном режиме, может определяться в зависимости от заданного значения крутящего момента, от предполагаемого значения крутящего момента, сформированного на основании не подвергнутого фильтрации задаваемого водителем крутящего момента, или от необходимого запаса крутящего момента.

10 Заданное значение для дополнительного регулируемого параметра может вычисляться по меньшей мере при изменениях нагрузки, сопровождающихся увеличением крутящего момента, с учетом динамических свойств впускного трубопровода.

При выборе регулируемого параметра может использоваться модель, позволяющая по меньшей мере приблизительно смоделировать динамические свойства впускного трубопровода.

15 Еще одним объектом изобретения является устройство управления силовым агрегатом транспортного средства, которое, как и его ближайший аналог, имеет блок управления, который формирует по меньшей мере одну заданную величину выходного параметра этого силового агрегата, в зависимости от которой этот блок воздействует по меньшей мере на один регулируемый параметр силового агрегата, при этом в предусмотренный в блоке
20 управления микрокомпьютер заложена программа, в которую помимо указанной заданной величины поступает дополнительная заданная величина, характеризующая требуемую динамику установки выходного параметра на первую заданную величину и которая в зависимости от обеих этих величин выбирает изменяемый регулируемый параметр. В соответствии с изобретением дополнительная заданная величина, характеризующая
25 требуемую динамику установки выходного параметра на первую заданную величину, представляет собой заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на указанную заданную величину.

Ниже изобретение более подробно рассмотрено на примере некоторых вариантов его осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых показано:

30 на фиг.1 - общая схема устройства управления силовым агрегатом,
на фиг.2 - схема, поясняющая процесс согласования поступающих на обработку заданных значений и их свойств, а также процесс их преобразования в управляющие воздействия,

на фиг.3-5 - блок-схемы, иллюстрирующие предпочтительный вариант осуществления
35 процесса преобразования заданных значений и соответствующих им значений времени установки в управляющие воздействия для отдельных управляющих трактов,

на фиг.6 - временные диаграммы, на которых представлены характеристики изменения фактического крутящего момента при использовании предлагаемого в изобретении подхода в различных рабочих ситуациях,

40 на фиг.7 - временная диаграмма, относящаяся к предпочтительному варианту реализации динамической модели,

на фиг.8 - схема, поясняющая предпочтительный вариант осуществления процесса выбора заданного значения, на которое необходимо установить рабочий параметр с помощью быстродействующего управляющего тракта.

45 На фиг.1 схематично изображено устройство управления силовым агрегатом, прежде всего двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Это устройство имеет блок 10 управления, в состав которого входят входной контур 14, по меньшей мере один процессор 16 и выходной контур 18. Эти компоненты соединены между собой системой 20 связи, предназначенной для взаимного обмена данными между ними. К входному контуру 14
50 блока 10 управления подведены входные линии 22-26, которые в предпочтительном варианте выполнены в виде шинной системы и по которым в блок 10 управления поступают различные сигналы, которые характеризуют различные рабочие параметры, подвергаемые необходимой для управления силовым агрегатом обработке. Эти сигналы поступают от

различных измерительных устройств 28-32. Указанными рабочими параметрами являются положение педали акселератора, частота вращения вала двигателя, нагрузка двигателя, состав отработавших газов (ОГ), температура двигателя и иные величины. С помощью выходного контура 18 блок 10 управления управляет развиваемой силовым агрегатом мощностью. Для этой цели предусмотрены условно показанные на фиг.1 выходные линии 34, 36 и 38, предназначенные для управления количеством впрыскиваемого топлива, углом опережения зажигания (моментом зажигания) в системе зажигания ДВС и/или положением по меньшей мере одной дроссельной заслонки с электроприводом, предназначенной для регулирования количества подаваемого в ДВС воздуха. Помимо описанных выше входных величин во входной контур 14 поступают и иные входные величины от других систем управления транспортным средством и, в частности, различные задаваемые значения, например заданные значения крутящего момента (см. поз.40-43 и линии 44-47). В качестве примера таких систем управления можно назвать противобуксовочные системы, системы регулирования динамики автомобиля, системы управления коробкой передач, системы регулирования тягового момента, развиваемого двигателем, и иные системы. По указанным управляющим трактам (т.е. трактам управления исполнительными органами) регулируется подача воздуха в ДВС, момент зажигания в отдельных цилиндрах, количество впрыскиваемого топлива, начало впрыскивания и/или соотношение между воздухом и топливом в горючей смеси и иные параметры. Наряду с описанными выше заданными величинами, так называемыми внешними задаваемыми величинами, к которым относится также задаваемое водителем воздействие в виде задаваемого им режима движения и/или ограничение скорости движения автомобиля, для управления силовым агрегатом используются также внутренние задаваемые или заданные величины, например изменение крутящего момента системой регулирования частоты вращения при холостом ходе, ограничение частоты вращения, при котором выдается соответствующее заданное значение, ограничение скорости изменения крутящего момента, различные ограничения, вводимые для защиты узлов и деталей от их интенсивного износа и выхода из строя, и/или величина, отдельно задаваемая для периода пуска и прогрева двигателя.

С отдельными задаваемыми величинами связаны соответствующие граничные условия или свойства, соответственно качества, определяющие характер преобразования этих задаваемых величин. При этом в зависимости от конкретного применения с одной задаваемой величиной могут быть связаны одно или несколько таких свойств, и поэтому под термином "свойства" или "качества" в одном из предпочтительных вариантов понимается вектор свойств или качеств, который содержит различные качественные или характеризующие конкретные свойства параметры. К свойствам заданных или задаваемых значений относятся, например, необходимая динамика изменения фактического значения в сторону заданного значения, присвоенный заданному значению приоритет, величина устанавливаемого запаса крутящего момента и/или степень комфортабельности езды при регулировании (например, ограничение скорости изменения того или иного рабочего параметра). В одном из предпочтительных вариантов присутствуют все указанные свойства. В других вариантах может присутствовать большее или меньшее количество таких свойств и даже только одно из них.

Каждому задаваемому или заданному значению крутящего момента в качестве его свойства предпочтительно ставить в соответствие время установки, в течение которого крутящий момент должен установиться на такое задаваемое или заданное значение. Помимо этого предварительно определяют также предполагаемое заданное значение крутящего момента, которое в основном соответствует не подвергнутому фильтрации задаваемому водителем значению и внешнему запасу крутящего момента, предусмотренному для дополнительного оборудования, такого как компрессор кондиционера, генератор, гидротрансформатор и т.д., и в котором учитывается также внутренний запас крутящего момента, предусмотренный, например, для регулятора частоты вращения при холостом ходе, для прогрева каталитического нейтрализатора ОГ и т.д. Это предполагаемое значение крутящего момента учитывается при преобразовании

заданного значения крутящего момента в значение по меньшей мере одного регулируемого параметра силового агрегата.

В других вариантах вместо заданных значений крутящего момента можно использовать и иные величины, которые также характеризуют выходные параметры силового агрегата, такие как мощность, частота вращения и т.п.

На фиг.2 показана схема, иллюстрирующая выполнение соответствующей программы процессором 16 блока управления. На примере этой схемы поясняется процесс согласования и преобразования задаваемых или заданных значений, а также их свойств. На вход процессора 16 поступает величина, характеризующая положение β педали акселератора. Эта величина на условно представленном в виде блока 100 шаге вычислений преобразуется процессором, при необходимости с учетом других рабочих параметров, таких как частота вращения вала двигателя, в значение задаваемого водителем крутящего момента $MiFA$, которое поступает далее в координатор 102. Помимо этого, на вход процессора 16 поступают и иные - внешние - заданные значения крутящего момента $Mil-MiN$, которые также подаются в координатор 102. Вместе с каждым таким заданным значением крутящего момента передаются поступающие в координатор 102 выбранные качественные параметры $el-eN$ (соответственно векторы свойств, состоящие из отдельных качественных параметров). Кроме того, предусмотрены внутренние функции 110, которые либо также выдают поступающие в координатор 102 заданные значения крутящего момента с соответствующими качественными параметрами, либо задают предельные значения $Mlim$ для заданных значений крутящего момента, соответственно предельные значения $egrenz$ для качественных параметров, которые (предельные значения) также поступают в координатор 102 и которые учитываются при согласовании заданных значений и значений качественных величин. Выходными величинами, выдаваемыми координатором 102, являются результирующее заданное значение крутящего момента $MiSOLL$, на которое в конечном итоге должен установиться фактический крутящий момент, а также выбранный(-ые) из входных качественных параметров с учетом предельных значений результирующий(-ие) качественный(-ые) параметр(-ы) $eSOLL$, определяющий(-ие) граничные условия, которые должны быть соблюдены при изменении фактического значения на заданное значение. Указанные выходные величины поступают в преобразователь 104, в который подаются также значения других рабочих параметров, таких, например, как частота вращения вала двигателя и т.п. В этом преобразователе заданное значение крутящего момента $MiSOLL$ преобразуется с учетом остальных поступивших в него значений рабочих параметров и результирующего(-их) качественного(-ых) параметра(-ов) $eSOLL$ в управляющие воздействия. Эти управляющие воздействия регулируют дозирование топлива, угол опережения зажигания, подачу воздуха и т.д., обеспечивая тем самым установление фактического крутящего момента на заданное значение $MiSOLL$ с соблюдением условий, определяемых результирующим(-ми) свойством(-ами).

Выбор управляющих трактов для преобразования заданного значения крутящего момента в управляющее воздействие осуществляется, как это более подробно описано ниже, независимо от источника запроса на изменение крутящего момента только на основании информации о динамике изменения крутящего момента на заданное значение (т.е. на основании времени установки крутящего момента на заданное значение). При этом сначала определяют, возможно ли изменение крутящего момента на заданное значение с требуемой динамикой только с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта. Такое решение принимается согласно предпочтительному варианту с учетом текущей рабочей точки и величины требуемого изменения крутящего момента на основании соответствующей многопараметровой характеристики, при необходимости путем интерполяции выбранного по этой характеристике минимального значения времени установки на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта. Поэтому наиболее важной входной величиной является указанная выше и поступившая вместе с заданным значением крутящего момента информация о динамике его изменения,

которая может представлять собой либо значение необходимого времени установки, в течение которого крутящий момент должен установиться на заданное значение, либо запрос в виде логической переменной (высокодинамичное изменение, динамичное изменение, медленное изменение). Подобная информация интерпретируется как

5 дополнительное задаваемое значение, которое необходимо обеспечить с учетом имеющихся граничных условий, прежде всего с учетом текущего режима работы силового агрегата.

Если требуемое время установки, задаваемое качественной входной величиной, меньше времени установки на заданное значение с помощью управляющего подачей воздухом

10 тракта, т.е. когда обеспечить требуемую динамику воздействием только на управляющий наполнением цилиндров тракт невозможно, выдается разрешение на задействование управляющего опережением зажигания тракта и тем самым на изменение угла опережения зажигания. Помимо этого, такое разрешение на изменение угла опережения зажигания, соответственно на задействование управляющего опережением зажигания тракта,

15 выдается и в том случае, когда при наличии дополнительных требований необходимо изменение эффективности угла опережения зажигания, т.е., например, в том случае, когда для внешних или внутренних систем требуется обеспечить необходимый запас крутящего момента в качестве меры, упреждающей быстрое увеличение крутящего момента, либо когда активизированы непосредственно влияющие на к.п.д. функции, такие

20 как прогрев каталитического нейтрализатора, обеспечиваемый за счет изменения момента зажигания в сторону позднего. При задействованном управляющем опережением зажигания тракте допускается снижение к.п.д., обусловленное изменением угла опережения зажигания. Если же разрешение на задействование управляющего опережением зажигания тракта не выдается, то угол опережения зажигания регулируется в

25 соответствии с заданной многопараметровой характеристикой для его установки на оптимальное значение, при котором крутящий момент имеет максимальное для заданной рабочей точки значение.

При задействованном управляющем опережением зажигания тракте задается значение, на которое необходимо установить крутящий момент его изменением с помощью такого

30 управляющего опережением зажигания тракта. Для этого при направленных на уменьшение крутящего момента задающих воздействиях через определенные промежутки времени, соответствующие моментам зажигания, выдается заданное значение крутящего момента, полученное интерполяцией на участке между фактическим значением крутящего момента и заданным значением, на которое крутящий момент должен установиться за

35 заданное время установки. При использовании подобной интерполяции предпочтение всегда отдается управляющему наполнению цилиндров тракту исходя из обусловленной наличием некоторой задержки в этом тракте характеристики изменения крутящего момента, поскольку интерполированное заданное значение крутящего момента лежит выше этой характеристики. Иными словами, изменение крутящего момента

40 регулированием угла опережения зажигания происходит именно с той скоростью, которая необходима для соблюдения заданного времени установки при любых условиях. Наряду с изменением угла опережения зажигания для установки крутящего момента на заданное значение задействуется управляющий наполнением цилиндров тракт, т.е. на основании заданного для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта

45 значения крутящего момента задают управляющее воздействие для управления регулирующим подачу воздуха исполнительным органом, задействование которого и приводит к установке крутящего момента на заданное значение по управляющему наполнением цилиндров тракту. При направленных на повышение крутящего момента задающих воздействиях в качестве задаваемого для установки с помощью управляющего

50 опережением зажигания тракта значения крутящего момента выбирается максимальное значение среди полученного путем интерполяции описанным выше образом значения крутящего момента и базового крутящего момента, т.е. момента, регулируемого с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта, что позволяет избежать снижающих

крутящий момент воздействий, направленных на изменение угла опережения зажигания. В другом варианте с целью обеспечить необходимый запас крутящего момента (например, для прогрева каталитического нейтрализатора или при работе двигателя на холостом ходу) можно сохранять измененный в результате интерполяции в сторону позднего момент

5 зажигания.

Преобразование заданных значений крутящего момента осуществляется известным образом и состоит в преобразовании заданного для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значения с использованием для этой цели модели наполнения цилиндров в заданное значение для положения дроссельной заслонки, в

10 которое эта заслонка затем устанавливается с помощью соответствующего контура регулирования ее положения, тогда как заданное для установки с помощью управляющего опережением зажигания тракта значение преобразуется с учетом фактического значения крутящего момента в величину изменения угла опережения зажигания, на которую корректируется оптимальный угол опережения зажигания. При этом значения, заданные

15 для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта и с помощью управляющего опережением зажигания тракта, могут быть различными.

Решение о том, возможно ли соблюсти требуемое время установки на заданное значение с помощью управляющего подачей воздуха тракта или нет, принимается, как

20 указано выше, на основании таблицы или многопараметровой характеристики. При этом для определения рабочей точки двигателя используются параметры, характеризующие состояние управляющего наполнением цилиндров тракта (например, нагрузка или относительное наполнение цилиндров), а также частота вращения вала двигателя.

Еще одним управляющим трактом, с помощью которого можно обеспечить динамическое изменение крутящего момента, является управляющий подачей топлива

25 тракт и прежде всего его функция по отключению впрыскивания бензина в отдельные цилиндры. Решение о задействовании такой функции по отключению впрыскивания также принимается на основании поступающей вместе с заданным значением информации о динамике (времени установки). При этом разрешение на активизацию подобной функции по отключению впрыскивания выдается лишь при условии, что заданное значение, на которое

30 крутящий момент должен установиться с требуемой динамикой, меньше того значения, на которое крутящий момент можно установить в течение этого времени установки с помощью управляющего подачей воздуха и управляющего опережением зажигания трактов.

Подобная величина также определяется на основании таблицы или многопараметровой характеристики. Таким образом, управляющий отключением впрыскивания тракт является

35 последним из активизируемых управляющих трактов для установки крутящего момента на заданное значение за заданное время.

В приведенном выше описании предлагаемый в изобретении подход рассмотрен на примере работы ДВС в задросселированном режиме (т.е. с прикрытой дроссельной заслонкой). Наряду с этим режимом ДВС с непосредственным впрыскиванием бензина

40 могут также работать в другом - незадросселированном - режиме (в режиме с послойным смесеобразованием). В этом режиме использование управляющего наполнением цилиндров тракта для установки крутящего момента на заданное значение исключается. Вместе с тем, рассмотренная выше методика при соответствующей ее адаптации может использоваться и для управления двигателем, работающем в режиме с послойным

45 смесеобразованием. Обычно необходимую динамику изменения рабочего параметра на заданное значение в подобном режиме с послойным смесеобразованием с использованием для такого изменения управляющего тракта, обеспечивающего наиболее быструю установку на заданное значение, можно обеспечить регулированием количества впрыскиваемого топлива. Однако и в этом режиме дополнительно можно отключать

50 впрыскивание топлива в отдельные цилиндры, если установить крутящий момент на заданное значение за заданное время установки только за счет изменения количества впрыскиваемого топлива оказывается невозможным.

Рассмотренный выше подход предпочтительно реализовать в виде программы,

выполняемой процессором 16 блока 10 управления. На фиг.3-5 показаны блок-схемы, иллюстрирующие один из предпочтительных вариантов такой программы. Такая программа, соответственно программы, алгоритмы которых представлены на указанных чертежах, выполняются в функции времени, предпочтительно в функции частоты вращения вала двигателя.

На первом шаге 200 показанной на фиг.3 программы вводятся входные величины, на основании которых в дальнейшем заданные значения преобразуются в управляющие воздействия и которыми в данном случае являются заданное значение крутящего момента MSOLL, заданное время установки TSOLL, а также предполагаемое значение крутящего момента MPRÄD. При этом последняя величина обычно представляет собой не подвергнутое фильтрации задаваемое водителем значение и характеризует, таким образом, величину, на которую в будущем предположительно должен установиться крутящий момент, поскольку задаваемое водителем значение крутящего момента может подвергаться фильтрации с целью обеспечить максимальную комфортабельность при движении автомобиля, соответственно может заменяться на другое значение или корректироваться со стороны внешних или внутренних функций и систем, влияющих на крутящий момент, таких как противобуксовочная система, различные ограничивающие крутящий момент функции и т.д. На следующем шаге 202 на основании поступившего на обработку заданного значения крутящего момента с учетом дополнительных функций, таких как функция по смягчению толчков, обусловленных резким изменением нагрузки, функция по демпфированию дроссельной заслонки или функция по обеспечению необходимого запаса крутящего момента, определяется заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значение крутящего момента MSOLLFÜ. Предпочтительный алгоритм определения заданного для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значения крутящего момента представлен на фиг.4 и более подробно рассмотрен ниже.

На следующем шаге 204 описанным выше образом, например на основании таблицы или многопараметровой характеристики, определяется время установки TIST, минимально необходимое для установки крутящего момента на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта. Затем на шаге 206 проверяется, превышает ли расчетное истинное время TIST заданное время установки TSOLL. Отрицательный ответ указывает на гарантированную возможность установки крутящего момента на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта за заданное время установки. В этом случае управляющий опережением зажигания тракт не задействуется. На следующем шаге 208 проверяется наличие или отсутствие дополнительных условий, при которых возможно задействование управляющего опережением зажигания тракта вне зависимости от результата, полученного на предыдущем шаге при сравнении значений времени установки. К подобным условиям относятся активизация функции по предотвращению движения автомобиля рывками, необходимость в обеспечении превышающего нулевое значение запаса крутящего момента, активизация функции по обеспечению комфортабельности езды, например функции по смягчению толчков, обусловленных резким изменением нагрузки, или функции по демпфированию дроссельной заслонки, и/или снижение заданного значения крутящего момента MSOLL ниже минимального значения крутящего момента MFÜMIN, который может быть установлен с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта. При наличии одного из таких условий на следующем шаге 210 выдается разрешение на задействование управляющего опережением зажигания тракта, в противном случае после шага 210 выполнение всей программы также завершается и возобновляется в соответствующий момент времени.

Если же на шаге 206 будет установлено, что минимальное время установки, за которое крутящий момент может установиться на заданное значение с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта, превышает требуемое заданное время установки, то осуществляется переход к шагу 212, на котором выдается разрешение на задействование

управляющего опережением зажигания тракта. После этого на следующем шаге 214 также на основании таблиц или многопараметровых характеристик проверяется, можно ли установить крутящий момент на заданное значение за время установки TSOLL воздействием через управляющий наполнением цилиндров тракт и воздействием через

- 5 управляющий опережением зажигания тракт. Если это невозможно, то осуществляется переход к шагу 216, на котором выдается разрешение на задействование функции по отключению впрыскивания с целью обеспечить установку крутящего момента на заданное значение за заданное время установки. В противном случае, т.е. в случае, когда для установки крутящего момента на заданное значение оказывается достаточным
- 10 задействовать управляющий опережением зажигания тракт, выполнение программы после шага 214, соответственно шага 216 завершается и возобновляется в соответствующий момент времени. На шаге 214 на основании, например, многопараметровой характеристики определяется, возможно ли с учетом текущей рабочей точки силового агрегата изменить крутящий момент на заданное значение за заданное время регулированием опережения
- 15 зажигания. Если скорость изменения крутящего момента на заданное значение регулированием опережения зажигания оказывается слишком низкой или же если регулирование опережения зажигания не обеспечивает изменение крутящего момента на необходимую величину, задействуется функция по отключению впрыскивания.

- На фиг.4 показана предпочтительная последовательность операций, выполняемых на
- 20 представленном на фиг.3 шаге 202, в соответствии с которой заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значение крутящего момента MSOLLFÜ определяется среди прочего и на основании исходного заданного значения крутящего момента. На первом шаге 2020 проверяется, активизирована ли функция по смягчению толчков, обусловленных резким изменением нагрузки. Эта функция
- 25 активизируется при смене нагрузки силового агрегата, например при смене режима принудительного холостого хода на режим создания тяговой силы. Когда подобная функция активизирована, заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значение крутящего момента MSOLLFÜ определяется на основании
- 30 многопараметровой характеристики в зависимости от включенной передачи GANG и заданного значения крутящего момента MSOLL (шаг 2022). На следующем шаге 2024 определенное таким путем заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значение крутящего момента MSOLLFÜ при необходимости ограничивается некоторым максимальным или минимальным значением,
- 35 при этом максимальное значение соответствует предполагаемому значению крутящего момента MPRÄD, которое в основном представляет собой не подвергнутое фильтрации задаваемое водителем значение крутящего момента, а за минимальное значение принимается заданное значение крутящего момента MSOLL.

- После этого осуществляется переход к шагу 204 программы, алгоритм которой представлен на фиг.3. Если же на шаге 2020 будет установлено, что функция по
- 40 смягчению толчков, обусловленных резким изменением нагрузки, не активизирована, то осуществляется переход к шагу 2026, на котором проверяется, активизирована ли функция по демпфированию дроссельной заслонки. Эта функция активизируется в том случае, когда водитель "сбрасывает газ", резко отпуская педаль акселератора, вслед за чем такая функция демпфирования дроссельной заслонки сглаживает изменение крутящего момента
- 45 при переходе от состояния с нажатой педалью акселератора к состоянию с полностью отпущенной педалью акселератора. Если эта функция активизирована, осуществляется переход к шагу 2028, на котором заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значение крутящего момента MSOLLFÜ задается в виде функции предполагаемого значения крутящего момента MPRÄD и фильтра Т. Подобный
- 50 фильтр предпочтительно представляет собой фильтр нижних частот первого порядка. Затем на следующем шаге 2029 указанное заданное значение крутящего момента MSOLLF Ü ограничивается некоторым максимальным значением, которое представляет собой частное от деления заданного значения крутящего момента MSOLL на минимальную

эффективность угла опережения зажигания. После этого осуществляется переход к шагу 204, показанному на фиг.3. Если же и функция по демпфированию дроссельной заслонки не активизирована, то в качестве заданного для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта значения крутящего момента $MSOLLFÜ$ выбирается

5 максимальное значение среди заданного значения крутящего момента $MSOLL$, предполагаемого значения крутящего момента $MPRÄD$ и значения момента $MRES$, заданного с учетом обеспечения необходимого внутреннего запаса крутящего момента (шаг 2027). После этого осуществляется переход к шагу 204, показанному на фиг.3.

На фиг.5 показана блок-схема, иллюстрирующая процесс формирования заданного

10 значения крутящего момента для его регулирования изменением угла опережения зажигания. Выполнение подобной программы начинается в заданные моменты времени в том случае, когда выдается разрешение на задействование управляющего опережением зажигания тракта. Если такое разрешение на задействование управляющего опережением

15 зажигания тракта не выдается, то в качестве заданного для установки с помощью управляющего опережением зажигания тракта значения крутящего момента принимается базовое заданное значение, т.е. значение крутящего момента, заданное для установки с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта. При задействованном

20 управляющем опережением зажигания тракте на первом шаге 300 проверяется, направлено ли задающее воздействие на увеличение крутящего момента. При положительном ответе осуществляется переход к шагу 302, на котором заданное для

установки с помощью управляющего опережением зажигания тракта значение крутящего момента $MSOLLZW$ вычисляется путем интерполяции на основании фактического значения крутящего момента $MIST$, заданного значения крутящего момента $MSOLL$ и времени

25 установки $TSOLL$. При этом на каждом цикле выполнения программы заданное значение угла опережения зажигания изменяют путем интерполяции таким образом, чтобы по истечении заданного времени установки $TSOLL$ крутящий момент устанавливался на заданное значение $MSOLL$. После шага 302 на следующем шаге 304 в качестве заданного

30 значения крутящего момента $MSOLLZW$, регулируемого с помощью управляющего опережением зажигания тракта, выбирается и используется в дальнейшем максимальное значение из вычисленного на шаге 302 значения $MSOLLZW'$ и базового значения крутящего момента $MBAS$, т.е. заданного для установки с помощью управляющего наполнением

цилиндров тракта значения крутящего момента. Если же на шаге 300 будет установлено, что задающее воздействие направлено на уменьшение крутящего момента, то

35 осуществляется переход к шагу 306, на котором заданное значение крутящего момента $MSOLLZW$ определяется аналогично рассмотренному выше шагу 302 путем зависящей от времени интерполяции на основании фактического значения крутящего момента, заданного значения крутящего момента и времени установки. На этом выполнение программы завершается и возобновляется в соответствующий момент времени.

Соответствующий подход, проиллюстрированный на фиг.5, может использоваться и для

40 определения количества пропускаемых циклов впрыскивания топлива, при этом характер или закономерность подобного отключения впрыскивания также определяется в каждом цикле выполнения программы путем интерполяции на основании заданного значения крутящего момента, фактического значения крутящего момента и времени установки.

Рассмотренный выше подход поясняется на примере временных диаграмм,

45 приведенных на фиг.6. На всех этих диаграммах представлены характеристики изменения крутящего момента M , развиваемого силовым агрегатом, в зависимости от времени. При этом показанная на фиг.6а диаграмма соответствует ситуации, при которой крутящий момент можно установить на необходимое заданное значение $MSOLL$ за заданное время

установки $TSOLL$ только с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта.

50 Согласно этой диаграмме развиваемый силовым агрегатом крутящий момент снижается за время $TSOLL$ со значения $MIST$ до значения $MSOLL$, при этом наблюдается несколько замедленное протекание процесса изменения крутящего момента, что характерно для регулирования крутящего момента изменением степени наполнения цилиндров. В

рассматриваемом случае разрешение на задействие управляющего опережением зажигания тракта не выдается.

Показанная на фиг.6б диаграмма соответствует иной ситуации. В этом случае установить крутящий момент за заданное время установки TSOLL на заданное значение MSOLL регулированием только степени наполнения цилиндров невозможно. По этой причине в данном случае выдается разрешение на задействие управляющего опережением зажигания тракта, что за счет соответствующего изменения угла опережения зажигания приводит к быстрому снижению крутящего момента за время установки TSOLL с фактического его значения MIST в начальный момент времени до заданного значения MSOLL. Характеристика протекающего одновременно с этим процесса изменения степени наполнения цилиндров изображена прерывистой линией. Приведенная на фиг.6в диаграмма отражает соответствующую предельному случаю ситуацию, поскольку время установки TSOLL имеет как раз такую длительность, при которой в результате линейной интерполяции крутящий момент при его регулировании изменением степени наполнения цилиндров сначала становится меньше требуемого, однако по истечении времени установки не может быть установлен точно на требуемое значение. В такой ситуации при наличии запаса крутящего момента, обеспечиваемого установкой угла опережения зажигания на соответствующее значение, в результате линейной интерполяции происходит повышение к.п.д. (момент зажигания изменяется в сторону раннего), а при отсутствии подобного запаса крутящего момента (угол опережения зажигания установлен на оптимальное с точки зрения к.п.д. значение) к.п.д. в результате изменения момента зажигания в сторону раннего снижается не сразу, а лишь в последнем временном интервале по мере приближения к требуемому крутящему моменту.

На примере показанной на фиг.6 г диаграммы поясняется процесс изменения крутящего момента изменением угла опережения зажигания для ситуации, отраженной на фиг.6в. В соответствии с описанным выше в каждом цикле выполнения программы путем интерполяции (в данном случае линейной интерполяции) на участке между фактическим значением крутящего момента MIST, преобладающим на тот момент, в который начинается изменение угла опережения зажигания, и заданным значением, на которое крутящий момент должен установиться по истечении времени установки TSOLL, определяется заданное значение MSOLLZW, на которое требуется установить крутящий момент регулированием угла опережения зажигания. В результате такой интерполяции получают показанную на фиг.6г прямую, в соответствии с которой заданное для установки с помощью управляющего опережением зажигания тракта значение крутящего момента последовательно уменьшается в основном с равными приращениями от исходного фактического значения крутящего момента, достигая в момент истечения времени установки TSOLL заданного значения MSOLL. В других вариантах вместо линейной интерполяции предусмотрено использование интерполяции, основанной на иных функциях, например на экспоненциальной функции.

На фиг.7 приведена временная диаграмма, отражающая характерное изменение во времени крутящего момента M , развиваемого ДВС, при уменьшении степени наполнения цилиндров (например, регулированием положения дроссельной заслонки). Прерывистая линия на этой диаграмме соответствует заданному значению крутящего момента MSOLL. В данном случае предполагается, что в момент времени t_0 происходит скачкообразное уменьшение заданного значения крутящего момента. Крутящий момент устанавливается на заданное значение соответствующим регулированием степени наполнения цилиндров, при этом форма, которую в результате приобретает показанная на фиг.7 характеристика изменения крутящего момента, обусловлена динамическими свойствами впускного трубопровода. За минимальное время установки (T_{MIN}) принимается время, проходящее до достижения некоторого заданного соотношения $M/MSOLL$ (равного, например, 90%), т.е. проходящее до того момента, в который несоответствие между фактическим значением крутящего момента M и заданным значением крутящего момента MSOLL не станет меньше некоторой заданной допустимой погрешности δ . В представленном на фиг.7 примере

фактический крутящий момент сравнивается с заданным крутящим моментом в промежутке между моментами времени t_5 и t_6 . Это время определяют на основании упрощенной модели впускного трубопровода исходя из его коэффициента запаздывания и коэффициента передачи. Коэффициент передачи обычно зависит от режима работы ДВС и в данном примере без ограничения требуемой точности принимается постоянным. Исходно предполагается, что

$$M/MSOLL = 1 - \exp(-t/T_{saug}) = \text{const} = 0,9,$$

где T_{saug} означает характерную для впускного трубопровода постоянную времени ($T_{saug} = 1/k$, где k представляет собой коэффициент передачи).

Минимальное время установки, т.е. время, которое при изменении наполнения цилиндров необходимо для достижения определенного соотношения $M/MSOLL$, равного 90%, рассчитывается следующим образом:

$$T_{MIN} = -\ln(0,1/k).$$

В других предпочтительных вариантах предусмотрено использование более сложной модели с целью повышения точности моделирования, например учет нелинейных характеристик изменения тех или иных параметров, регулируемых соответствующими элементами, например нелинейного характера изменения расхода воздуха, регулируемого дроссельной заслонкой (характеристика истечения), учет дополнительных воздействий со стороны, например, системы рециркуляции ОГ или системы улавливания испарений бензина, а также предусмотрено проведение различий между надкритическим и докритическим соотношением давлений.

Таким путем на основании известных параметров модели впускного трубопровода определяется минимальное время установки, которое позволяет обеспечить управляющий наполнением цилиндров тракт, при этом за счет использования текущего коэффициента передачи учитывается также текущая рабочая точка двигателя. Используемая модель является достаточно простой и наглядной и основана на применении лишь небольшого количества параметров.

При реализации такой модели и при расчете времени установки в процессоре все вычисления осуществляются на основании соответствующей дискретной модели. Согласно одному из предпочтительных вариантов все основанные на подобной модели вычисления осуществляются синхронно с вращением вала двигателя, т.е. период выборки необходимых значений (частота дискретизации) представляет собой зависящий от частоты вращения и синхронизированный с ней период. При этом определяют количество шагов, необходимых для изменения регулируемого параметра на величину, составляющую определенный процент от заданного значения. В этом случае время установки (T_{stell}) определяется указанным количеством (k) и длительностью таких шагов, которая зависит от частоты вращения вала двигателя, обозначаемой через n_{mot} [т.е. $T_{stell} = (60 \text{ с}/n_{mot}) \times (2/\text{число цилиндров}) \times k$].

Описанный выше расчет минимального времени установки на заданное значение при регулировании рабочего параметра с помощью управляющего наполнением цилиндров тракта осуществляется, например, на представленном на фиг.3 шаге 204 вместо выполнения предусмотренной этим шагом операции.

На фиг.8 показана схема, иллюстрирующая процесс определения заданного значения путем интерполяции для установки на него с помощью задействованного для этой цели быстродействующего управляющего тракта (прежде всего управляющего опережением зажигания тракта). Описанные ниже в качестве примера операции выполняются на шагах 302 и 306, представленных на фиг.5.

В показанный на фиг.8 модуль в качестве входных величин поступают заданное значение крутящего момента $MSOLL$, фактическое значение крутящего момента $MIST$, период выборки значений (частота дискретизации) $TABTAST$, заданное время установки $TSOLL$ и коэффициент усиления K . В логическом элементе 800 определяется разница между фактическим и заданным значениями крутящего момента. Значение этой разницы поступает в умножитель 802 и компаратор 804. В компараторе 804 значение этой разницы

сравнивается с нулевым значением с целью установить, изменяется ли нагрузка в положительную сторону (крутящий момент увеличивается) или в отрицательную сторону (крутящий момент уменьшается). В зависимости от результата такого сравнения происходит срабатывание переключательного элемента 806, при этом при изменении нагрузки в отрицательную сторону он переключается в положение, показанное на фиг.8. В этом случае выполняется линейная интерполяция. С этой целью в делителе 808 период выборки делится на заданное время установки и полученное частное умножается в умножителе 802 на величину разницы между заданным и фактическим значениями крутящего момента. После этого полученное произведение логически объединяется (суммируется) в соответствующем логическом элементе с фактическим значением крутящего момента и таким путем в результате формируется заданное значение крутящего момента MSOLLZW. Подобная линейная интерполяция используется при отрицательном изменении нагрузки. В математическом виде рассмотренный выше процесс можно представить следующей формулой:

$$MSOLLZW = MIST + TABTAST / TSOLL \times (MSOLL - MIST).$$

При положительном изменении нагрузки переключательный элемент 806 переключается в другое положение. В этом случае на вход логического элемента 802 поступает выходная величина, полученная в каскаде 810 выбора максимального значения, на вход которого в свою очередь поступают, во-первых, величина отношения периода выборки значений к заданному времени установки и, во-вторых, выходной сигнал, полученный при определении соответствующего параметра по однопараметровой характеристике, по многопараметровой характеристике, по таблице или в результате вычислений в условно обозначенном позицией 812 элементе. На вход этого элемента 812 поступает величина k (величина, обратная характерной для впускного трубопровода постоянной времени). В элементе 812 на основании, например, экспоненциальной зависимости моделируется реакция впускного трубопровода на скачкообразное изменение заданного значения. При этом с учетом, например, изменяющейся постоянной времени k определяют то соотношение между заданным и фактическим значениями крутящего момента, которое достигается по истечении определенного промежутка времени (например, через 10 мс при проведении вычислений с постоянным временным шагом, а при синхронизированном с частотой вращения вычислении соответствующий промежуток времени зависит от частоты вращения (так называемый синхронизированный период)). Если подобная смоделированная величина f(k) превышает указанное соотношение между заданным и фактическим крутящими моментами, интерполяцию осуществляют с учетом динамических свойств впускного трубопровода. В математическом виде рассмотренный выше процесс можно представить следующей формулой:

$$MSOLLZW = MIST + f(k) \times (MSOLL - MIST).$$

В других вариантах предпочтительна иная последовательность выполнения вычислений. Так, например, сначала можно выполнять операцию умножения, умножая разницу между заданным и фактическим значениями крутящего момента на соотношение значений времени (т.е. на частное от деления периода выборки на время установки) или на значение динамической функции, затем выполнять операцию по определению максимального значения и в завершение суммировать полученный результат с фактическим значением крутящего момента. Преимущество подобного подхода состоит в возможности предотвращать возможные скачкообразные изменения крутящего момента при переключении.

Еще одно преимущество рассмотренного выше подхода состоит в том, что при положительных изменениях нагрузки, сопровождающихся быстрым увеличением крутящего момента, отпадает необходимость в изменении угла опережения зажигания в сторону позднего, поскольку при определении заданного значения для установки на него с помощью управляющего опережением зажигания тракта учитываются и динамические свойства впускного трубопровода. При отрицательных изменениях нагрузки использование линейной интерполяции позволяет устанавливать угол опережения зажигания на значение,

при котором обеспечивается наивысший к.п.д.

Формула изобретения

1. Способ управления силовым агрегатом транспортного средства, при осуществлении которого в зависимости от заданной величины некоторого выходного параметра силового агрегата регулируют по меньшей мере один регулируемый параметр силового агрегата, при этом помимо по меньшей мере одной заданной величины выходного параметра силового агрегата передают также заданное значение, характеризующее динамику установки на эту заданную величину, и в зависимости от указанной заданной величины и указанного дополнительного заданного значения выбирают по меньшей мере один регулируемый параметр, отличающийся тем, что по меньшей мере одно дополнительное заданное значение представляет собой заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на заданную величину.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что заданной величиной является заданное значение крутящего момента.

3. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в зависимости от заданной величины формируют заданное значение, в зависимости от которого регулируют регулируемый параметр, обеспечивающий работу силового агрегата в стационарном режиме, тогда как при необходимости соответствующего динамического изменения режима работы дополнительно в зависимости от некоторого заданного значения, полученного на основании заданной величины, регулируют еще один регулируемый параметр, обеспечивающий быстрое изменение выходного параметра.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что регулируемым параметром, обеспечивающим работу в стационарном режиме, является наполнение цилиндров двигателя внутреннего сгорания (ДВС) или количество впрыскиваемого топлива в случае ДВС с непосредственным впрыскиванием бензина, а дополнительным регулируемым параметром, обеспечивающим быстрое изменение выходного параметра, является угол опережения зажигания и/или отключение впрыскивания топлива в отдельные цилиндры.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в том случае, когда выходной параметр невозможно установить на заданную величину за заданное время регулированием первого регулируемого параметра, выдают разрешение на изменение дополнительного регулируемого параметра.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что время, необходимое для установки выходного параметра на заданную величину, определяют в зависимости от текущего режима работы силового агрегата и, если рассчитанное время превышает заданное время, в течение которого выходной параметр должен установиться на заданную величину, выдают разрешение на изменение дополнительного регулируемого параметра для установки выходного параметра на заданную величину.

7. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что разрешение на отключение впрыскивания топлива в отдельные цилиндры выдают в том случае, когда выходной параметр невозможно установить на заданную величину изменением угла опережения зажигания и изменением степени наполнения цилиндров.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что разрешение на изменение угла опережения зажигания выдают также в том случае, когда необходимо обеспечить некоторый запас крутящего момента, когда активизирована функция по предотвращению движения автомобиля рывками или когда активизирована функция по обеспечению максимальной комфортабельности езды, либо в случае, когда заданное значение крутящего момента меньше того минимального значения, на которое крутящий момент можно установить регулированием степени наполнения цилиндров.

9. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что заданную величину, предназначенную для управления силовым агрегатом при его работе в стационарном режиме, определяют в зависимости от заданного значения крутящего

момента, от предполагаемого значения крутящего момента, сформированного на основании не подвергнутого фильтрации задаваемого водителем крутящего момента, или от необходимого запаса крутящего момента.

5 10. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что заданное значение для дополнительного регулируемого параметра вычисляют по меньшей мере при изменениях нагрузки, сопровождающихся увеличением крутящего момента, с учетом динамических свойств впускного трубопровода.

10 11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что при выборе регулируемого параметра используют модель, позволяющую по меньшей мере приблизительно смоделировать динамические свойства впускного трубопровода.

12. Устройство управления силовым агрегатом транспортного средства, имеющее блок управления, который формирует по меньшей мере одну заданную величину выходного параметра этого силового агрегата, в зависимости от которой этот блок воздействует по меньшей мере на один регулируемый параметр силового агрегата, при этом в 15 предусмотренный в блоке управления микрокомпьютер заложена программа, в которую помимо указанной заданной величины поступает дополнительная заданная величина, характеризующая требуемую динамику установки выходного параметра на первую заданную величину и которая в зависимости от обеих этих величин выбирает изменяемый регулируемый параметр, отличающееся тем, что дополнительная заданная величина 20 представляет собой заданное время установки, в течение которого выходной параметр должен установиться на первую заданную величину.

25

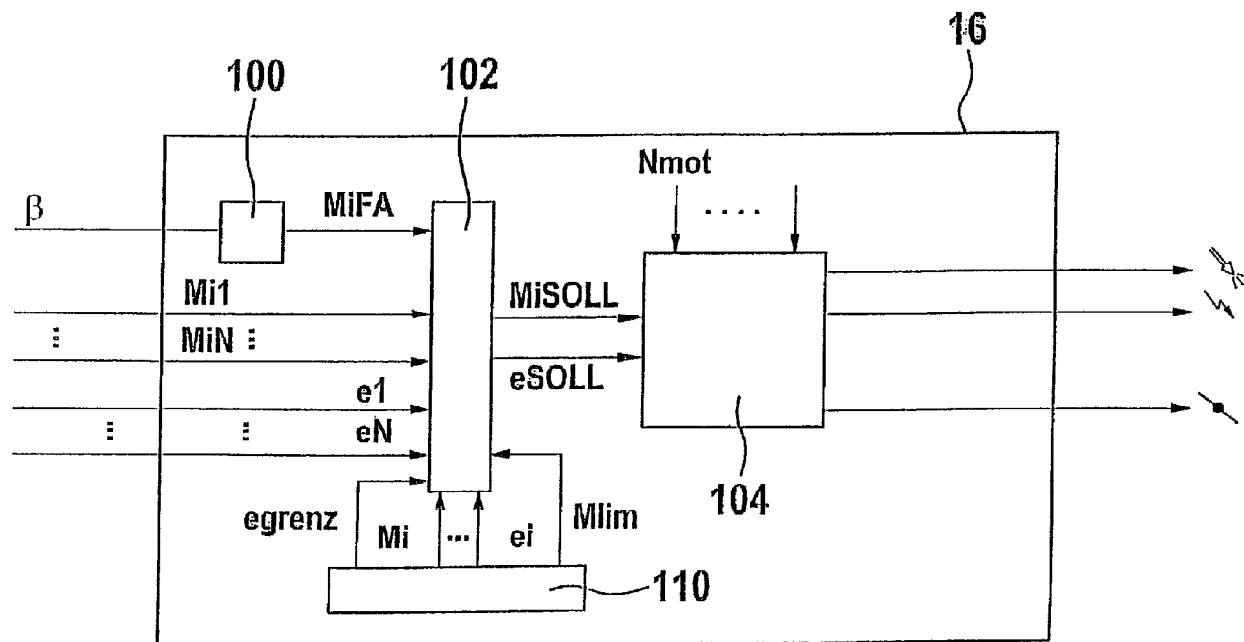
30

35

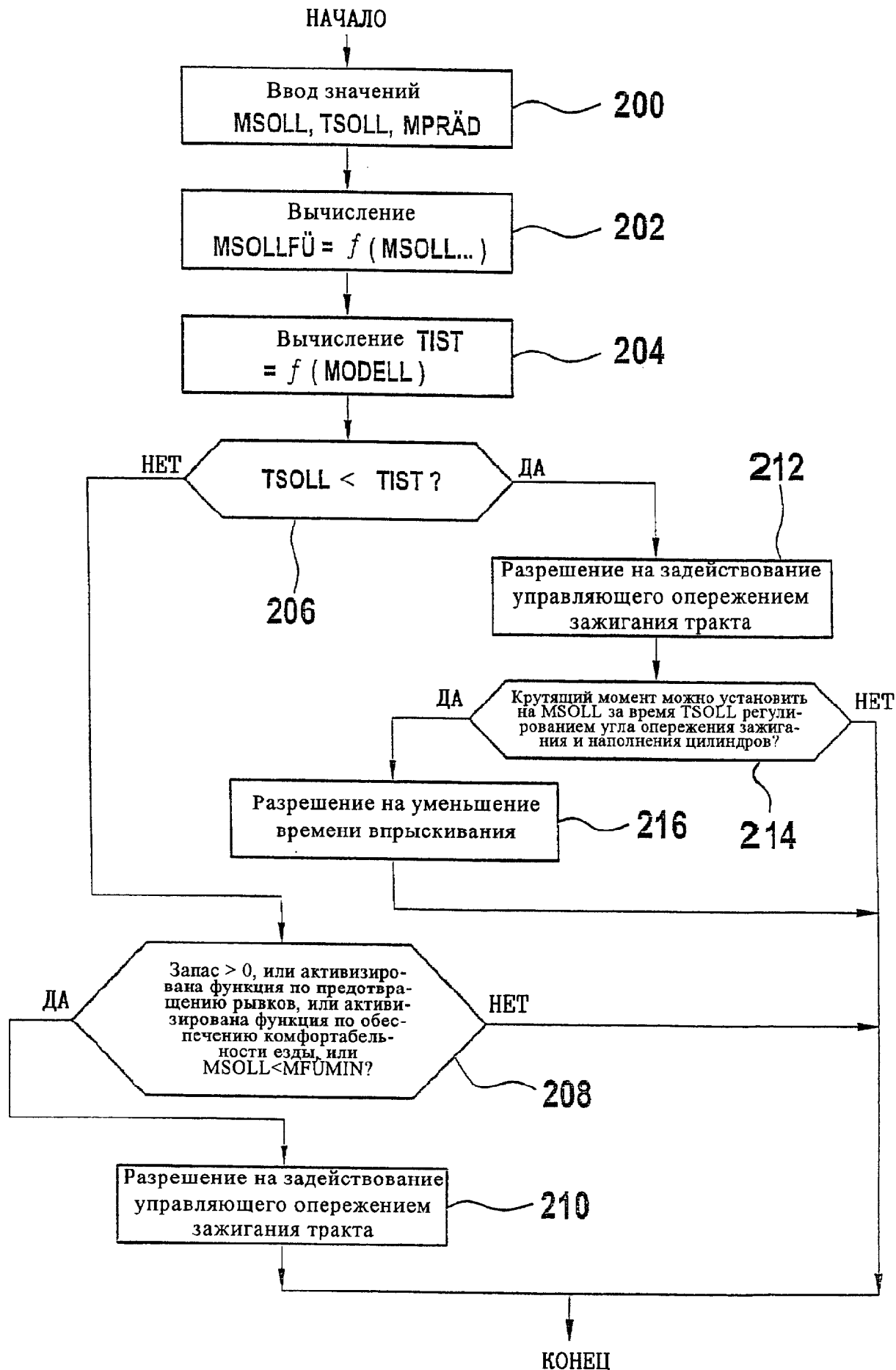
40

45

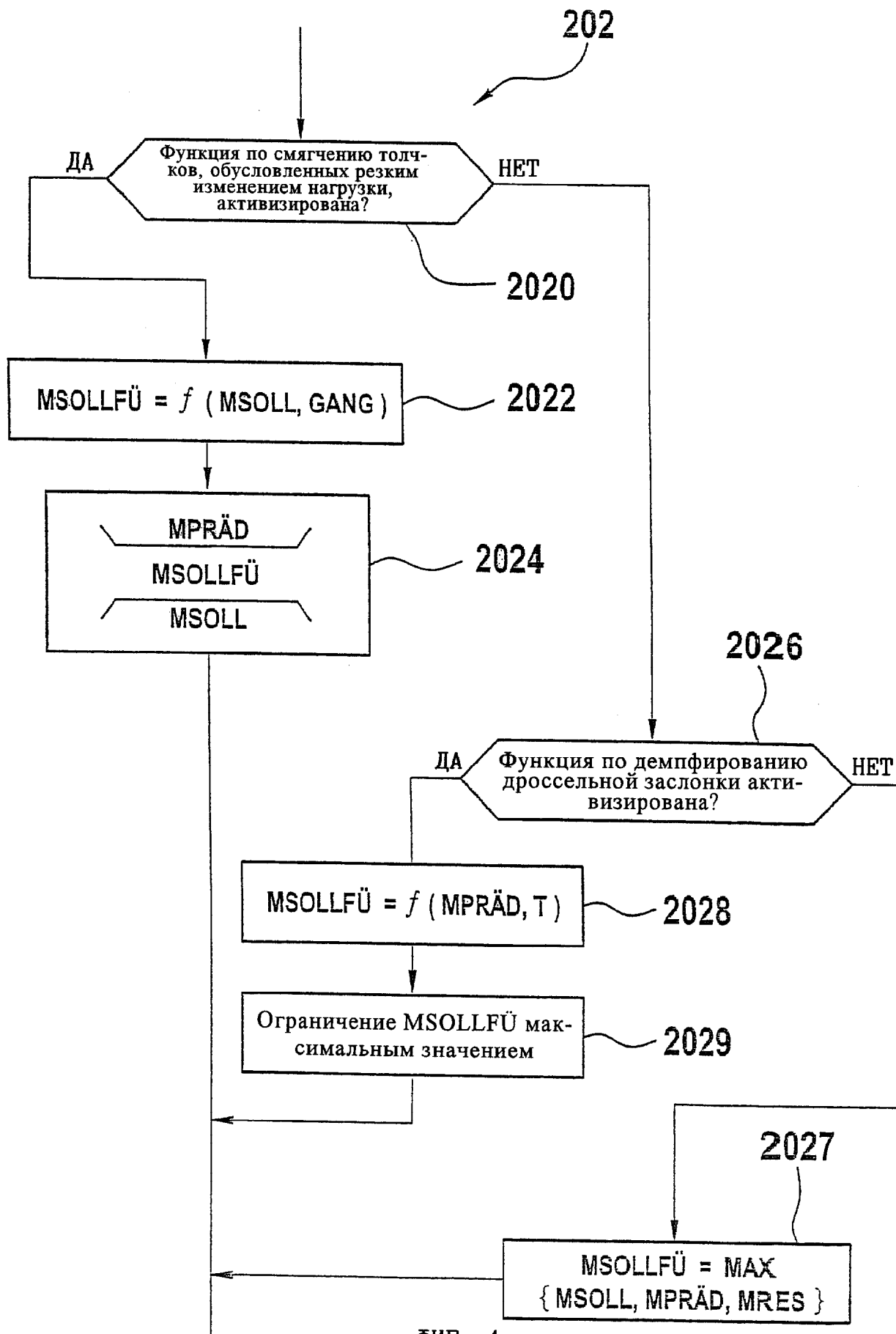
50



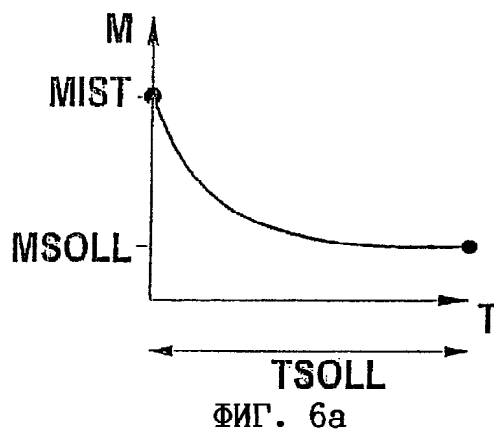
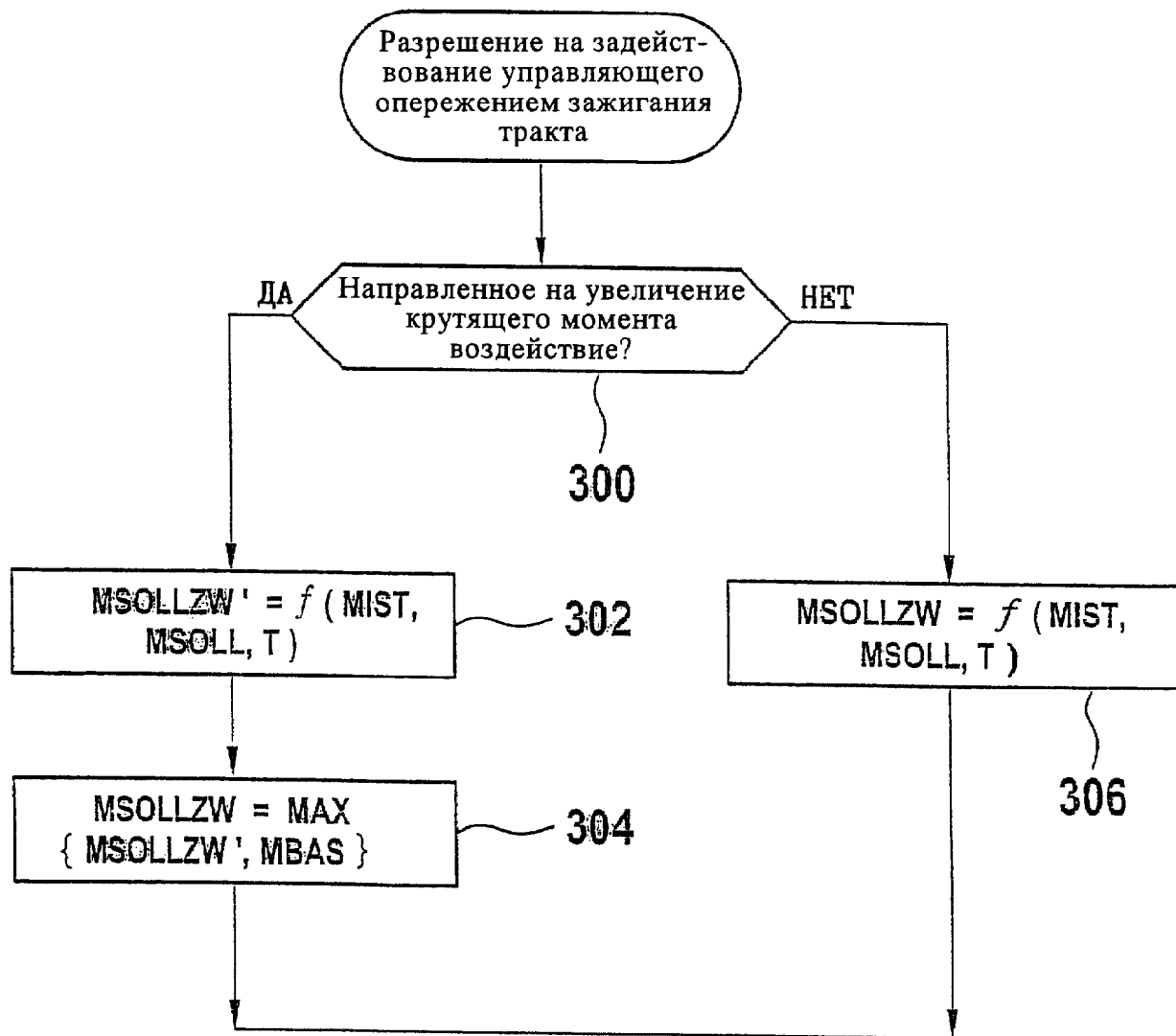
ФИГ. 2

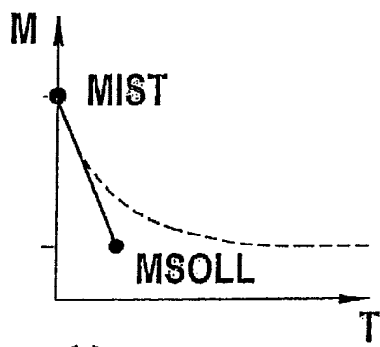


ФИГ. 3

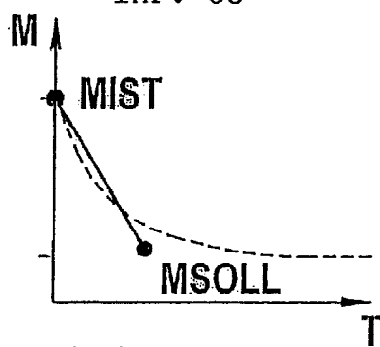


ФИГ. 4

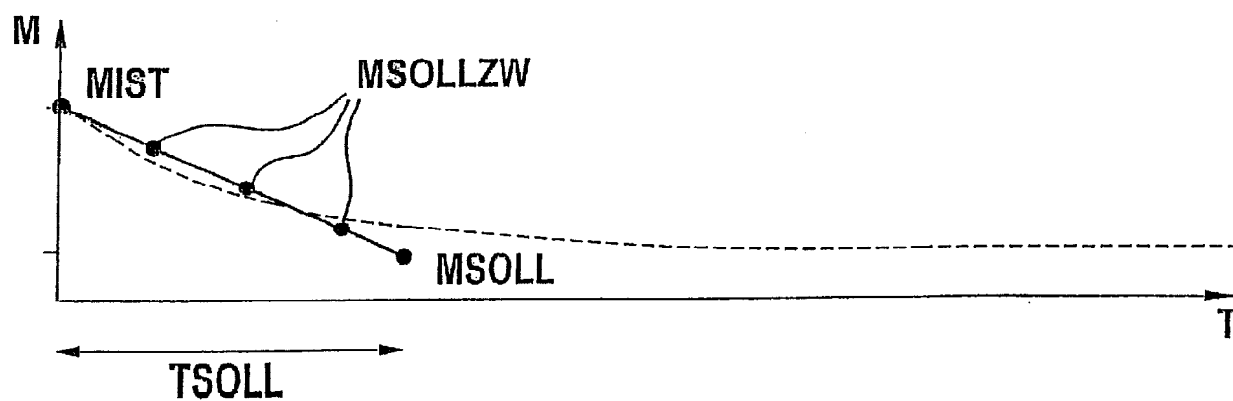




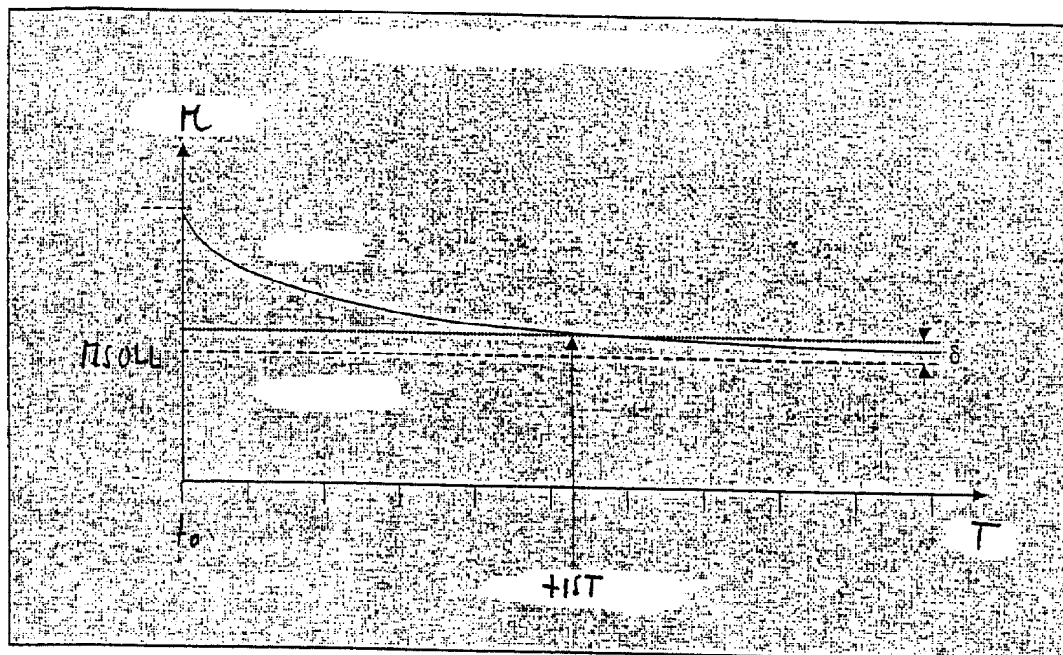
$TSOLL$
ФИГ. 6б



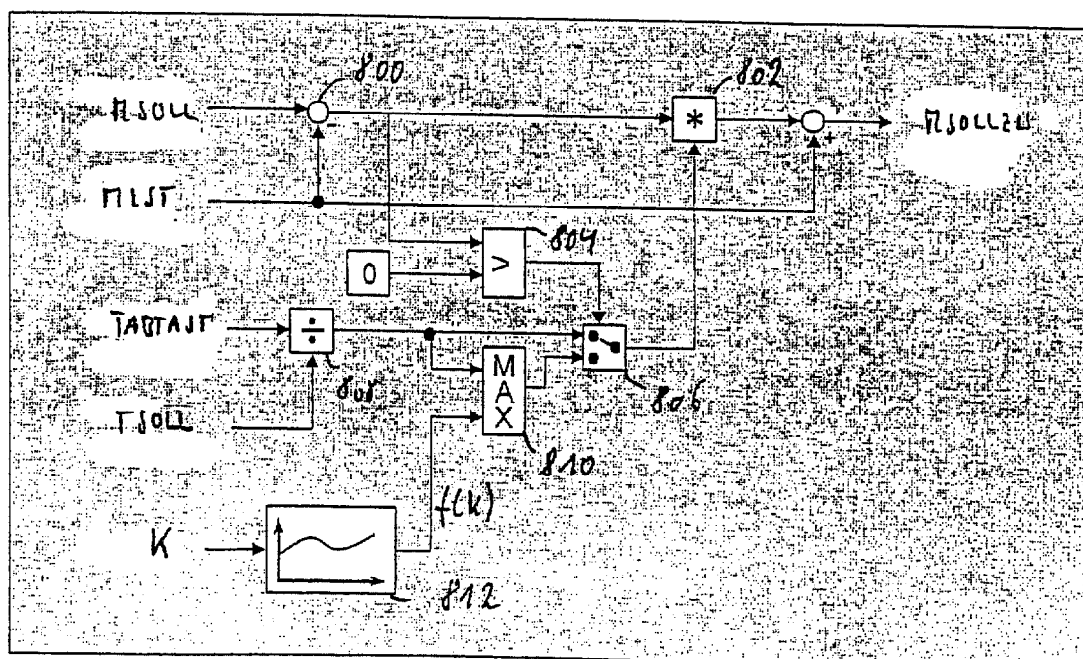
$TSOLL$
ФИГ. 6в



ФИГ. 6г



ФИГ. 7



ФИГ. 8