



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004111005/06, 01.10.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.10.2002

(30) Конвенционный приоритет:
04.10.2001 (пп.1-13) SE 0103303-4

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2005

(45) Опубликовано: 10.08.2007 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2015365 C1, 30.06.1994. RU 2093694
C1, 20.10.1997. RU 2098645 C1, 10.12.1997. DE
3613270 A1, 28.08.1986. US 5125366 A,
30.06.1992. WO 93/24746 A1, 09.12.1993.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
05.05.2004

(86) Заявка РСТ:
SE 02/01777 (01.10.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/029627 (10.04.2003)

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ",
пат.пов. А.В.Поликарпову

(72) Автор(ы):
ХЕДМАН Матс (SE)

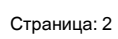
(73) Патентообладатель(и):
Карджайн Инжиниринг АБ (SE)

(54) ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ТАКТОМ РАСШИРЕНИЯ ПАРА

(57) Реферат:

Предложены способ управления двигателем внутреннего сгорания, а также сам двигатель внутреннего сгорания, содержащий: по меньшей мере, один цилиндр (1), поршень (16) возвратно-поступательного хода, расположенный в указанном цилиндре (1), камеру сгорания (15), ограниченную цилиндром (1) и поршнем (16), и впускные и выпускные клапаны (2, 3), регулируемые системой (5) управления на основе ЭВМ. Двигатель внутреннего сгорания также содержит средства (10) впрыскивания воды или водяного пара в камеру сгорания (15), при этом система (5) управления

выполнена с возможностью управления впускными и выпускными клапанами (2, 3) и средствами (10) для впрыскивания воды или водяного пара, так что рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов горения, чередуются с рабочими тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара. Изобретение обеспечивает повышение коэффициента полезного действия и преобразования тепла при охлаждении цилиндра и выхлопных газов в полезную работу. 3 н. и 10 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

F02B 47/02 (2006.01)

F02B 75/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2004111005/06, 01.10.2002

(24) Effective date for property rights: 01.10.2002

(30) Priority:
04.10.2001 (cl.1-13) SE 0103303-4

(43) Application published: 20.05.2005

(45) Date of publication: 10.08.2007 Bull. 22

(85) Commencement of national phase: 05.05.2004

(86) PCT application:
SE 02/01777 (01.10.2002)(87) PCT publication:
WO 03/029627 (10.04.2003)Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT",
pat.pov. A.V.Polikarpovu(72) Inventor(s):
KhEDMAN Mats (SE)(73) Proprietor(s):
Kardzhajn Inzhiniring AB (SE)

(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH STEAM EXPANSION STROKE

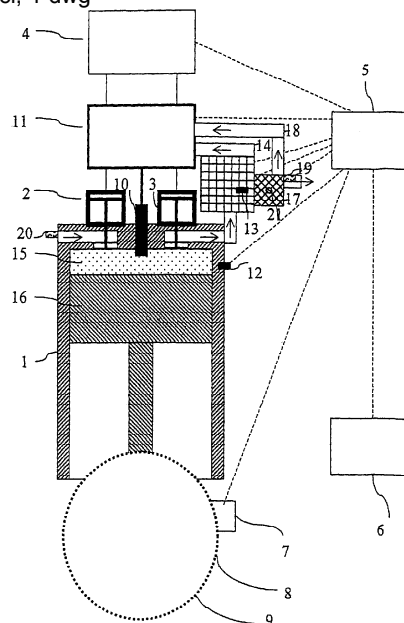
(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering; control of internal combustion engine.

SUBSTANCE: proposed internal combustion engine contains at least one cylinder 1, piston 16 reciprocating in said cylinder 1, combustion chamber 15 limited by cylinder 1 and piston 16 and intake and outlet valves, 2 and 3, respectively, regulated by computer-based control system 5. Internal combustion engine contains also means 10 to inject water or steam into combustion chamber 15. Control system 5 provides control of intake and outlet valves, 2, 3 respectively, and water or steam injection means 10 so that working strokes based mainly on expansion of gaseous combustion products, alternate with working strokes based mainly on expansion of steam.

EFFECT: increased efficiency and conversion of heat at cooling of cylinder and exhaust gases into useful work.

13 cl, 1 dwg



Область применения изобретения

Данное изобретение относится к способу применения двигателей внутреннего сгорания, имеющих управляемые клапаны. С помощью этого способа тепло, теряемое в современных двигателях при охлаждении цилиндра и с выхлопными газами, преобразуется в полезную работу.

Изобретение также относится к двигателю внутреннего сгорания, содержащему по меньшей мере один цилиндр, поршень возвратно-поступательного хода, расположенный в указанном цилиндре, камеру сгорания, ограниченную цилиндром и поршнем, а также впускной и выпускной клапаны, регулируемые системой управления на базе ЭВМ. В предпочтительном случае система управления работает на основе компьютерной программы и может быть электрической или оптической.

Кроме того, изобретение применимо к любым двигателям внутреннего сгорания независимо от их цикла сгорания. Примерами двигателей, к которым применимо данное изобретение, являются двигатель, работающий по циклу Отто, двигатель Дизеля, роторно-поршневой двигатель Ванкеля, двигатель, работающий по технологии HCCI (homogeneous charge compression ignition - воспламенение от сжатия гомогенной смеси), а также свободнопоршневой двигатель. Однако для осуществления изобретения двигатели должны быть снабжены управляемыми клапанами и оборудованием для впрыска воды и/или водяного пара.

Изобретение требует наличия системы управления, часть которой может, например, использоваться для регулирования управляемых клапанов, впрыска топлива и т.п.

Предпосылки изобретения

В последние годы разработка двигателей внутреннего сгорания, в частности двигателей транспортных средств, была направлена на повышение экономичности работы двигателей и на снижение их вредного воздействия на окружающую среду путем использования цифровых систем управления, оптимизирующих работу двигателя в различных режимах. Это, например, относится к впрыску топлива, сгоранию, различным видам сжатия и к управляемым клапанам. Что касается способов преобразования в работу тепла, теряемого при охлаждении цилиндра и с выхлопными газами, то в этой области не было предложено каких-либо заметных улучшений.

Были испытаны различные варианты впрыска воды в двигатели внутреннего сгорания. С одной стороны, ставилась задача снижения температуры горения, чтобы уменьшить образование окислов азота, с другой стороны, - задача снижения потерь на охлаждение, чтобы обеспечить высокий коэффициент полезного действия. Кроме того, предпринимались попытки впрыскивать при горении водяной пар высокого давления. Пар высокого давления создавали путем испарения воды горячими выхлопными газами. Опыты показали, что при использовании воды/водяного пара количество образующихся окислов азота снижается. Кроме того, было подтверждено повышение коэффициента полезного действия. Однако предпринимаемые действия ограничивались проблемой, заключающейся в значительном расходе энергии при впрыскивании воды/водяного пара, поскольку впрыскивание осуществляли в конце такта сжатия и/или во время горения, когда давление в цилиндре является высоким. Другая ограничивающая проблема заключается в том, что присутствие значительного количества воды, оказывающего существенное охлаждающее воздействие при испарении, влияет на процесс горения, вызывая нежелательное увеличение количества несгоревших углеводородов. Положительные эффекты не компенсировали упомянутые недостатки.

Предлагаемое изобретение устраняет указанные проблемы, при этом тепло, обычно теряемое при охлаждении цилиндра и с выхлопными газами, в значительной степени преобразуется в полезную работу.

Цель изобретения

Цель предлагаемого изобретения заключается в преодолении упомянутых трудностей, а также в том, чтобы в значительной степени преобразовать в полезную работу тепло, теряемое в современных двигателях из-за охлаждения цилиндра и с выхлопными газами.

Сущность изобретения

Цель изобретения достигается посредством способа управления двигателями внутреннего сгорания для преобразования в полезную работу тепла, образуемого во время горения в цилиндре и в выхлопных газах, в котором рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара, причем воду и/или водяной пар подают в камеру сгорания в конце такта выпуска. Способ характеризуется тем, что двигатель содержит управляемые клапаны, управление которыми осуществляют на основе электронной системы управления, основанной на компьютерной программе, причем в ответ на выданный системой управления сигнал, указывающий на необходимость подачи воды/водяного пара в камеру сгорания, впускные клапаны в эту камеру сгорания закрывают.

В предложенном способе путем подачи воды могут охлаждать верхнюю часть поршня, совершающего возвратно-поступательные движения в цилиндре, и горячие поверхности, ограничивающие камеру сгорания, причем вода при соприкосновении с горячими поверхностями испаряется.

Подводимый водяной пар могут создавать путем испарения воды с помощью жара выхлопных газов.

Температуру подаваемой в камеру сгорания воды могут адаптировать для обеспечения ее испарения при введении в камеру сгорания или при соприкосновении с ее горячими поверхностями без необходимости дополнительного нагрева.

Связанную с двигателем систему выпуска газов могут изолировать для уменьшения внешнего охлаждения окружающей средой находящихся в указанной системе выхлопных газов.

Цилиндр или цилиндры двигателя могут изолировать для уменьшения внешнего охлаждения указанного цилиндра или цилиндров.

После конденсации водяного пара в системе выпуска газов, связанной с двигателем, из воды, подаваемой в камеру сгорания или используемой для получения водяного пара, могут отфильтровывать частицы.

Предложенный способ могут осуществлять посредством системы управления, которая содержит компьютерную программу и выполнена с возможностью оптимального чередования тактов горения и тактов расширения пара.

Для некоторых тактов расширения пара могут выбирать в основном подачу воды в камеру сгорания, а для остальных тактов расширения пара могут выбирать в основном подачу водяного пара в указанную камеру.

Такты расширения пара, в которых в основном подают воду, могут выполнять с учетом температуры стенок цилиндра и с частотой, достаточной для предотвращения перегрева цилиндра или цилиндров двигателя.

Подачу водяного пара могут осуществлять тогда, когда давление пара достигает уровня, при котором работа, выполняемая во время такта расширения пара, по существу равна работе, выполняемой во время остальных рабочих тактов.

Цель изобретения также достигается посредством двигателя внутреннего сгорания, содержащего по меньшей мере один цилиндр, поршень возвратно-поступательного хода, расположенный в указанном цилиндре, камеру сгорания, ограниченную цилиндром и поршнем, электронную систему управления и средства впрыскивания воды или водяного пара в камеру сгорания, при этом система управления выполнена с возможностью управления средствами впрыскивания воды или водяного пара, так что рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара, и вода и/или водяной пар подаются в камеру сгорания в конце такта выпуска. Указанный двигатель характеризуется тем, что содержит впускные и выпускные клапаны, управляемые электронной системой управления, причем впускные клапаны в камеру сгорания выполнены с возможностью закрытия в ответ на сигнал системы управления,

предписывающий подачу воды/водяного пара в камеру сгорания.

Кроме того, изобретение относится к программному продукту, который хранится на машиночитаемых носителях компьютерных программ и предназначен для осуществления предложенного способа на предложенном двигателе внутреннего сгорания.

5 Рабочие такты, в основе которых главным образом лежит расширение водяного пара, характеризуются тем, что вода и/или водяной пар поступают в камеру сгорания в конце такта выпуска, в момент, когда поршень достигает верхней мертвой точки.

Дополнительные особенности изобретения указаны в нижеследующем описании и формуле изобретения.

10 Управляемые клапаны, которыми в данной заявке называются клапаны, ведущие в камеру сгорания цилиндра двигателя, выполнены с возможностью открытия и закрытия (например, в результате воздействия среды под давлением) по сигналу системы управления, которая в предпочтительном случае является электронной и основана на компьютерной программе.

15 Рабочим тактом в данной заявке называется такт, во время которого энергия массы расширяющегося газа преобразуется в механическую энергию. Согласно изобретению газовая масса по существу представляет собой либо газообразные продукты сгорания, либо водяной пар.

20 Тактом выпуска в данной заявке называется такт, во время которого поршень при своем движении после рабочего такта от нижней мертвой точки к верхней мертвой точке вытесняет массу газов, расширившихся за время рабочего такта, наружу из цилиндра через выпускные клапаны.

Необходимость использования управляемых клапанов объясняется тем, что рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара. Рабочие такты, основанные на расширении газообразных продуктов сгорания, далее в данной заявке называются тактами горения, а рабочие такты, основанные на расширении водяного пара, далее называются тактами расширения пара. В современных поршневых двигателях внутреннего сгорания, рассмотренных в данном описании, впускные клапаны в конце такта выпуска открываются, а выпускные клапаны закрываются. Когда система управления выдает сигнал о подаче воды и/или водяного пара в камеру сгорания для осуществления такта расширения водяного пара, впускные клапаны для обычной подачи воздуха не должны быть открыты, а наоборот, должны удерживаться закрытыми после окончания такта выпуска. Соответственно, во время подачи воды и/или водяного пара выпускные клапаны, также как и указанные впускные клапаны, являются закрытыми, а давление в цилиндре низким. Вода после подачи должна испаряться за счет тепла, передаваемого от верхней части поршня и других горячих поверхностей камеры сгорания. Во время испарения горячие поверхности охлаждаются, при этом в камере к началу такта расширения пара создается повышенное давление. При подаче водяного пара его создают путем испарения воды с помощью жара, присутствующего в выхлопных газах. Во время подачи водяной пар подвергается сжатию. После подачи воды, также как и после подачи пара, водяной пар расширяется и выполняет работу, так что поршень движется к своей нижней мертвой точке. При нахождении поршня в нижней мертвой точке выпускные клапаны открываются по сигналу системы управления, и начинается такт выпуска водяного пара. После выдачи системой управления сигнала об осуществлении такта горения регулирование впускными клапанами происходит таким образом, что они открываются как обычно в конце такта выпуска.

В данной заявке тактом расширения пара называется рабочий такт двухтактного цикла, совершаемый без всякого горения, при котором воду и/или водяной пар подают в конце такта выпуска при нахождении поршня в верхней мертвой точке. Подачу осуществляют путем открытия специальных инжекционных клапанов для того, чтобы осуществить впрыскивание по существу одновременно с закрытием выпускных клапанов или после него. На этой стадии давление в цилиндре является относительно низким, что представляет

собой замечательное преимущество перед ситуацией, относящейся к попыткам, обсуждавшимися выше во вступительной части описания. Вода подается для того, чтобы при испарении охлаждать поверхности, ограничивающие камеру сгорания, нагретые газообразными продуктами сгорания, а также для того, чтобы при этом создавать водяной пар высокого давления. Водяной пар высокого давления также получается путем испарения воды при помощи жара выхлопных газов, которые в противном случае уходили бы в атмосферу. Водяной пар или воду можно, как это описано выше, подавать отдельно, однако также за время одного рабочего такта. Это означает, что перед рабочим тактом и/или во время него можно подавать только воду, или перед рабочим тактом и/или во время него можно подавать только водяной пар, или перед рабочим тактом и/или во время него можно подавать и воду, и водяной пар. При расширении водяного пара совершается указанная работа так, что поршень движется к своей нижней мертвой точке. Путем чередования тактов расширения пара и тактов горения обеспечивается заметное улучшение коэффициента полезного действия. Двигатель можно полностью охлаждать до приемлемого уровня за счет использования тактов расширения пара, основанных на впрыскивании воды в камеру сгорания, чередующихся с тактами горения. Система управления решает, в каком объеме следует выполнять такты расширения пара.

Доля потерь, связанная с охлаждением цилиндра двигателя, работающего по циклу Отто, составляет примерно 30% и примерно такая же доля теряется с выхлопными газами. В дизельных двигателях потери меньше, однако, они все-таки достаточно велики для того, чтобы данное изобретение могло заметно повысить коэффициент полезного действия этих двигателей. Потери тепла в двигателях внутреннего сгорания остальных типов имеют соответствующий уровень.

Принимая во внимание вышесказанное, цилиндры двигателей можно снабжать наружной изоляцией для того, чтобы они испытывали большую потребность во внутреннем охлаждении путем впрыскивания воды в камеру сгорания, как описано в данной заявке. Чем более эффективна изоляция, тем большее количество тепла будет использоваться при испарении воды на поверхностях, ограничивающих камеру сгорания. Однако возможность получения максимального эффекта этим способом в отношении данного двигателя до некоторой степени ограничена. Тем не менее, использование также охлаждающей системы традиционного типа совместно с изобретением приводит к замечательному выигрышу в коэффициенте полезного действия.

В предпочтительном случае система выпуска газов двигателя имеет наружную изоляцию для обеспечения увеличения возможности образования сжатого водяного пара. Чем эффективнее изоляция, тем большее количество тепла выхлопных газов используется для испарения воды. В случаях, когда изобретение применяется в передвижных средствах, очень большое преимущество заключается в повторном использовании воды из выхлопных газов. Тогда в теплообменнике, в системе выпуска газов, присутствует большое количество воды, предназначенной для испарения. Эта вода загрязнена, например, сажей и другими частицами. Вода характеризуется хорошей эффективностью поглощения частиц, поэтому ее фильтруют перед использованием для создания пара или впрыскиванием в камеру сгорания. После испарения воды отработавшие газы оказываются достаточно чистыми, поэтому их можно с выгодой в значительной степени использовать повторно, что называется рециркуляцией отработавших газов.

Как уже было отмечено, впрыскивание воды совместно с горением хорошо известно из уровня техники. В предлагаемом изобретении воду и/или сжатый водяной пар подают без какой-либо связи с горением. Поэтому горение не подвергается воздействию больших количеств подаваемой воды, как это было в описанных опытах, что является существенным преимуществом при стремлении устранить неполное сгорание углеводородов. В многоцилиндровых двигателях рабочий такт, основанный на расширении газообразных продуктов сгорания, может происходить в одном цилиндре, при этом в другом цилиндре одновременно с ним может происходить рабочий такт, основанный на расширении водяного пара.

Для обеспечения максимально возможного давления пара к началу рабочего такта желательно, чтобы при впрыскивании воды она начинала испаряться как можно скорее. Чтобы уменьшить время, необходимое для начала испарения, температуру воды можно адаптировать еще до момента ее подачи, вследствие чего испарение будет начинаться

5 немедленно, без необходимости какого-либо дополнительного существенного нагрева. Во время испарения в цилиндре вследствие образования пара растет давление, при этом также возрастает и температура, необходимая для осуществления непрерывного испарения. Испарение происходит при поглощении тепла с поверхностей, окружающих камеру сгорания. Во время предшествующих тактов горения это тепло накапливается

10 материалами, из которых выполнены упомянутые поверхности. При достижении некоторого уровня давления накопленное тепло преобразуется в водяной пар, причем в таком количестве, что в случае дополнительной подачи воды испарение прекратится. Количество поданной воды должно быть подобрано таким образом, чтобы в двигателе обеспечивалось существенное охлаждение без накопления жидкости.

15 Водяной пар, создаваемый жаром выхлопных газов, может иметь относительно высокое давление и высокую температуру. Например, уровни давления и температуры могут достигать 100-150 бар (10-15 МПа) и 300-350 градусов Цельсия. При соблюдении указанных уровней работа двигателя улучшается очень существенно. Помимо прочих своих функций система управления при работе контролирует потребность в работе

20 двигателя, а также потребность в охлаждении и в доступных количествах воды и водяного пара высокого давления. Система управления обеспечивает корректное чередование тактов горения с необходимыми тактами расширения пара, основанными на впрыскивании воды в камеру сгорания, что направлено на осуществление существенного охлаждения поршней и цилиндров. Кроме этого, система управления контролирует то, что такты

25 расширения пара, основанные на использовании сжатого водяного пара, полученного с помощью жара выхлопных газов, осуществляются в надлежащих случаях.

Предложенное устройство содержит один или несколько датчиков измерения температуры цилиндра, причем с учетом информации, полученной от указанных датчиков, система управления принимает решение о времени выполнения такта расширения пара,

30 основанного на подаче воды в камеру сгорания, и решение о количестве подаваемой воды, после чего посредством управляющих сигналов подает команду на впрыскивание воды. Система управления с помощью датчиков измерения давления сжатого водяного пара определяет, когда и в каком количестве сжатый водяной пар должен быть подан в камеру сгорания и посредством управляющего сигнала дает команду на впрыскивание водяного

35 пара. Сжатый водяной пар предпочтительнее подавать тогда, когда его давление достигает уровня, при котором работа, производимая за время такта расширения пара, является по существу такой же, как и во время всех последующих рабочих тактов, так, чтобы, например, водитель автомобиля не ощущал каких-либо изменений в работе двигателя. Система управления обеспечивает достижение наивысшей эффективности

40 чередования тактов горения и вышеописанных тактов расширения пара.

Такт расширения пара также можно выполнять после смешения двух описанных выше способов. Это не противоречит сути изобретения. Более того, объем правовой охраны изобретения распространяется также на случай, при котором воду испаряют на

45 поверхностях, окружающих камеру сгорания снаружи, или случай, допускающий выполнение этого испарения в сочетании со способом, описанным выше.

Ниже описан предпочтительный вариант выполнения изобретения, который проиллюстрирован со ссылкой на чертеж, упрощенно изображающий разрез части предложенного двигателя внутреннего сгорания.

Описание одного из вариантов выполнения изобретения

50 Чертеж дает иллюстративное упрощенное изображение предложенного устройства и показывает цилиндр 1 с поршнем 16. Устройство содержит впускной клапан 2 и выпускной клапан 3, которые являются управляемыми клапанами и показаны в момент, наступающий сразу после окончания такта выпуска, когда оба они закрыты. Поршень 16 достиг своей

верхней мертвой точки. В камеру сгорания 15 для охлаждения окружающих ее поверхностей подводят воду посредством инжекционного клапана 10, причем испарение и увеличение давления происходят до рабочего такта расширения пара. Для приведения клапанов 2 и 3 в действие используется схема 4. Для сигнального управления схемой 4 и связанными с ней клапанами 2 и 3 используется электронная система 5 управления, функционально соединенная с указанной схемой 4. Для управления крутящим моментом используется элемент 6, функционально соединенный с системой 5 управления и выполненный, например, в виде педали акселератора. На градуированной дуге 9, установленной на валу 8 двигателя, имеется счетчик 7, который функционально связан с системой 5 управления и периодически направляет в эту систему 5 информацию о скорости вращения двигателя и о положении поршня 16 в цилиндре 1. Система 5 управления принимает решения о том, когда следует открывать и закрывать управляемые клапаны 2 и 3. Чтобы обеспечивать подачу воды или водяного пара в камеру 15, используется схема 11 управления текучей напорной средой, функционально связанная с системой 5 управления и предназначенная для приведения в действие средства, образованного инжекционным клапаном 10. Для рециркуляции водяного пара, чтобы его можно было впрыскивать посредством клапана 10, в двигателе используется возвращающий элемент 14. Испарение воды происходит в парогенераторе, который соединен с системой выпуска газа и с манометрами 13 и при этом функционально связан с системой 5 управления, причем по сигналу системы 5 схеме 11, которая, в свою очередь, приводит в действие инжекционный клапан 10, указанная вода через возвращающий элемент 14 поступает в камеру 15 сгорания. Информацию о текущей температуре цилиндра система 5 управления получает от термометра 12, функционально связанного с этой системой 5. Система 5 использует информацию о температуре цилиндра для определения момента, когда схеме 4 следует дать команду на закрытие клапанов 2 и 3 и когда схеме 11 следует дать команду на приведение в действие инжекционного клапана 10 для осуществления впрыска воды в камеру 15. Вся вода и весь используемый водяной пар смешиваются с выхлопными газами и поступают в систему выпуска газа. В теплообменнике 17, функционально связанном с системой 5 управления и расположенном в системе выпуска газов ниже парогенератора по ходу потока, воду путем конденсации, т.е. воздушного охлаждения выхлопных газов, в необходимом количестве получают обратно. Эта вода, т.е. конденсат, перед использованием проходит очистку в фильтре 21 для отделения частиц, расположенном в теплообменнике 17. С одной стороны, указанную обработку выполняют в отношении воды, которая предназначена для охлаждения внутренних поверхностей, ограничивающих камеру сгорания, с другой стороны, в отношении воды, которая должна превращаться в пар посредством жара выхлопных газов. Воду, впрыскиваемую в камеру сгорания, подают в схему 11 через возвращающий элемент 18. Из теплообменника 17 вода поступает в парогенератор, снабженный манометром 13. Инжекционный клапан 10 может быть разделен на два отдельных клапана - один для воды, другой - для водяного пара. В двигателях, работающих по циклу Отто, инжекционный клапан также может быть соединен со свечой зажигания и/или с клапаном впрыска топлива. В дизельных двигателях он может быть соединен с клапаном впрыска топлива. Для того чтобы посредством возвращающего элемента 20 осуществлять подачу выхлопных газов в двигатель в надлежащем количестве, их можно накапливать с помощью собирающего элемента 19, функционально связанного с системой 5 управления. Обычно это называют рециркуляцией отработавших газов. Связь между собирающим элементом 19 и возвращающим элементом 20 и функциональная связь с системой 5 управления на чертеже не показаны.

Следует иметь в виду, что для специалиста данной области техники являются очевидными различные варианты выполнения предложенных и описанных выше устройства и способа, если эти варианты не выходят за пределы правовой охраны изобретения, которая определена в прилагаемой формуле и подкреплена описанием и прилагаемым чертежом.

Следует также подчеркнуть, что в предпочтительном случае предложенное устройство содержит все элементы, упоминаемые при описании его предпочтительного варианта выполнения, хотя данное условие не является обязательным.

5

Формула изобретения

1. Способ управления двигателями внутреннего сгорания для преобразования в полезную работу тепла, образуемого во время горения в цилиндре и в выхлопных газах, в котором рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара, причем воду и/или водяной пар подают в камеру (15) сгорания в конце такта выпуска, отличающийся тем, что двигатель содержит управляемые клапаны (2, 3), управление которыми осуществляют на основе электронной системы управления, основанной на компьютерной программе, причем в ответ на выданный системой управления сигнал, указывающий на необходимость подачи воды/водяного пара в камеру (15) сгорания, впускные клапаны в эту камеру сгорания закрывают.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что путем подачи воды охлаждают верхнюю часть поршня (16), совершающего возвратно-поступательные движения в цилиндре (1), и горячие поверхности, ограничивающие камеру (15) сгорания, причем вода при соприкосновении с горячими поверхностями испаряется.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что подводимый водяной пар создают путем испарения воды с помощью жара выхлопных газов.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что температуру подаваемой в камеру (15) сгорания воды адаптируют для обеспечения ее испарения при введении в камеру сгорания или при соприкосновении с ее горячими поверхностями, без необходимости дополнительного нагрева.

5. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что связанную с двигателем систему выпуска газов изолируют для уменьшения внешнего охлаждения окружающей средой находящихся в указанной системе выхлопных газов.

6. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что цилиндр или цилиндры (1) двигателя изолируют для уменьшения внешнего охлаждения указанного цилиндра или цилиндров (1).

7. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что после конденсации водяного пара в системе выпуска газов, связанной с двигателем, из воды, подаваемой в камеру сгорания (15) или используемой для получения водяного пара, отфильтровывают частицы.

8. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что его осуществляют посредством системы (5) управления, которая содержит компьютерную программу и выполнена с возможностью оптимального чередования тактов горения и тактов расширения пара.

9. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что для некоторых тактов расширения пара выбирают в основном подачу воды в камеру (15) сгорания, а для остальных тактов расширения пара выбирают в основном подачу водяного пара в указанную камеру (15).

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что такты расширения пара, в которых в основном подают воду, выполняют с учетом температуры стенок цилиндра и с частотой, достаточной для предотвращения перегрева цилиндра или цилиндров (1) двигателя.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что подачу водяного пара осуществляют тогда, когда давление пара достигает уровня, при котором работа, выполняемая во время такта расширения пара, по существу, равна работе, выполняемой во время остальных рабочих тактов.

12. Двигатель внутреннего сгорания, содержащий по меньшей мере один цилиндр (1), поршень (16) возвратно-поступательного хода, расположенный в указанном цилиндре (1), камеру сгорания, ограниченную цилиндром (1) и поршнем (16), электронную систему (5) управления и средства впрыскивания воды или водяного пара в камеру (15) сгорания, при этом система (5) управления выполнена с возможностью управления средствами (10) впрыскивания воды или водяного пара, так что рабочие такты, основанные главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими

тактами, основанными главным образом на расширении водяного пара, и вода и/или водяной пар подаются в камеру (15) сгорания в конце такта выпуска, отличающийся тем, что он содержит впускные и выпускные клапаны (2, 3), управляемые электронной системой (5) управления, причем впускные клапаны (2) в камеру (15) сгорания выполнены с

5 возможностью закрытия в ответ на сигнал системы (5) управления, предписывающий подачу воды/водяного пара в камеру (15) сгорания.

13. Компьютерный программный продукт, хранимый на машиночитаемых носителях компьютерных программ и предназначенный для осуществления способа по пп.1-11 в двигателе внутреннего сгорания по п.12.

10

15

20

25

30

35

40

45

50