

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041275**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.03

(51) Int. Cl. **F02B 75/02** (2006.01)
F02D 35/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202100153

(22) Дата подачи заявки
2021.03.16

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(43) **2022.09.28**

(56) EA-A1-201200367
RU-C2-2440500
WO-2020205073
JP-A-201174873
JP-A-2006274857

(96) **2021/EA/0016 (BY) 2021.03.16**
(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АНТОНЕНКО АЛЕКСАНДР
НИКОЛАЕВИЧ (BY)**

(72) Изобретатель:
**Антоненко Александр Николаевич,
Антоненко Андрей Александрович
(BY)**

(57) Задачей изобретения является снижение токсичности отработавших газов и повышение экономичности дизельного двигателя. Указанная техническая задача решается тем, что согласно способу управления работой дизельного двигателя, содержащего по две отдельные камеры сгорания равного объема в каждом рабочем цилиндре и систему топливоподачи с электронным блоком управления, позволяющую при работе двигателя с полной нагрузкой осуществлять подачу топлива в рабочий цилиндр, как по четным, так и по нечетным рабочим циклам одновременно двумя электромагнитными форсунками подачи топлива в две отдельные камеры сгорания, а при работе двигателя на частичных нагрузках и холостом ходу форсунки подачи топлива работают поочередно, например, первой электромагнитной форсункой подачи топлива выполняют впрыск топлива по четным рабочим циклам в первую камеру сгорания, а второй электромагнитной форсункой подачи топлива осуществляют впрыск топлива по нечетным рабочим циклам во вторую камеру сгорания, при этом цикловая подача топлива каждой форсунки соответствует всему воздушному заряду, подвергаемому сжатию в обеих камерах сгорания и нагрузке дизеля.

041275
B1

041275
B1

Изобретение относится к области двигателей внутреннего сгорания, в частности, к способам работы дизельных двигателей автотранспортных средств.

Известен способ работы двухтактного двигателя внутреннего сгорания с регулируемой камерой сгорания в зависимости от осуществления рабочего цикла. При этом на режимах малых нагрузок двигатель начинает работать как четырехтактный с одним рабочим тактом на четыре хода поршня. Объем камеры сгорания при этом уменьшаются. С увеличением нагрузки двигатель переходит на работу в двухтактном режиме, а объем камеры сгорания увеличивается. Устройство управления рабочим циклом содержит первый блок управления двигателем в двухтактном режиме, второй блок, управляющий двигателем в четырехтактном режиме; блок для переключения между первым и вторым блоками управления [1].

При таком способе работы двигателя внутреннего сгорания токсичность отработавших газов снижается. Однако реализация данного способа требует существенных изменений в конструкции двигателя.

Известен способ управления работой автомобильного четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, содержащего по меньшей мере один цилиндр с поршнем, кинематически связанным с коленчатым валом, электромагнитную форсунку подачи топлива и два электронных блока управления подачей топлива: первый главный электронный блок управления выполнен с возможностью подачи электрических импульсов на электромагнитную форсунку подачи топлива по четным рабочим циклам на всех режимах работы двигателя, а второй электронный блок управления выполнен с возможностью подачи электрических импульсов на электромагнитную форсунку подачи топлива по нечетным рабочим циклам, при котором подают электрические импульсы на электромагнитную форсунку подачи топлива от двух электронных блоков управления подачей топлива одновременно при пуске холодного двигателя или при работе его на полной мощности, впрыскивая топливо в цилиндр в каждом рабочем цикле, и отключают второй электронный блок управления подачей топлива при работе двигателя на режимах холостого хода и частичных нагрузках, близких к режиму холостого хода, исключая впрыск топлива в цилиндр по его нечетным рабочим циклам, а осуществляют впрыск топлива в цилиндр только по четным рабочим циклам путем подачи электрических импульсов на электромагнитную форсунку подачи топлива от первого главного блока управления подачей топлива, при этом отключение второго блока управления подачей топлива по нечетным рабочим циклам осуществляют автоматически при снижении нагрузки на двигатель внутреннего сгорания и достижении разряжения вблизи впускных клапанов в пределах 0,03-0,05 МПа, а включается второй электронный блок управления подачей электрических импульсов на электромагнитную форсунку подачи топлива по нечетным рабочим циклам при полном открытии дроссельной заслонки [2].

Проведенные автором экспериментальные исследования предлагаемого способа подачи топлива при работе двигателя на режимах холостого хода и частичных нагрузок полностью подтвердили снижение токсичных выбросов в окружающую среду, доказав необходимость совершенствования управления автомобильным двигателем внутреннего сгорания.

Однако этот способ пригоден только для двигателей внутреннего сгорания с впрыском легкого топлива и принудительным зажиганием.

Известна система управления впрыском топлива для дизельного двигателя, предназначенная для выполнения множественных впрысков топлива, чтобы вызвать множественное сгорание. Электронный блок управления спроектирован для выполнения во время такта сжатия основного впрыска и нескольких предварительных впрысков перед основным впрыском, а также для обеспечения отношения максимального количества впрыска нескольких опережающих впрысков к количеству впрыска основного впрыска. Впрыск становится меньше, когда нагрузка дизельного двигателя меньше заданной нагрузки, чем когда нагрузка дизельного двигателя больше заданной нагрузки, и вызывает интервал впрыска между основным впрыском и одним из нескольких предварительных впрысков непосредственно перед основным впрыском, чтобы стать меньше, когда нагрузка дизельного двигателя меньше заданной нагрузки, чем когда нагрузка дизельного двигателя больше заданной нагрузки [3].

В известном способе работы повышается экономичность дизельного двигателя, хотя снижение вредных выбросов в отработавших газах незначительно, что сдерживает использования данного двигателя внутреннего сгорания в качестве силовой установки автомобиля, работающего с часто меняющейся нагрузкой.

Известно, что современный автомобиль в обычных условиях эксплуатации работает на полной нагрузке не больше 15-20% всего времени движения. Полные мощности используются сравнительно редко, только при движении автомобиля с ускорением или при преодолении больших подъемов, а в подавляющем большинстве случаев автомобиль эксплуатируется с частичными нагрузками, связанными с малыми цикловыми подачей топлива и его сгоранием в воздушном заряде цилиндра с большой степенью рециркуляции отработавших газов, что снижает экономичность дизеля. При увеличении степени рециркуляции возрастает длительность задержки воспламенения, уменьшается тепловыделение и снижается среднее индикаторное давление при расширении рабочих газов. Эти эффекты усиливаются при охлаждении рециркулирующих газов. Использование комбинированных сажевых фильтров не находит широкого практического применения ввиду их быстрозабываемости и малого ресурса. Все применяемые сегодня меры по снижению токсичных веществ в отработавших газах не отвечают в полной мере требованиям стандар-

та по экологии Евро-6 и требуют разработки принципиально новых решений. Экологическая чистота выхлопа должна обеспечиваться конструкцией самого дизельного двигателя, а не его выпускной системой, которая может быть заменена более простой и дешевой в период эксплуатации автомобиля. Дизельный двигатель автомобиля должен сам обеспечивать малотоксичный рабочий процесс.

Задачей изобретения является повышение экономичности дизельных двигателей автотранспортных средств и снижение токсичности отработавших газов при существенном уменьшении выбросов оксидов азота при работе дизеля на холостом ходу и частичных нагрузках.

Указанная техническая задача решается тем, что согласно способу управления работой дизельного двигателя, содержащего по меньшей мере один цилиндр с поршнем, кинематически связанным с коленчатым валом, две электромагнитные форсунки подачи топлива и две отдельные камеры сгорания равного объема, сообщающиеся между собой с помощью перепускного канала, выполненного в днище поршня, и систему топливоподачи с электронным блоком управления, при этом первая электромагнитная форсунка подачи топлива установлена с возможностью подачи топлива в первую камеру сгорания, а вторая электромагнитная форсунка подачи топлива установлена с возможностью подачи топлива во вторую камеру сгорания; при работе дизельного двигателя с полной нагрузкой подачу топлива в цилиндр по четным и нечетным рабочим циклам осуществляют одновременно двумя электромагнитными форсунками подачи топлива в две отдельные камеры сгорания, сообщенные между собой каналом, выполненным в днище поршня, а при работе дизельного двигателя на частичных нагрузках и холостом ходу подачу топлива осуществляют следующим образом: первой электромагнитной форсункой подачи топлива выполняют впрыск топлива только по четным рабочим циклам в первую камеру сгорания, а второй электромагнитной форсункой подачи топлива осуществляют впрыск топлива только по нечетным рабочим циклам во вторую камеру сгорания, при этом цикловая подача топлива каждой форсунки соответствует всему воздушному заряду, подвергаемому сжатию в цилиндре дизельного двигателя.

На фиг. 1 представлена схема дизельного двигателя внутреннего сгорания, работающего по предлагаемому способу с двумя полуразделенными вихревыми камерами сгорания; на фиг. 2 представлена схема дизельного двигателя внутреннего сгорания, работающего по предлагаемому способу с двумя разделенными камерами сгорания, выполненными в корпусе цилиндра.

Сам двигатель внутреннего сгорания (фиг. 1, 2) не отличается от традиционного и содержит по меньшей мере один цилиндр 1 с поршнем 2, кинематически связанным с коленчатым валом 3. Две электромагнитные форсунки подачи топлива 4 и 5 обеспечивают впрыск топлива в две отдельные камеры сгорания 6 и 7, выполненные равного объема. Топливо из бака к электромагнитным форсункам подачи топлива 4 и 5 подается системой топливоподачи с электронным блоком управления 8, позволяющим оптимальным для нагрузочного режима двигателя образом управлять продолжительностью, фазами и законом подачи топлива. В днище поршня 2 выполнен перепускной канал 9, соединяющий камеры сгорания 6 и 7, при расположении поршня 2 вблизи верхней мертвой точки. В момент подхода поршня 2 к верхней мертвой точке, поршень 2 может своим телом частично перекрывать соединительный канал 10 камер сгорания 6 и 7 с перепускным каналом 9, выполненным в днище поршня 2 (фиг. 2).

Способ работы осуществляют следующим образом. На номинальной и максимальной мощности дизельного двигателя электронный блок управления 8 посылает свои импульсы по проводам на катушки электромагнитных форсунок подачи топлива 4 и 5, которые одновременно как по четным, так и по нечетным рабочим циклам выполняют цикловую подачу топлива в отдельные камеры сгорания 6 и 7. Каждая электромагнитная форсунка подачи топлива 4 и 5 впрыскивает 0,5 расчетной цикловой подачи топлива, рассчитанной по величине воздушного заряда цилиндра двигателя. Во избежание образования большого количества оксидов азота NO_x топливо в камерах сгорания 6 и 7 сгорает с умеренным недожогом и увеличенным содержанием продуктов неполного сгорания и первичных частиц сажи. При вращении кривошипа коленчатого вала 3 и прохождения поршнем 2 верхней мертвой точки горючая смесь из камер сгорания 6 и 7 будет выброшена в перепускной канал 9 содержащим большое количество сжатого чистого воздуха. Наличие свободного атомарного кислорода в перепускном канале 9 при высокой температуре смеси (более 1600°C) обеспечит полное дожигание продуктов неполного сгорания и первичных частиц сажи в конечной фазе сгорания. Необходимо отметить, что сгорания топлива в камерах сгорания 6 и 7 происходит с некоторым дефицитом кислорода при обогащенной топливно воздушной смеси. Такое протекание рабочего процесса в камере сгорания не приводит к повышенному образованию оксидов азота NO_x .

При работе дизельного двигателя на частичных нагрузках и холостом ходу подачу топлива осуществляют следующим образом: первой электромагнитной форсункой подачи топлива 4 выполняют впрыск топлива только по четным рабочим циклам в первую камеру сгорания 6, а второй электромагнитной форсункой подачи топлива 5 осуществляют впрыск топлива только по нечетным рабочим циклам во вторую камеру сгорания 7, при этом цикловая подача топлива каждой форсунки соответствует всему воздушному заряду, подвергаемому сжатию в двух камерах сгорания цилиндра дизельного двигателя. На переходных режимах работы одна электромагнитная форсунка подачи топлива может работать как по четным, так и по нечетным рабочим циклам, а вторая электромагнитная форсунка подачи топлива, например, только по нечетным рабочим циклам и наоборот. Малотоксичный рабочий процесс при работе

дизельного двигателя на частичных нагрузках и холостом ходу обеспечивается следующим образом. Для снижения образования оксидов азота NO_x , первая стадия сгорания топлива осуществляется в каждой камере сгорания 6 и 7 поочередно через четыре оборота коленчатого вала при сильно обогащенной рабочей смеси (все топлива одного цикла, рассчитанное электронным блоком управления 8 в соответствии с загрузкой двигателя и зарядом воздуха при формировании обедненной смеси, впрыскивается только одной форсункой подачи топлива в одну из камер сгорания, вследствие рабочей смеси переобогащается топливом) в условиях недостатка кислорода за фронтом пламени, а вторая стадия диффузионного сгорания протекает в перепускном канале 9 при обедненной смеси и интенсивной турбулизации топливно-воздушной смеси за счет скоростного истечения чистого воздуха из второй камеры сгорания, где электромагнитная форсунка подачи топлива не выполняет впрыск топлива в камеру сгорания. Такое исполнение рабочего процесса в цилиндре дизельного двигателя в условиях частичных нагрузок и переходных режимов тормозит процесс образования NO_x из-за дефицита кислорода на первой стадии сгорания топлива в условиях высоких температур, а на второй стадии в период догорания топлива процесс образования оксидов азота NO_x прекращается в результате снижения общего температурного уровня рабочих газов в цилиндре двигателя. Снижение содержания продуктов неполного сгорания в отработавших газах происходит за счет выброса большого количества свободного кислорода из второй камеры сгорания в перепускной канал 9 и турбулизации смеси в конечной фазе сгорания. Высокая степень использования кислорода позволяет достигнуть на частичных нагрузках и холостом ходу более низких, чем у дизелей, оборудованных одной форсункой подачи топлива на один цилиндр показателей содержания токсичных веществ в отработавших газах. Сокращение периода задержки воспламенения топлива обеспечивается существенным сокращением степени рециркуляции (или ее отсутствием) и снижением количества инертных газов в рабочем воздушном заряде при возрастании в нем процентного содержания атомарного кислорода в момент начала впрыска топлива. Необходимо отметить, что в предлагаемом малотоксичном рабочем процессе в начальный период сгорания рабочая смесь содержит высокий процент содержания кислорода при его общем количественном дефиците, что снижает интенсивность тепловыделения и температуру рабочих газов при соблюдении условия минимальной задержки воспламенения топлива. Вместе с тем в конечной фазе сгорания топлива в период диффузного сгорания при обедненной рабочей смеси, за счет скоростного истечения чистого воздуха из второй камеры сгорания, где электромагнитная форсунка подачи топлива не выполняет впрыск топлива в камеру сгорания и ее турбулизации интенсивно нарастает скорость сгорания и тепловыделение. Этому также способствует снижение количества инертных газов в рабочем воздушном заряде при возрастании процентного содержания атомарного кислорода в рабочей смеси. Высокая скорость сгорания топлива повышают температуру рабочих газов и их давление в начале рабочего хода, что повышает среднее индикаторное давление цикла и термический КПД дизеля. Высокая температура рабочей смеси при избытке кислорода в период догорания топлива обеспечивает полное сгорание компонентов несгоревшего топлива и минимальное содержание в отработавших газах углеводородов и сажи.

Таким образом согласованная работа двух электромагнитных форсунок подачи топлива в две отдельные камеры сгорания равного объема, сообщающихся между собой с помощью перепускного канала, выполненного в днище поршня, реализуют в наибольшей мере малотоксичный процесс сгорания топлива в дизельном двигателе, работающем с переменным режимом нагрузок и обеспечивающий минимальный уровень токсичности и дымности дизеля путем предлагаемой организации протекания процесса сгорания топлива на переходных режимах и холостом ходу двигателя внутреннего сгорания с впрыском топлива в камеру сгорания.

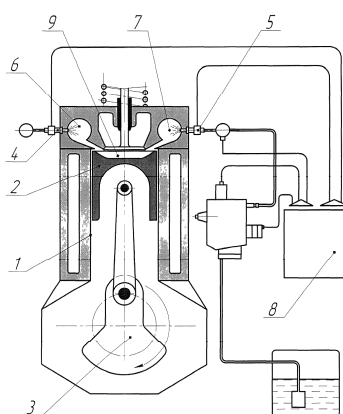
Источники информации, принятые во внимание:

1. Заявка JP 4244603B2, F02B 75/00, 2004 г.
2. Патент BY 20214, F02D 13/00, 2014 г.
3. Патент US 2021 054803, F02/B 52/12, 2021 г.

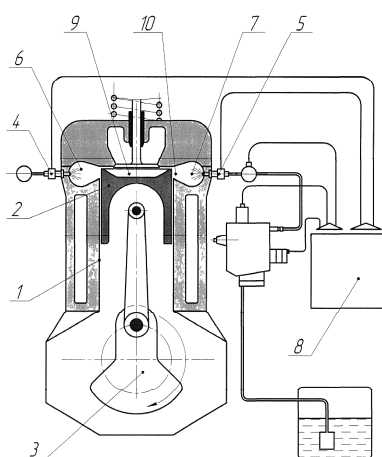
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ управления работой дизельного двигателя, содержащего по меньшей мере один цилиндр с поршнем, кинематически связанным с коленчатым валом, две электромагнитные форсунки подачи топлива и две отдельные камеры сгорания равного объема, сообщающиеся между собой с помощью перепускного канала, выполненного в днище поршня, и систему топливоподачи с электронным блоком управления, при этом первая электромагнитная форсунка подачи топлива установлена с возможностью подачи топлива в первую камеру сгорания, а вторая электромагнитная форсунка подачи топлива установлена с возможностью подачи топлива во вторую камеру сгорания, отличающийся тем, что при работе дизельного двигателя с полной нагрузкой подачу топлива в цилиндр по четным и нечетным рабочим циклам осуществляют одновременно двумя электромагнитными форсунками подачи топлива в две отдельные камеры сгорания, сообщающиеся между собой каналом, выполненным в днище поршня, а при работе дизельного двигателя на частичных нагрузках и холостом ходу подачу топлива осуществляют следующим образом: первой электромагнитной форсункой подачи топлива выполняют впрыск топлива только по чет-

ным рабочим циклам в первую камеру сгорания, а второй электромагнитной форсункой подачи топлива осуществляют впрыск топлива только по нечетным рабочим циклам во вторую камеру сгорания, при этом цикловая подача топлива каждой форсунки соответствует всему воздушному заряду, подвергаемому сжатию в цилиндре дизельного двигателя.



Фиг. 1



Фиг. 2

