

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9471

(13) С1

(46) 2007.06.30

(51) МПК (2006)
В 60W 10/00
В 60W 50/06

(54)

ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

(21) Номер заявки: а 20041258

(22) 2004.12.30

(43) 2006.06.30

(71) Заявитель: Белорусский Национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Бойков Владимир Петрович; Жданович Чеслав Иосифович; Герашенко Василий Васильевич; Миронов Константин Данилович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 5034 С1, 2003.

ВУ 3101 С1, 1999.

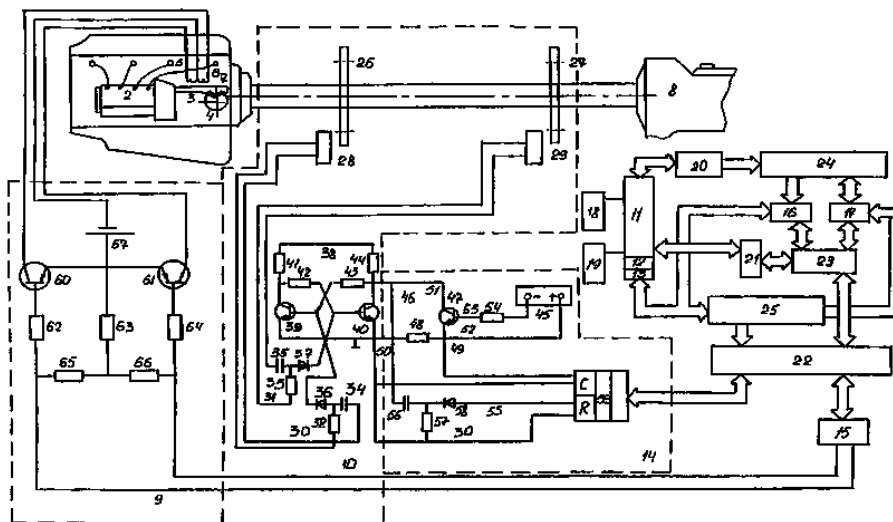
RU 2006386 С1, 1994.

GB 2177765 А, 1987.

US 2004/0053745 А1.

(57)

Транспортное средство, содержащее дизельный двигатель, топливный насос со всережимным регулятором, рейку топливного насоса, сравнивающий элемент, соленоид с двумя обмотками, соединенными по дифференциальной схеме, и подвижным сердечником, соединенным с рейкой топливного насоса, гидротрансформатор, усилитель мощности, выполненный фазочувствительным, выход которого подключен к обмоткам соленоида, датчик крутящего момента, установленный на валу, соединяющем маховик дизельного двигателя с насосным колесом гидротрансформатора, **отличающееся** тем, что содержит микропроцессор с внутренней памятью, выполненный в виде регистров общего назначения, аналого-цифровой преобразователь, цифроаналоговый преобразователь, оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, интерфейс с четырьмя входами, шину данных, шину адреса, шину



ВУ 9471 С1 2007.06.30

ВУ 9471 С1 2007.06.30

управления, при этом первым входом интерфейс соединен через аналого-цифровой преобразователь с датчиком крутящего момента, вторым - с цифроаналоговым преобразователем, третьим - через шину управления с микропроцессором, оперативным и постоянным запоминающими устройствами, четвертым - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса микропроцессор соединен с оперативным и постоянным запоминающими устройствами, которые соединены с шиной данных, выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом фазочувствительного усилителя мощности, причем сравнивающий элемент выполнен на двух регистрах общего назначения микропроцессора.

Изобретение относится к транспортным средствам с дизельными двигателями и может быть использовано для улучшения их топливной экономичности.

Известно транспортное средство [1], содержащее дизель, топливный насос со всережимным регулятором, рейку топливного насоса, сравнивающий элемент, соленоид с обмотками и подвижным сердечником, соединенный с рейкой топливного насоса, первый импульсный преобразователь частоты вращения маховика дизеля, второй импульсный преобразователь частоты вращения насосного колеса гидротрансформатора, усилитель мощности, формирователи, блок определения запаздывания, при этом импульсные преобразователи, формирователи и блок определения запаздывания выполнены в целом в виде датчика крутящего момента, установленного на валу, соединяющего маховик дизеля с насосным колесом гидротрансформатора, усилитель мощности выполнен фазочувствительным, обмотки соленоида соединены по дифференциальной схеме, первый вход сравнивающего элемента подключен к выходу датчика крутящего момента, второй вход сравнивающего элемента подключен к источнику напряжения постоянного тока, а выходом сравнивающий элемент соединен с входом фазочувствительного усилителя мощности, выход которого подключен к обмоткам соленоида.

Однако известное транспортное средство обладает недостаточной топливной экономичностью. Объясняется это тем, что при уменьшении или увеличении момента на валу двигателя, то есть при переходе на новые нагрузочные режимы его работы на втором входе сравнивающего элемента, подключенного к источнику постоянного тока, устанавливаются новые значения момента, относительно которых далее будет происходить увеличение или уменьшение подачи топлива в зависимости от изменения нагрузки, с недостаточной точностью. В результате этого происходит снижение топливной экономичности транспортного средства. Поэтому известное транспортное средство необходимо совершенствовать.

Известно транспортное средство [2] - прототип, содержащее дизельный двигатель, топливный насос со всережимным регулятором, рейку топливного насоса, сравнивающий элемент, выполненный в виде первого и второго регуляторов напряжения, соленоид с обмотками и подвижным сердечником, соединенный с рейкой топливного насоса, гидротрансформатор, импульсный преобразователь частоты вращения маховика дизельного двигателя, импульсный преобразователь частоты вращения насосного колеса гидротрансформатора, усилитель мощности, формирователи, блок определения запаздывания, при этом импульсные преобразователи, формирователи и блок определения запаздывания выполнены в целом в виде датчика крутящего момента, установленного на валу, соединяющем маховик дизельного двигателя с насосным колесом гидротрансформатора, усилитель мощности выполнен фазочувствительным, обмотки соленоида соединены по дифференциальной схеме, первый вход сравнивающего элемента подключен к выходу датчика крутящего момента, второй вход сравнивающего элемента подключен к источнику напряжения постоянного тока, а выходом сравнивающий элемент соединен с входом фазочувствительного усилителя мощности, выход которого подключен к обмоткам соленоида, а

ВУ 9471 С1 2007.06.30

транспортное средство снабжено червячной передачей, червяк которой выполнен на подвижном сердечнике соленоида, а колесо червячной передачи кинематически связано со вторым регулятором напряжения сравнивающего элемента.

Недостатком известного транспортного средства является недостаточная топливная экономичность. Объясняется это тем, что крутящий момент на валу двигателя измеряется с помощью датчика крутящего момента, выполненного с применением импульсных преобразователей, отличающихся наличием динамических погрешностей при формировании прямоугольных импульсов на своем выходе и эти погрешности возрастают с увеличением частоты вращения вала двигателя. Кроме того, датчик крутящего момента выполнен с применением блока определения запаздывания, также обладающего динамическими погрешностями из-за выполнения в блоке определения запаздывания операции интегрирования на базе сглаживающего фильтра в виде простейшей цепи и состоящего из диода и конденсатора. Из-за этого точность измерения момента на валу двигателя снижается. Сравнение измеренного значения момента и заданного значения осуществляется сравнивающим элементом, выполненным на таких аналоговых элементах как переменные резисторы, точность операции сравнения измеренной и заданной величин моментов также невелика. Поэтому топливная экономичность известного транспортного средства является недостаточной и устранением перечисленных недостатков необходимо ее увеличить.

Задачей изобретения является улучшение топливной экономичности транспортного средства путем совершенствования системы автоматического управления подачей топлива в цилиндры дизельных двигателей.

Сущность изобретения заключается в том, что транспортное средство, содержащее дизельный двигатель, топливный насос со всережимным регулятором, рейку топливного насоса, сравнивающий элемент, соленоид с двумя обмотками, соединенными по дифференциальной схеме, и подвижным сердечником, соединенным с рейкой топливного насоса, гидротрансформатор, усилитель мощности, выполненный фазочувствительным, выход которого подключен к обмоткам соленоида, датчик крутящего момента, установленный на валу, соединяющем маховик дизельного двигателя с насосным колесом гидротрансформатора, дополнительно содержит микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, аналого-цифровой преобразователь, цифроаналоговый преобразователь, оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, интерфейс с четырьмя входами, шину данных, шину адреса, шину управления, при этом первым входом интерфейс соединен через аналого-цифровой преобразователь с датчиком крутящего момента, вторым - с цифроаналоговым преобразователем, третьим - через шину управления с микропроцессором, оперативным и постоянным запоминающими устройствами, четвертым - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса микропроцессор соединен с оперативным и постоянным запоминающими устройствами, которые соединены с шиной данных, выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом фазочувствительного усилителя мощности, причем сравнивающий элемент выполнен на двух регистрах общего назначения микропроцессора.

Предлагаемое устройство позволяет определять практически мгновенно и с высокой точностью крутящий момент на валу двигателя, сравнивать измеренное значение момента с заданным с высокой точностью, соединение интерфейса вторым каналом с цифроаналоговым преобразователем, соединение выхода цифроаналогового преобразователя с входом фазочувствительного усилителя мощности позволяет при появлении на выходе цифроаналогового преобразователя сигнала разности между действительным значением момента на валу двигателя и заданным его значением подать этот сигнал на вход усилителя мощности для его усиления, преобразования с помощью соленоида в перемещение рейки топливного насоса с целью изменения момента, развиваемого двигателем, до тех

ВУ 9471 С1 2007.06.30

пор, пока эта разность не станет равной нулю. Так как измерение момента на валу и сравнение его измеренного и действительного значений происходит в цифровой форме с высокой точностью и без запаздывания, то топливная экономичность заявляемого транспортного средства лучше, чем известных транспортных средств.

На чертеже изображена схема транспортного средства.

Транспортное средство содержит дизельный двигатель 1, топливный насос 2 с всережимным регулятором, рейку 3 топливного насоса 2, соленоид 4 с двумя обмотками 5, 6, соединенными по дифференциальной схеме, и подвижным сердечником 7, соединенным с рейкой 3 топливного насоса 2, гидротрансформатор 8, усилитель 9 мощности, выполненный фазочувствительным, выход которого подключен к обмоткам 5,6 соленоида 4, датчик 10 крутящего момента, установленный на валу, соединяющем маховик дизельного двигателя 1 с насосным колесом гидротрансформатора 8, микропроцессор 11, имеющий внутреннюю память, выполненную в виде регистров 12, 13 общего назначения, аналого-цифровой преобразователь 14, цифроаналоговый преобразователь 15, оперативное и постоянное запоминающие устройства 16 и 17, генератор 18 тактовой частоты, таймер 19, буфер 20 адреса, буфер 21 данных, интерфейс 22 с четырьмя входами, шину 23 данных, шину 24 адреса, шину 25 управления, сравнивающий элемент, выполненный на регистрах 12 и 13 общего назначения микропроцессора 11, при этом первым входом интерфейс 22 соединен через аналого-цифровой преобразователь 14 с датчиком 10 крутящего момента, вторым входом соединен с цифроаналоговым преобразователем 15, третьим входом соединен через шину 25 управления с микропроцессором 11, четвертым входом соединен через шину 23 данных и буфер 21 данных с микропроцессором 11, который соединен с генератором 18 тактовой частоты и таймером 19, а через буфер 20 адреса и шину 24 адреса микропроцессор 11 соединен с оперативным и постоянным запоминающими устройствами 16 и 17, а выходом цифроаналоговый преобразователь 15 соединен с входом фазочувствительного усилителя 9 мощности.

Датчик 10 крутящего момента на валу дизельного двигателя 1 транспортного средства содержит металлические диски 26 и 27 с радиальными прорезями и выступами, установленные по концам вала, преобразователи 28 и 29 импульсные, установленные с обеспечением возможности прохождения прорезей и выступов каждого диска вблизи соответствующего преобразователя, подключенные к выходам преобразователей 28 и 29 дифференцирующие цепи 30 и 31, выполненные на резисторах 32 и 33, конденсаторах 34 и 35 с подключенными к их выходам диодами 36 и 37, триггер 38, выполненный на первом 39 и втором 40 биполярных транзисторах и четырех 41, 42, 43, 44 резисторах, при этом базы транзисторов 39, 40 подключены к дифференцирующим цепям 30 и 31 с диодами 36 и 37.

Аналого-цифровой преобразователь 14 имеет генератор 45 стабильной частоты с положительным и отрицательным выводами, транзисторный ключ 46, включающий в себя транзистор 47, резистор 48 нагрузки с выводами 49 и 50, при этом коллектор 51 транзистора 47 соединен с коллектором транзистора 40 триггера 38, эмиттер 52 соединен с положительным выводом генератора 45, а также с выводом 49 резистора 48 нагрузки, база 53 транзистора 47 посредством резистора 54 подключена к отрицательному выводу генератора 45, а вывод 50 резистора 48 нагрузки соединен с эмиттерами транзисторов 39, 40 триггера 38, дифференцирующую цепь 55, выполненную на резисторе 56 и конденсаторе 57 и подключенную к выходу триггера 38, диод 58, последовательно соединенный с выходом дифференцирующей цепи 55, суммирующий счетчик 59, счетный вход С которого подключен на выводы 49 и 50 резистора 48 нагрузки, вход R установки нуля счетчика 59 подключен посредством дифференцирующей цепи 55 с диодом 58 к выходу триггера 38.

Усилитель 9 мощности включает в себя транзисторы 60 и 61, резисторы 62, 63, 64, 65, 66, источник 67 постоянного тока.

ВУ 9471 С1 2007.06.30

При работе транспортного средства на заданном водителем и поддерживаемом всережимным регулятором скоростном режиме путем перемещения рейки 3 топливного насоса 2 вал двигателя 1 вращается и при включении устройства в исходном состоянии транзистор 40 триггера 38 открыт, а транзистор 39 закрыт. Поэтому напряжение на коллекторе транзистора 40 равно нулю. На выходе преобразователя 28 при вращении вала с диском 26 формируется первый импульс, он дифференцируется цепью 30, выпрямляется диодом 36, образуется положительный импульс, который подается на базу транзистора 39. Транзистор 39 открывается, а транзистор 40 закрывается. На коллекторе транзистора 40 появляется положительное напряжение, которое подается на коллектор транзистора 47. При наличии на базе 53 транзистора 47 положительного импульса, поступающего от генератора 45, транзистор 47 на время, равное длительности этого положительного импульса открывается. Поэтому на резисторе 48 нагрузки появляется импульс напряжения. На резисторе 48 такие положительные импульсы выделяются на протяжении времени, пока транзистор 40 закрыт. Во время эксплуатации вал закручивается на угол, пропорциональный приложенному моменту. Диск 27 закручивается относительно диска 26. Поэтому на выходе преобразователя 29 формируется импульс, имеющий фазовое смещение относительно первого импульса, сформированного преобразователем 28. Этот импульс дифференцируется цепью 31, выпрямляется диодом 37, образуется положительный импульс, который подается на базу транзистора 40. Транзистор 40 открывается, а транзистор 39 закрывается. На коллекторе транзистора 40 опять устанавливается напряжение, равное нулю, которое подается на коллектор транзистора 47. Транзистор 47 закрывается, импульсы напряжения, поступающие от генератора 45, на резистор 48 нагрузки не проходят. Таким образом, на протяжении длительности импульса, пропорциональной величине крутящего момента на валу двигателя 1, короткие импульсы от генератора 45 проходят на резистор 48 и далее поступают на счетный вход счетчика 59. Количество импульсов, поступающих на счетный вход счетчика 59, пропорционально длительности импульса, сформированного триггером, а значит и величине крутящего момента на валу двигателя. При этом первое зафиксированное число на выходе счетчика 59 посредством интерфейса 22, шины 23 данных, буфера 21 данных записывается в регистр 12 общего назначения микропроцессора 11, второе зафиксированное число на выходе счетчика 59 записывается в регистр 13 общего назначения микропроцессора 11.

Обработка сигналов о моменте на валу (фигура) с целью получения текущих значений момента осуществляется микропроцессором 11 по программе, которая состоит из команд. Программа вычисления значений момента записана в постоянном запоминающем устройстве 17. При этом в ходе работы микропроцессор 11 выдает на шину 24 адреса номер ячейки постоянного запоминающего устройства 17, где хранится команда, которую необходимо выполнить по программе. По шине 25 управления в постоянное запоминающее устройство 17 поступают сигналы, обеспечивающие чтение содержимого этой ячейки памяти. Запрошенная команда выдается на шину 23 данных и через буфер 21 данных, принимается микропроцессором 11 и расшифровывается как операция вычитания цифрового кода, записанного в регистр 13 из цифрового кода записанного в регистр 12. Таймером 19 задаются в определенное время команды управления и организуются временные задержки как для записи данных в регистры, так и для выполнения команд программы. Для синхронизации работы по обработке информации генератором 18 тактовой частоты на микропроцессор 11 подается последовательность тактовых импульсов.

В процессе работы транспортного средства при постоянном моменте на валу числа, записанные в регистрах 12 и 13 микропроцессора 11 имеют одинаковые значения и в результате выполнения операции вычитания числа, записанного в регистре 12 из числа, записанного в регистре 13, результат получается равным нулю.

При увеличении момента на валу число, записанное в регистре 13, больше числа, записанного в регистре 12, и в результате выполнения операции вычитания числа, записан-

BY 9471 C1 2007.06.30

ного в регистре 12, из числа, записанного в регистре 13, формируется цифровой сигнал разности записанных цифровых сигналов в регистрах. Этот сигнал подается через буфер 21 данных, шину 23 данных, интерфейс 22 на цифроаналоговый преобразователь 15. Если сигнал, записанный в регистр 13, больше сигнала, записанного в регистр 12, то на выходе цифроаналогового преобразователя 15 формируется аналоговый сигнал положительной полярности, который подается на вход усилителя 9. При этом транзистор 61 открывается, появляется ток в обмотке 5 соленоида 4, сердечник 7 которого перемещает рейку 3 в сторону увеличения подачи топлива до тех пор, пока на входе усилителя имеется сигнал.

Далее по программе сигнал в регистре 12 стирается, после чего в этот регистр записывается число, соответствующее значению момента в данный новый момент времени. В результате выполнения операции вычитания числа, записанного в регистре 13 из числа, записанного в регистре 12, вновь формируется сигнал разности записанных сигналов в регистрах. Через буфер 21 данных, шину 23 данных, интерфейс 22 он подается на цифроаналоговый преобразователь 15. Если сигнал, записанный в регистр 12, больше сигнала, записанного в регистре 13, то на выходе цифроаналогового преобразователя 15 формируется сигнал положительной полярности, который подается на вход усилителя 9. Транзистор 61 открывается, по обмотке 5 соленоида 4 протекает ток, сердечник 7 перемещается и перемещает рейку 3 в сторону увеличения подачи топлива до тех пор, пока на входе усилителя имеется сигнал. Если же сигнал, записанный в регистр 12, оказался меньше сигнала, записанного в регистр 13, то на выходе цифроаналогового преобразователя 15 в этом случае формируется сигнал отрицательной полярности, который подается на вход усилителя 9. Транзистор 60 открывается, по обмотке 6 соленоида 4 протекает ток, сердечник 7 перемещается и перемещает рейку в сторону уменьшения подачи топлива до тех пор, пока на входе усилителя имеется сигнал отрицательной полярности.

Предложенная микропроцессорная система управления подачей топлива в цилиндры дизельного двигателя имеет высокие показатели качества регулирования: малое перерегулирование, отсутствует колебательность, топливная экономичность машин повышается, а своевременное уменьшение или увеличение подачи топлива в цилиндры снижает также и токсичность отработавших газов.

Источники информации:

1. Патент РФ № 2006386, МПК 5 В 60 К 41/00, 1994.
2. Патент РБ № 5034, МПК⁷ В 60 К 41/99 // Бюл. № 1. - 2003.