

Изобретение относится к двигателестроению, в частности, к механизмам газораспределения, обеспечивающим газообмен в цилиндре двигателя.

Известен электрический привод клапана двигателя внутреннего сгорания, выбранный прототипом, содержащий корпус с размещенным на нем по оси привода первой и второй электрическими катушками с большим количеством витков, якорь-диск жестко связанный со штоком клапана, взаимодействующий с пружиной. Якорь-диск выполнен из ферромагнитного материала.

Однако, этот электрический привод не обеспечивает требуемых характеристик движения клапана механизма газораспределения, что отрицательно сказывается на топливной экономичности двигателя.

В основу изобретения поставлена задача создать такой электрический привод клапана двигателя внутреннего сгорания с блоком управления, в котором новое выполнение блока управления и элементов конструкции электромагнитного привода обеспечивает оптимальное время открытого состояния клапана при минимальном времени движения клапана на закрытие и, таким образом, повышает топливную экономичность двигателя.

Поставленная задача достигается тем, что в электрическом приводе клапана двигателя внутреннего сгорания с блоком управления, содержащем корпус с размещенным в нем по оси привода первой и второй электрическими катушками, якорь-диск, жестко связанный со штоком клапана, взаимодействующий с пружиной, согласно изобретению, якорь-диск снабжен гильзой из электропроводного материала, жестко связанный с базовой поверхностью якоря-диска, вторая катушка выполнена из двух секций одинаковой длины, первая катушка установлена в выточке торцовой поверхности корпуса, обращенной к якорю-диску, при этом первая катушка охвачена второй секцией второй катушки, на торцовой поверхности якоря-диска, обращенной к торцовой поверхности первой катушки, выполнена выборка с возможностью прилегания торцевой части якоря-диска к торцовой поверхности первой катушки при полном открытии клапана, причем ширина периферийной части якоря-диска выполнена не менее максимального хода клапана, блок управления выполнен с тремя выходами и пятью входами для подключения к источнику питания и микропроцессорному модулю управления режимами работы двигателя, причем, первый, второй и третий выходы блока управления подключены соответственно к первой и второй секциям второй катушки, и к выводам первой катушки.

Задача решается также тем, что первая катушка установлена в выточке, выполненной из ферромагнитного материала.

Задача решается также тем, что часть якоря, прилегающая к торцовой поверхности первой катушки, выполнена из ферромагнитного материала.

Задача решается также тем, что гильза на боковой поверхности якоря-диска выполнена из материала с более высокой, чем у стали, электропроводностью.

Указанные особенности конструкции электромагнитного привода обеспечивают возникновение импульса электродинамической силы за счет взаимодействия вихревых токов в якоря-диске с магнитным полем электрических катушек, причем этот импульс практически не изменяется на протяжении всего хода клапана. В сочетании с новым выполнением блока управления, который регулирует время включения первой и второй электрических катушек (катушки удержания и секционированной катушки), обеспечивается оптимальное время открытого состояния клапана при минимальном времени движения клапана на закрытие.

Установка первой катушки в выточке, выполненной из ферромагнитного материала, по п. 2 формулы обеспечивает усиление постоянного магнитного потока, который при полностью открытом клапане замыкается по выточке и части якоря-диска, прилегающего к торцовой поверхности первой катушки. В результате усиливается сила электромагнитного прижатия, которая будет удерживать клапан в открытом состоянии при прекращении действия электродинамической силы до тех пор, пока через первую катушку будет протекать ток.

Обеспечение такого же технического результата достигается также выполнением части якоря-диска, прилегающего к торцовой поверхности первой катушки, из ферромагнитного материала по п. 3 формулы.

Выполнение гильзы на боковой поверхности якоря диска из материала с более высокой, чем у стали, электропроводностью по п. 4 формулы направлено на обеспечение полного перемещения клапана при достаточно большом его ходе. В этом случае между катушкой и поверхностью якоря-диска существует значительный зазор, уменьшающий электродинамическую силу. Возникновение вихревых токов в токопроводящем слое якоря-диска при указанном варианте выполнения создает импульс электродинамической силы, который практически не изменяется на протяжении всего хода клапана.

Сдвиг якоря-диска в направлении движения клапана на 1/4 длины первой секции второй катушки по п. 5 формулы призван увеличить значение среднего механического усилия, возникающего по закону Ампера при взаимодействии индуцированных в гильзе вихревых токов с магнитным полем второй катушки, и таким образом улучшить динамику движения клапана.

Электрический привод клапана двигателя внутреннего сгорания с блоком управления поясняется чертежами на фиг. 1. фиг. 2.

На фиг. 1 представлен общий вид привода клапана двигателя внутреннего сгорания с блоком управления.

На фиг. 2 показаны графики действующих на клапан величины силы тока  $I$ , протекающего по обмоткам первой и второй катушки, силы  $F$ , действующей на клапан, перемещения клапана  $h$ , величина силы тока управления.

Электрический привод клапана содержит корпус 1 с размещенными в нем по оси привода первой 2 и второй электрическими катушками, причем вторая катушка выполнена из двух секций 3 и 4 одинаковой длины, якорь-диск 5 выполнен из неферромагнитного материала, жестко связан со штоком 6 клапана 7 и сдвинут в направлении движения клапана 7 на 1/4 длины первой секции 3 второй катушки, взаимодействующей с пружиной 8, якорь-диск снабжен гильзой 9 из электропроводного материала, жестко связан с боковой поверхностью якоря-диска 5, первая катушка 2 установлена в выточке 10, торцовой поверхности корпуса 1, обращенной к якорю-диску 5, при этом первая катушка 2 охватывается второй секцией 4 второй катушки, на торцовой поверхности якоря-диска 5, обращенной к торцовой поверхности первой катушки 2 выполнена выборка с возможностью прилегания торцевой части якоря-диска 5 к торцовой поверхности первой катушки 2 при полном открытии клапана 7, причем ширина периферийной части якоря-диска 5 выполнена не менее максимального хода клапана 7; блок управления 11 выполнен с тремя выходами: первый 12, второй 13, третий 14 и пятью входами 15, 16, 17, 18, 19 для подключения к источнику питания (на фиг. 1 не показан) к микропроцессорному модулю 20 управления

режимами работы двигателя, причем первый 12, второй 13 и третий 14 выходы блока управления 11 подключены соответственно к первой секции 3 и второй секции 4 второй катушки, а также к выводам первой катушки 2, при этом последняя установлена в выточке 10, выполненной из ферромагнитного материала, в которой прилагает вставка 21 якоря-диска 5, также выполненная из ферромагнитного материала, при этом корпус 1 в торцовой части со стороны, противоположной клапану 7 имеет крышку 22, выполненную из неферромагнитного материала.

На фиг. 2 изображено: 2а - токи, протекающие по обмоткам первой и второй катушки; 2б - силы, действующие на клапан; 2в - перемещение клапана; 2г - управляющие импульсы, поступающие на блок управления от микропроцессорного модуля управления режимами работы двигателя.

Электрический привод двигателя внутреннего сгорания с блоком управления работает следующим образом.

В постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) микропроцессорного модуля 20 управления режимами работы двигателя введена матрица оптимальных характеристик движения клапана (интервал времени от верхней мертвой точки (ВМТ) до момента открытия клапана (см. фиг. 2а) и время выдержки клапана в открытом состоянии, а также реакционные силы упругости пружины 8 и давления газов на тарелку клапана 7 во всем требуемом диапазоне скоростных и нагрузочных режимов работы двигателя. При поступлении в микропроцессорный модуль 20 управления режимами работы двигателя сигналов от датчика ВМТ, оборотов и положения рейки топливного насоса (ТН) дизеля (либо дроссельной заслонки в бензиновых двигателях), он на каждом обороте каленвала двигателя определяет реальный скоростной и нагрузочный режимы работы двигателя и путем сравнения с оптимальными характеристиками движения клапана на данном режиме (находящимся в ПЗУ) выдает по входам 16-19 управляющие импульсы (см. фиг. 2а) в такой временной последовательности, которая при поступлении в блок управления 11 позволяет обеспечить оптимальную характеристику движения клапана 7 на данном реальном режиме работы двигателя как в установившемся так и в переходном режимах. Управляемый импульс от модуля 20 по входу 16 поступает в блок управления 11, (см. фиг.

1) в котором через интервал времени  $\Delta t_4$  после ВМТ формируется униполярный синусоидальный импульс тока  $I_{21}$  (см. фиг. 2а) с амплитудой  $I_{21\max}$  с длительностью  $\Delta t_{11}$ . Этот импульс тока по входу 12 передается из блока управления 11 в обмотку первой секции 3 второй катушки. При протекании импульса тока по обмотке секции 3 вокруг последней возникает импульс магнитного поля, сцепленный с токопроводной гильзой 9. Под действием импульса магнитного поля в гильзе 9 наводятся вихревые токи, при взаимодействии которых с магнитным полем секции 3 возникает импульс электродинамической силы  $F_{21}$ , имеющий форму близкую к синусоиде с амплитудой  $F_{21\max}$  и длительностью  $\Delta t_{11}$ . Этот импульс силы действует на якорь-диск 5 и на клапан 8 в тех же временных границах, что и импульс тока  $I_{21}$ . В момент  $t_5$  через интервал времени  $\Delta t_{10}$  после ВМТ, когда величина электродинамической силы  $F_{21}$  начинает превышать суммарную реактивную силу, состоящую из сил упругости пружины 8 и давления газов на тарелку клапана 7, последний начинает движение на открытие. Таким образом управляющий импульс по входу 16 подается на блок управления 11 раньше на  $\Delta t_{11}$  (фиг. 2в) момента открытия клапана, который соответствует оптимальной характеристике движения клапана на данном режиме работы двигателя. Интервал времени рассчитывается модулем 20 в соответствии с введенными в ПЗУ значениями силы давления газов на тарелку клапана 7 для данного режима работы двигателя (при неизменных величине импульса силы  $F_{21}$  и силы упругости пружины 8 на всех режимах работы двигателя). Амплитуда и длительность импульса электродинамической силы  $F_{21}$  вырабатывается таким образом, чтобы обеспечить полное открытие клапана на интервал времени  $\Delta t_1$  при максимальном давлении газов на тарелку клапана 7. Через интервал времени  $\Delta t_5$  после ВМТ микропроцессорный модуль 20 управления режимами работы двигателя по входу 18 подает управляющий импульс на блок управления 11, под действием которого через выход 14 обмотка первой катушки 2 включается на постоянный ток  $I_1$ , который, протекает по обмотке катушки 2, создает постоянный магнитный поток, который при полностью открытом клапане 7 замыкается по ферромагнитным выточке 10 и вставке 21. В результате создается сила электромагнитного прижатия  $F_1$ , которая будет удерживать клапан в открытом состоянии при прекращении действия электродинамической силы  $F_{21}$  до тех пор, пока через обмотку катушки 2 будет протекать ток  $I_1$ . Интервал времени  $\Delta t_5$  рассчитывается микропроцессорным модулем 20 управления режимами работы двигателя для каждого режима работы двигателя так, чтобы к моменту полного открытия клапана ( $\Delta t_{10} - \Delta t_1$ ) переходный процесс нарастания тока в обмотке катушки 2 закончился и установился ток  $I_{1\max}$ , содержащий удерживающую электромагнитную силу  $F_{1\max}$ .

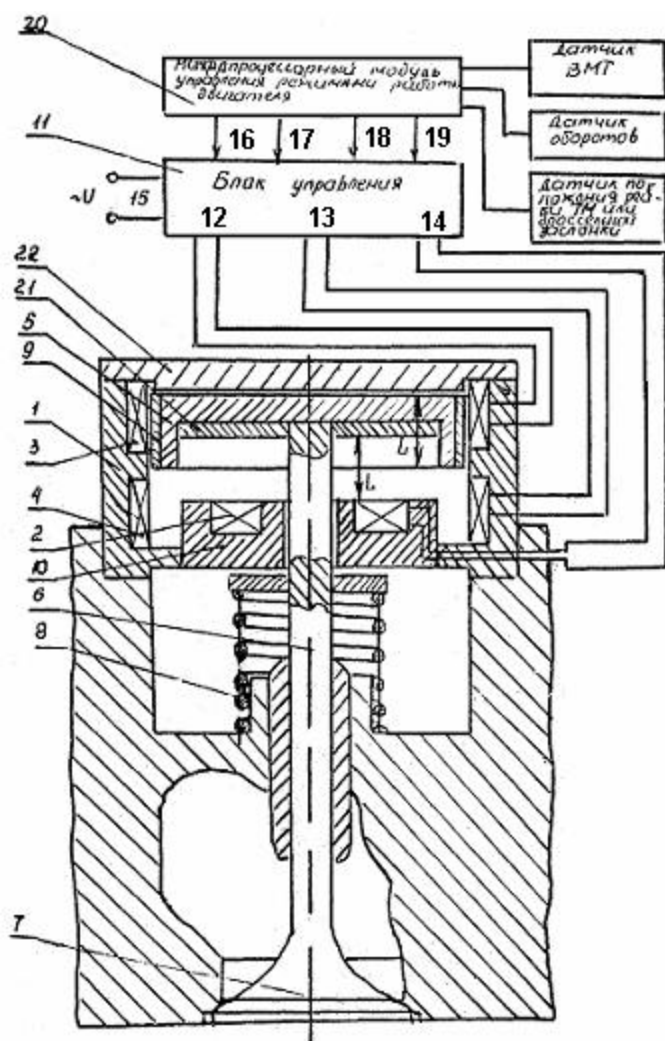
Через интервал времени  $\Delta t_7$  (см. фиг. 2г) после ВМТ микропроцессорный модуль 20 по входу 19 подает управляющий импульс на блок управления 11, под действием которого через выход 14 отключается постоянный ток  $I_1$ , протекающий через обмотку катушки 2. Если не предусмотреть никаких дополнительных мер, то клапан начнет движение на закрытие под действием силы упругости пружины 8 и дифференциального давления газов на тарелку клапана 7. Характеристика движения клапана на закрытие в этом случае будет "Вялая" из-за незначительных величин возвратных сил. Для интенсификации процесса закрытия клапана используется вторая секция 4 второй катушки.

Через интервал времени  $\Delta t_6$  после ВМТ по входу 17 микропроцессорный модуль 20 управления режимами работы двигателя подает управляющий импульс на блок управления 11, который формирует импульс тока  $I_{22}$ , аналогичный импульсу тока  $I_{21}$  и по входу 13 передает этот импульс в секцию 4 второй катушки. Возникновение электродинамического импульса силы  $F_{22}$  (фиг. 2б) аналогично выше описанному. Поскольку величина импульса силы больше, чем суммарная величина возвратных сил упругости пружины 8 и дифференциального давления газов на тарелку клапана 7, то время движения клапана на закрытие ( $\Delta t_{13}$ ) под действием силы  $F_{22}$  уменьшается и остается постоянным на любом режиме работы двигателя.

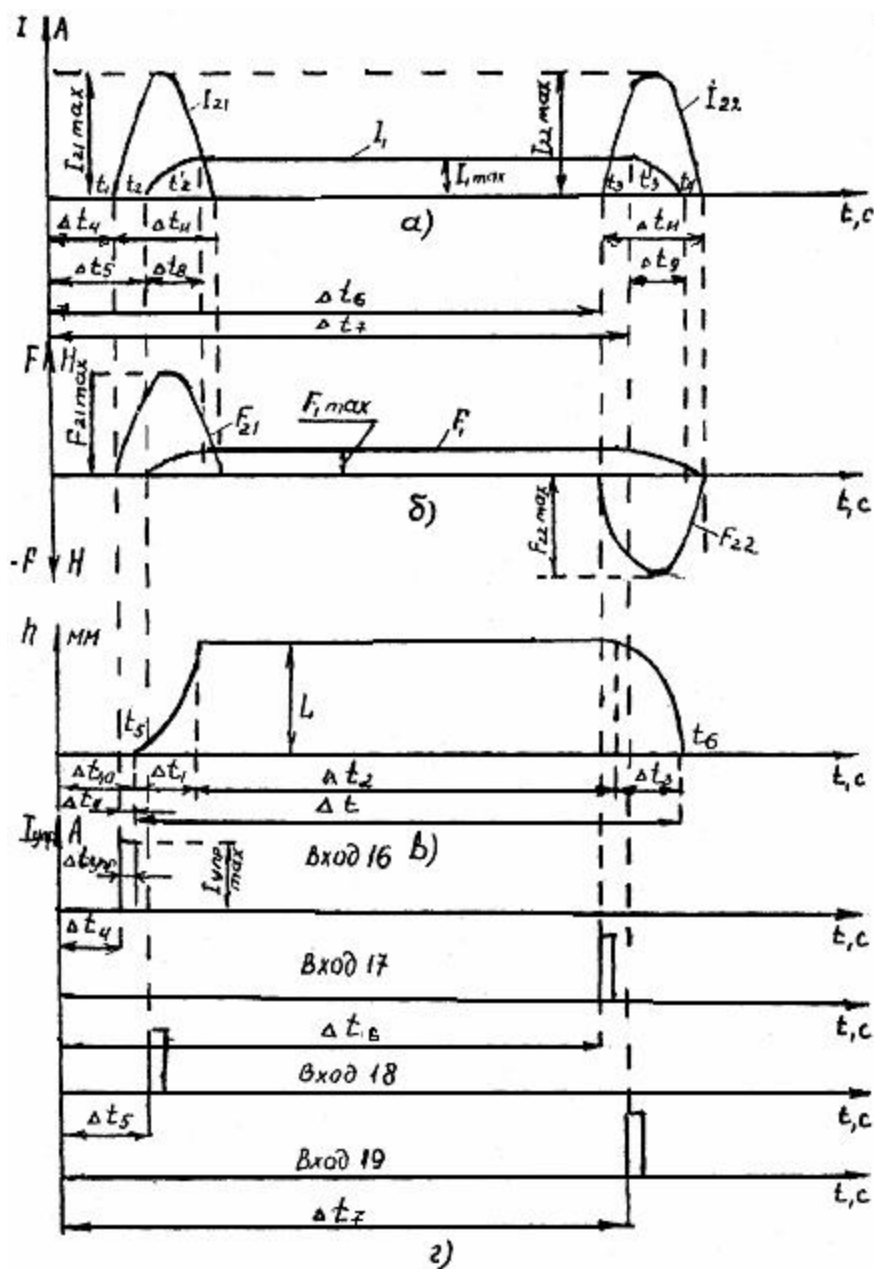
Соотношение между интервалами времени ( $\Delta t_6$  и  $\Delta t_7$ ), управляющих импульсов, рассчитывается для каждого режима таким образом, чтобы обеспечивалось оптимальное время открытого состояния клапана при минимально возможном времени  $\Delta t_3$  движения клапана на закрытие.

Использование предлагаемого изобретения позволит повысить экономичность за счет быстродействия привода.

Предлагаемый электрический привод клапана двигателя внутреннего сгорания с блоком управления может быть применен в механизмах газораспределения двигателя внутреннего сгорания.



Фиг. 1



Фиг. 2