

3 ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассмотрим исполнительные элементы ЭСУД на примере системы управления BOSCH 7.4.4.

ЭСУД BOSCH 7.4.4. управляет функциональными системами: системой топливоподачи, системой впуска воздуха, системой зажигания, системой охлаждения, системой улавливания паров бензина. В состав каждой из управляемых функциональных систем входят исполнительные элементы ЭСУД (таблица 1), которые осуществляют преобразование электрических команд ЭБУ в исполнительные воздействия.

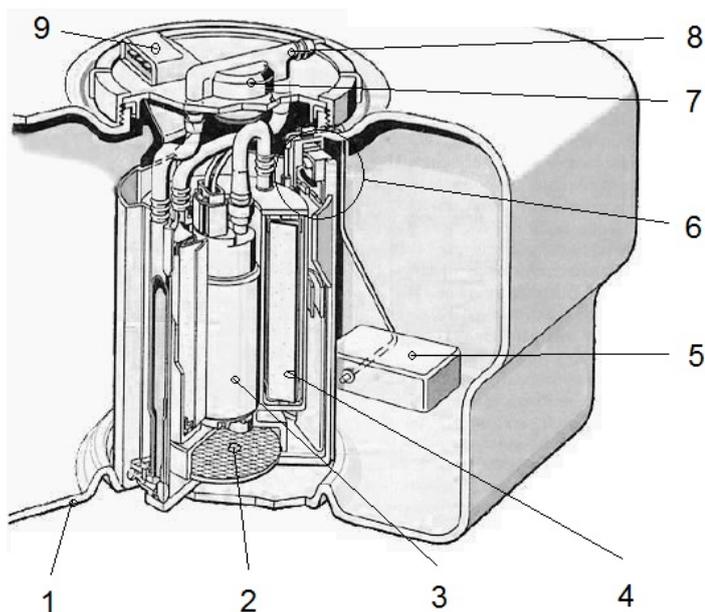
Таблица 1 – Исполнительные элементы функциональных систем

| Наименование функциональной системы | Наименование исполнительных элементов |
|--------------------------------------|--|
| 1. Система топливоподачи | - топливный насос с электроприводом - электромагнитные форсунки |
| 2. Система впуска воздуха | - электропривод дроссельной заслонки |
| 3. Система зажигания | - модуль зажигания |
| 4. Система охлаждения | - электровентилятор системы охлаждения |
| 5. Система улавливания паров бензина | - электромагнитный клапан продувки адсорбера |

3.1 Устройство и принцип действия электрического топливного насоса

В системе топливоподачи применяется погружной роликовый насос с электроприводом, установленный в топливном баке. При этом он является

элементом агрегата, который называется модулем подачи топлива. Этот модуль помимо насоса содержит так же регулятор давления, демпфирующее устройство, фильтр, датчик уровня топлива в топливном баке, специальный бачек для создания резервного запаса топлива, электрические и гидравлические соединительные разъемы (рисунок 1).



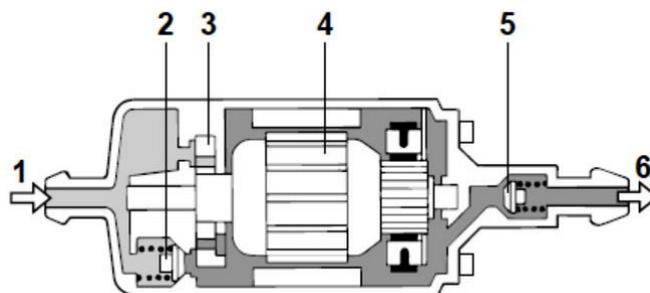
- 1 – топливный бак; 2 – фильтр предварительной очистки топлива;
3 – топливный электроприводной насос; 4 – фильтр тонкой очистки;
5 – поплавков датчика уровня топлива; 6 – датчик уровня топлива;
7 – регулятор давления; 8 – штуцер; 9 –электрический разъем

Рисунок 1 – Устройство модуля подачи топлива

Насос предназначен для подачи топлива под определенным давлением в топливный коллектор (рампу). Топливо поступает на вход насоса через фильтр предварительной очистки, с выхода насоса топливо поступает через фильтр тонкой очистки и регулятор давления в нагнетательную магистраль (топливопровод) и далее в топливный коллектор. Регулятор давления поддерживает постоянное значение давления топлива в топливном коллекторе. В рассматриваемой ЭСУД давление топлива поддерживается на уровне $P_T = 0,35$ МПа.

Насос включается ЭБУ через двойное многофункциональное реле. При установке ключа зажигания в положение «зажигание» или «стартер» ЭБУ включает питание управляющей обмотки реле, при этом подается питание на электродвигатель насоса. Если в течении одной секунды после включения зажигания коленчатый вал не начинает вращаться, то ЭБУ выключает реле и насос отключается. При пуске ДВС с датчика частоты вращения коленчатого вала в ЭБУ поступает сигнал, который воспринимается как команда на включение насоса.

Конструкция роликового топливного насоса с электрическим приводом показана на рисунке 2.



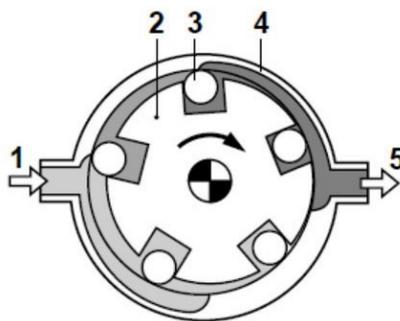
1 – направление всасывания; 2 – предохранительный клапан; 3 – роликовая насосная секция; 4 – электродвигатель; 5 – обратный клапан; 6 – направление подачи топлива

Рисунок 2 - Конструкция роликового топливного насоса с электрическим приводом

Насос объемного типа состоит из роликовой насосной секции, электродвигателя, фильтра радиопомех, клапанов, смонтированных в одном герметичном корпусе.

Работа топливного насоса основана на изменении объемов всасывающей и нагнетающей полостей. Ротор насосной секции (рисунок 3) представляет собой диск с пятью прорезями, в каждой из которых находится цилиндрический ролик. Диск расположен на одной оси с электромотором, но смещен (эксцентричен) по отношению к обойме нагнетателя, внутри которой он вращается. Ролики играют роль подвижных уплотнений между секциями

ротора и обоймой. При вращении каждая секция ротора за счет эксцентриситета увеличивает свой объем в зоне забора топлива. Создается разрежение, которое способствует засасыванию топлива в насос. Дальнейшее вращение вызывает уменьшение объема (зона нагнетания топлива), и происходит подача топлива через выпускное отверстие под давлением.



1 – направление всасывания; 2 – ротор; 3 – ролик; 4 – нагнетательная полость; 5 – направление подачи

Рисунок 3 – Конструкция роликовой насосной секции

Интегрированный в насос обратный клапан разъединяет топливную магистраль и насос после остановки ДВС, предотвращая слив топлива из магистрали в бак. После выключения насоса в системе ещё некоторое время поддерживается избыточное давление топлива.

3.2 Устройство и принцип действия электромагнитных форсунок

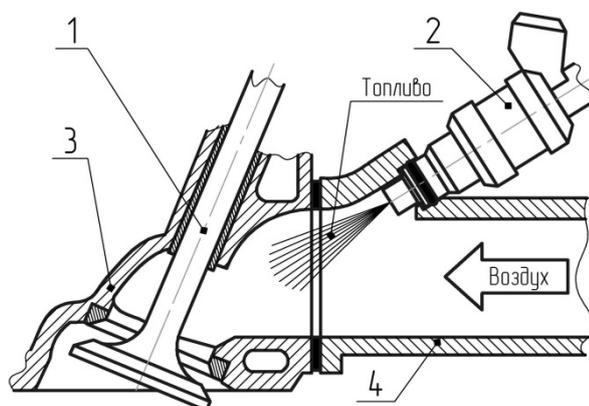
Электромагнитная форсунка, являясь конструктивным элементом системы топливоподачи, представляет собой прецизионное электромагнитное устройство - быстродействующий электромагнитный клапан и предназначена для дозированной подачи топлива, его распыления во впускном коллекторе в зоне впускного клапана (рисунок 4).

Устройство электромагнитной форсунки показано на рисунке 5. В состав форсунки входят: корпус; фильтр; пружина; обмотка электромагнита, концы

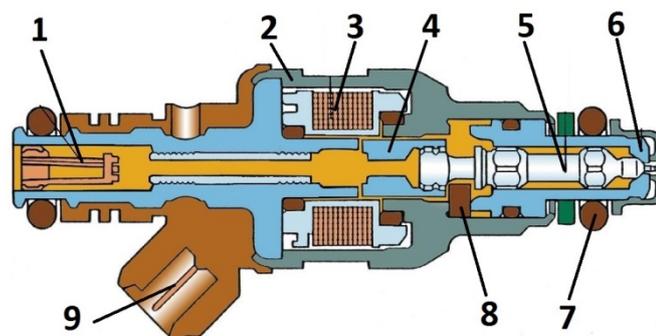
которой выведены наружу через изолированные от корпуса контакты; дистанционное кольцо; якорь; игла клапана; распылитель; уплотнительные кольца.

К топливному коллектору каждая форсунка подключается при помощи гидравлического разъема, который находится в верхней части её корпуса. Крепление форсунок к топливному коллектору осуществляется при помощи специальных фиксирующих устройств – пружинных скоб. Распылители форсунок устанавливаются в предусмотренные для этого отверстия во впускном коллекторе ДВС (рисунок 4). Герметичность соединений форсунки с топливным и впускными коллекторами обеспечивается за счет применения уплотнительных колец круглого сечения.

Фильтр в приемном канале форсунки защищает её от загрязнений, содержащихся в топливе.



1 – впускной клапан; 2 - электромагнитная форсунка;
3 – головка блока цилиндров; 4 – впускной трубопровод
Рисунок 4 – Схема расположения форсунки на впускном коллекторе

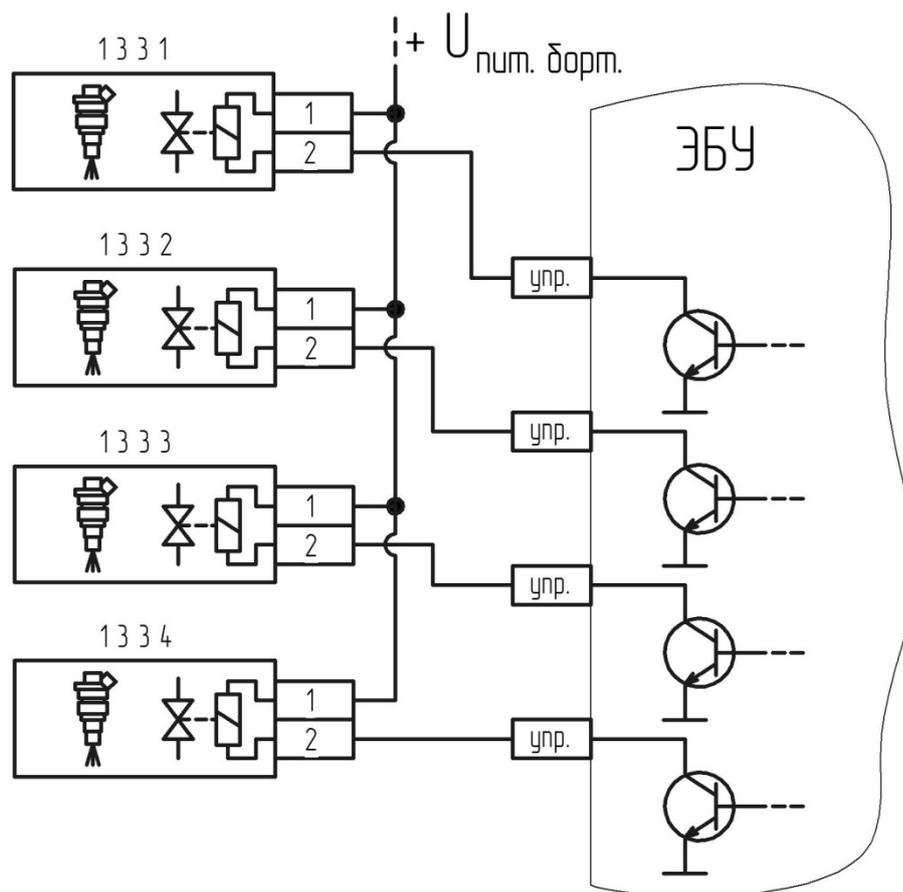


1 – фильтр; 2 – корпус; 3 – обмотка электромагнита; 4 – якорь; 5 – игла; 6 – распылитель; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – дистанционное кольцо; 9 – контакты соединительного разъема

Рисунок 5 - Конструкция электромагнитной форсунки

Работа электромагнитной форсунки связана с одновременно протекающими гидромеханическими и электромагнитными процессами. Работа осуществляется следующим образом. При работающем ДВС на вход форсунки подается топливо под определенным давлением (в рассматриваемой ЭСУД давление топлива $P_T = 0,35$ МПа). В соответствии с заложенным алгоритмом электронный блок управления в нужный момент подает на обмотку электромагнита электрический импульс прямоугольной формы определенной длительности, через обмотку начинает протекать электрический ток. При этом возникает магнитное поле, которое воздействует на якорь. Преодолевая усилие пружины, якорь с иглой смещаются, при этом запорный элемент иглы приподнимается над седлом клапана в корпусе распылителя, между ними образуется зазор, через который топливо поступает к сопловому отверстию, происходит впрыскивание топлива во впускной коллектор. После прекращения управляющего импульса, магнитное поле исчезает, пружина возвращает якорь и иглу форсунки в начальное положение, запорный элемент прижимается к седлу, впрыск топлива прекращается.

Электрическая схема подключения форсунок к ЭБУ представлена на рисунке 6.



1331, 1332, 1333, 1334 – электромагнитные форсунки: 1 – вывод форсунки для подключения питания, 2 – управляющий вывод форсунки

Рисунок 6 - Электрическая схема подключения форсунок к ЭБУ

При работе ДВС на один из выводов обмотки электромагнита форсунки подается питание с напряжением равным напряжению бортовой сети. Второй (управляющий) вывод подключен к коллектору силового транзистора в ЭБУ. Транзистор исполняет роль быстродействующего переключателя. В нужный момент и на определенное время транзистор «открывается» и второй вывод обмотки электромагнита подключается к «массе», через обмотку начинает протекать электрический ток, клапан форсунки открывается. При этом напряжение на управляющем выводе обмотки электромагнита относительно «массы» близко к нулю. При отключении управляющего вывода обмотки электромагнита от «массы», электрический ток, протекающий через обмотку,

прерывается, клапан форсунки закрывается, после завершения переходных процессов в цепи управления форсункой устанавливается постоянное напряжение равное напряжению бортовой сети.

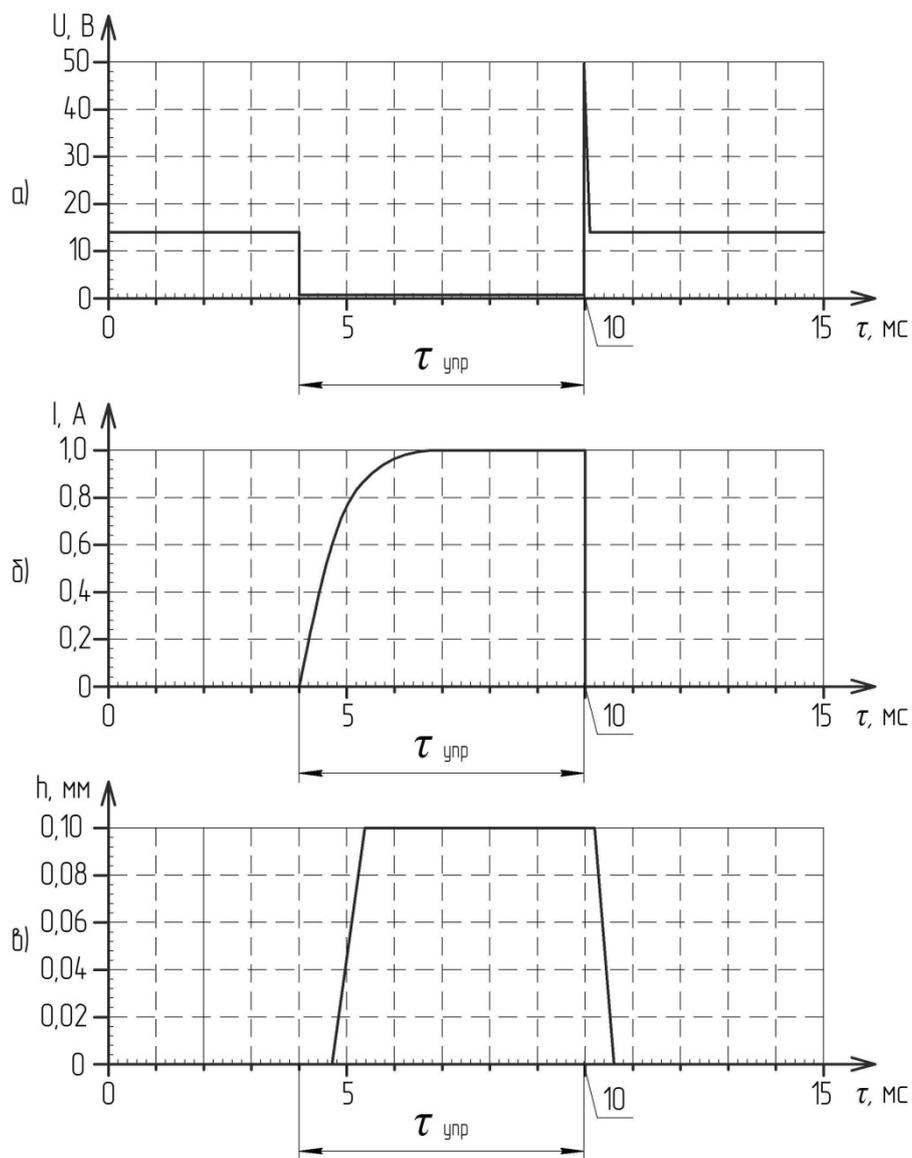
Время, в течение которого управляющий вывод электромагнита форсунки подключен к «массе», называется длительностью управляющего импульса. От длительности управляющего импульса наряду с давлением топлива на входе форсунки, давлением воздуха во впускном коллекторе, расходной характеристикой зависит количество впрыскиваемого топлива за цикл.

Моменты начала и окончания процесса впрыска не соответствуют началу и окончанию действия управляющего электрического импульса.

После подачи управляющего электрического импульса на форсунку в обмотке электромагнита возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая нарастанию электрического тока в обмотке, и, соответственно, нарастанию магнитного потока в системе. Из-за этого нарастание усилия, действующего на якорь, замедляется. Кроме того якорь вместе с иглой обладают определенной массой и поэтому при их ускоренном движении возникают силы инерции, приложенные к ним и направленные против движущей силы. В результате открытие клапана форсунки происходит с задержкой по времени.

При отключении управляющего вывода электромагнита форсунки от «массы» за счет резкого уменьшения силы тока быстро убывает магнитный поток, пронизывающий катушку электромагнита, при этом в обмотке появляется ЭДС самоиндукции (пиковое значение ЭДС самоиндукции достигает 50 В и более), препятствующая этому убыванию. Это обстоятельство, с учетом действия инерционных сил, приводит к задержке закрытия клапана форсунки.

Осциллограммы напряжения на управляющем выводе обмотки электромагнита форсунки; силы тока, протекающего через обмотку; перемещения иглы форсунки при работе ДВС показаны на рисунке 7.



$\tau_{\text{упр}}$ - длительность управляющего импульса

Рисунок 7 – Пример осциллограмм напряжения в электрической цепи управления форсункой а), силы тока, протекающего через обмотку б); хода иглы форсунки в) при работе ДВС

3.3 Устройство и принцип действия четырёхвыводной катушки зажигания

Четырёхвыводная катушка зажигания, является конструктивным элементом системы высоковольтного электроискрового зажигания со статическим распределением высоковольтных импульсов по цилиндрам. Катушка зажигания предназначена для накопления энергии в индуктивности в виде энергии магнитного поля и последующим быстрым её выделением в искровом промежутке свечи.

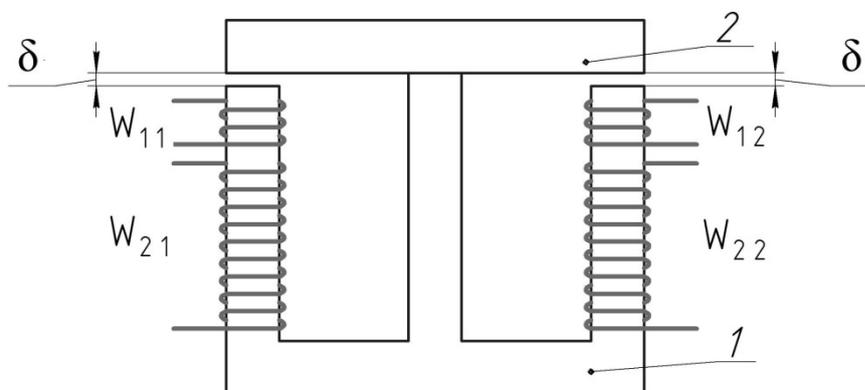
Распределение высоковольтных импульсов по цилиндрам в рассматриваемой системе производится на низковольтной стороне. Катушка зажигания имеет четыре высоковольтных вывода. Импульсы высокого напряжения поочередно появляются одновременно на одной паре выводов и подаются сразу на две свечи зажигания. Свечи зажигания сгруппированы таким образом, что один из высоковольтных импульсов подается на свечу цилиндра в такте сжатия и производит воспламенение рабочей смеси (т.н. «рабочая» искра), другой импульс подается на свечу цилиндра, в котором в это время совершается такт выпуска и выделенная в искре энергия расходуется вхолостую (т.н. «холостая» искра). В четырехцилиндровых ДВС обычно объединяются в группы свечи первого и четвертого, второго и третьего цилиндров. Недостатком подобных систем, использующих 4-х выводные катушки, является разнополярность высоковольтных импульсов относительно «массы» автомобиля на спаренных свечах зажигания, что предопределяет разное напряжение пробоя искрового промежутка на данных свечах (разница напряжения пробоя может достигать 1,5...2 кВ), а также наличие потерь энергии при пробое искрового промежутка свечи на такте выпуска.

Четырёхвыводная катушка зажигания состоит из двух двухвыводных катушек зажигания собранных на общем Ш-образном магнитопроводе, т.е. представляет собой объединенные в одной конструкции два высоковольтных импульсных трансформатора (рисунок 8). Такая катушка имеет две первичные и две вторичные обмотки. В такой конструкции общим элементом является

средний стержень магнитопровода, а взаимное влияние двух катушек исключается с помощью двух воздушных зазоров - δ . Величина этих зазоров может достигать 1...2 мм, при этом увеличивается магнитное сопротивление в магнитопроводе и достигается развязка каналов.

Первичные обмотки имеют малое число витков и омическим сопротивлением в доли Ома, вторичные обмотки имеют большее число витков и омическим сопротивлением в десятки кОм. Отношение числа витков вторичной обмотки – W_2 к числу витков первичной – W_1 называется коэффициентом трансформации ($K_T = W_2 / W_1$). Коэффициент трансформации катушки зажигания, применяемой в рассматриваемой ЭСУД равен $K_T = 70$.

Конструкция четырёхвыводной катушки зажигания показана на рисунке 9. Первичные и вторичные обмотки намотаны на каркасах из полимерного материала, обладающего высокими диэлектрическими свойствами. Вторичные обмотки намотаны поверх первичных на секционный пластмассовый каркас, для уменьшения их емкости и снижения вероятности межвиткового пробоя. Обмотки помещены в пластмассовый корпус и залиты эпоксидным компаундом. Сердечник катушки набран из тонких листов электротехнической стали для уменьшения потерь на вихревые токи. Катушка в сборе представляет собой монолитную конструкцию с высокой стойкостью к механическим, электрическим и климатическим воздействиям.

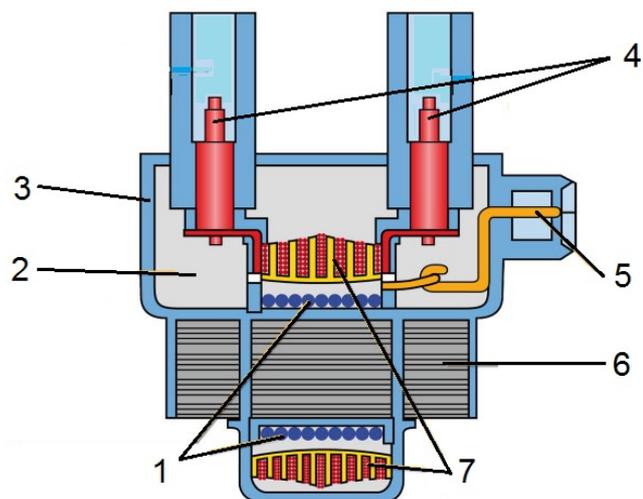


W_{11} , W_{12} – первичные обмотки; W_{21} , W_{22} – вторичные обмотки.

1 – Ш-образный магнитопровод; 2 – соединительное ярмо.

δ – зазор в магнитопроводе

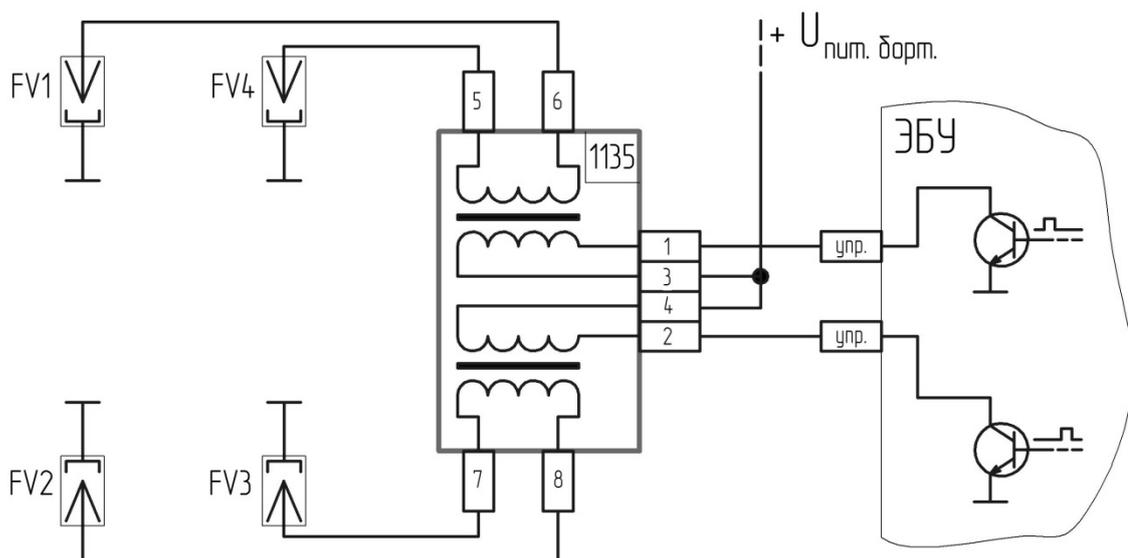
Рисунок 8 – Устройство четырехвыводной катушки зажигания



- 1 – первичная обмотка; 2 – эпоксидный компаунд; 3 – корпус;
 4 – высоковольтные выводы; 5 – вывод одной из первичных обмоток;
 6 – сердечник; 7 – вторичная обмотка

Рисунок 9 - Конструкция четырёхвыводной катушки зажигания

Электрическая схема подключения четырёхвыводной катушки к ЭБУ представлена на рисунке 10. При работе ДВС на один из выводов каждой первичной обмотки подается питание с напряжением равным напряжению бортовой сети. Вторые (управляющие) выводы первичных обмоток подключены к коллекторам силовых транзистора в ЭБУ. Транзисторы исполняют роль быстродействующих переключателей. В нужные моменты и на определенное время транзисторы поочередно «открываются» и вторые (управляющие) выводы первичных обмоток четырехвыводной катушки зажигания поочередно подключаются к «массе» через проводящий участок коллектор - эмиттер. т.е. первичные обмотки поочередно подключается к источнику питания постоянного тока.



1135 – четырехвыводная катушка зажигания: 1, 2 – управляющие выводы катушки зажигания; 3,4 – выводы катушки для подключения питания;

5, 6, 7, 8 – высоковольтные выводы катушки.

FV1, FV2, FV3, FV4 – свечи зажигания соответственно первого, второго, третьего и четвертого цилиндров

Рисунок 10 – Электрическая схема подключения катушки зажигания

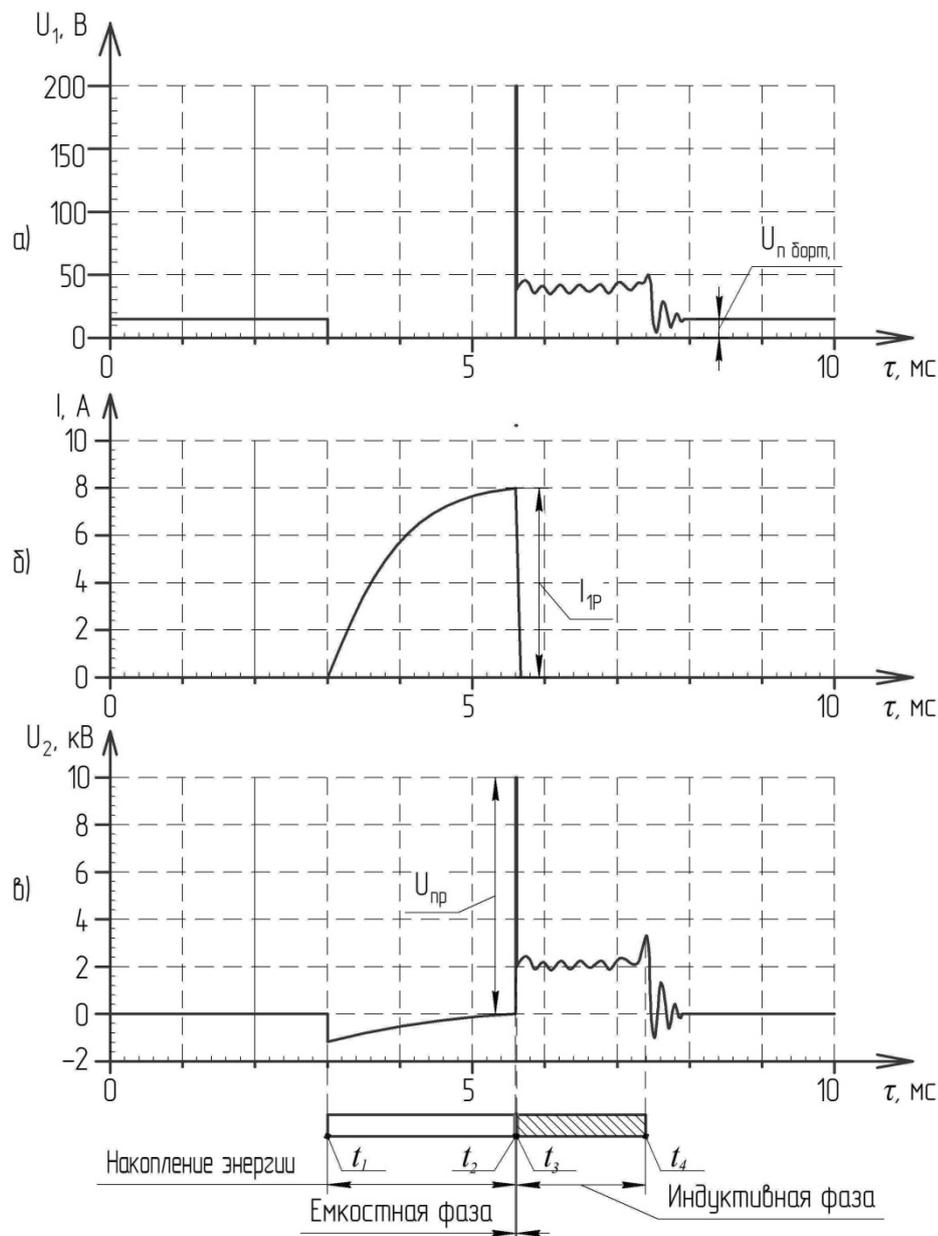
Пример временных диаграмм формирования импульса зажигания показан на рисунке 11.

При подключении первичной обмотки катушки зажигания к источнику питания постоянного тока, через обмотку начинает протекать электрический ток, ток при этом нарастает по экспоненциальному закону, как показано на рисунке 11. В это время напряжение на управляющем выводе первичной обмотки катушки относительно «массы» близко к нулю (рисунок 11). Протекающий через обмотку ток создаёт магнитное поле, силовые линии которого, замыкаясь через сердечник, пересекают витки первичной и вторичной обмоток. Происходит накопление энергии в основном в виде энергии магнитного поля. Время, в течение которого управляющий вывод первичной обмотки подключен к «массе», называется продолжительностью периода накопления энергии. После запирающего силового транзистора второй вывод первичной обмотки отключается от «массы». Происходит прерывание

тока в первичной обмотке и вызванный им магнитный поток начинает резко уменьшаться. При исчезновении магнитного поля в первичной и вторичной обмотках, согласно закону электромагнитной индукции наводится ЭДС, пропорциональная скорости уменьшения магнитного потока и числу витков в обмотках. Амплитуда ЭДС во вторичной разомкнутой цепи зависит от коэффициента трансформации катушки зажигания, величины накопленной энергии, электроемкостей элементов катушки, величины потерь в активных сопротивлениях и может достигать 35 - 40 кВ. При прерывании тока через первичную обмотку в первичной и во вторичной цепях возникают затухающие колебательные процессы, связанные с обменом энергией между магнитным полем катушки и электрическим полем в электрических ёмкостях цепей. Амплитуда колебаний убывает по экспоненциальному закону. Если к выводам вторичной обмотки будут подключена свеча зажигания, то уже во время первого полупериода колебаний при достижении вторичным напряжением U_2 значения напряжения пробоя $U_{\text{п}}$ произойдет пробой искрового промежутка свечи зажигания. Величина напряжение пробоя $U_{\text{п}}$ зависит от расстояния между электродами свечи - δ , давлением - p и температурой среды - T , в которой находятся электроды свечи ($U_{\text{п}} = f(p, \delta/T)$) и как правило находится в диапазоне $U_{\text{п}} = 8 - 16$ кВ. Поскольку к моменту пробоя искрового промежутка не вся энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля ёмкостей электрических цепей, разряд имеет две фазы ёмкостную и индуктивную. Во время ёмкостной фазы происходит разряд ёмкостей, данная фаза достаточно кратковременна, имеет длительность порядка $\tau \approx 0,03$ мс, напряжение и сила тока при этом достаточно велики. После окончания ёмкостной фазы разряда вторичное напряжение резко уменьшается до значения $U = 1 - 2,5$ кВ, начинается индуктивная фаза разряда, во время которой разряд поддерживается за счет энергии, накопленной в магнитном поле катушки. Данная фаза отличается значительной продолжительностью (около 1,3 - 2,5 мс) и относительно небольшими напряжением и силой тока. После

окончания индуктивной фазы разряда остатки энергии рассеиваются в виде тепла во время затухающих колебаний.

Величина тока первичной цепи в момент разрыва – I_{1P} определяется временем протекания тока и параметрами первичной цепи (напряжение, сопротивление, индуктивность). Величина тока I_{1P} оказывает определяющее влияние на значение амплитуды вторичного напряжения – U_{2m} и энергию искрового разряда. Для стабилизации напряжения U_{2m} необходимо поддерживать значение тока I_{1P} на постоянном уровне. Понижение напряжения бортовой сети приводит к уменьшению тока I_{1P} и соответственно к уменьшению напряжения U_{2m} . В этом случае ЭБУ автоматически увеличивает продолжительности периода накопления энергии для стабилизации I_{1P} .



$U_{п\text{ борт.}}$ – напряжение питания бортовой сети; $I_{1р}$ – ток разрыва первичной цепи; $U_{п}$ – напряжение пробоя искрового промежутка свечи зажигания;

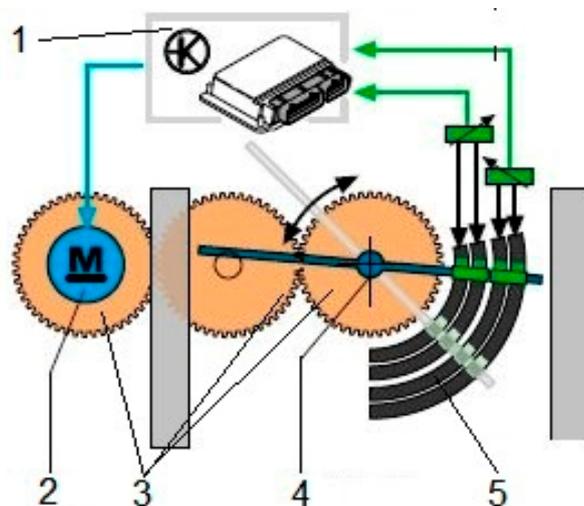
t_1 , - момент времени подключения первичной обмотки к источнику питания; t_2 – момент времени отключения первичной обмотки от источника питания; t_3 , t_4 – соответственно моменты времени окончания емкостной и индуктивной фазы разряда

Рисунок 11 – Пример временных диаграмм формирования импульса зажигания: а) изменение напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания, б) изменение тока в первичной цепи, в) изменение напряжения во вторичной цепи

3.4 Устройство и принцип действия электропривода дроссельной заслонки

Электропривод дроссельной заслонки является конструктивным элементом системы «E – gas» (Elektronisches Gaspedal) (рисунок и служит для изменения положения дроссельной заслонки по команде ЭБУ. На основании информации о положении педали акселератора, с учетом информации поступающей от других датчиков, блоком управления определяется требуемое положение дроссельной заслонки в данный момент времени и подается соответствующий управляющий сигнал на привод дроссельной заслонки.

Электропривод дроссельной заслонки интегрирован в модуль управления дроссельной заслонкой (рисунок 12). В состав электропривода дроссельной заслонки входят: двигатель постоянного тока, передаточный механизм и пружина возврата. Передаточный механизм, расположенный между электродвигателем и дроссельной заслонкой, представляет собой двухступенчатую зубчатую передачу с передаточным отношением 1:40. Для контроля перемещения используется специальный датчик.

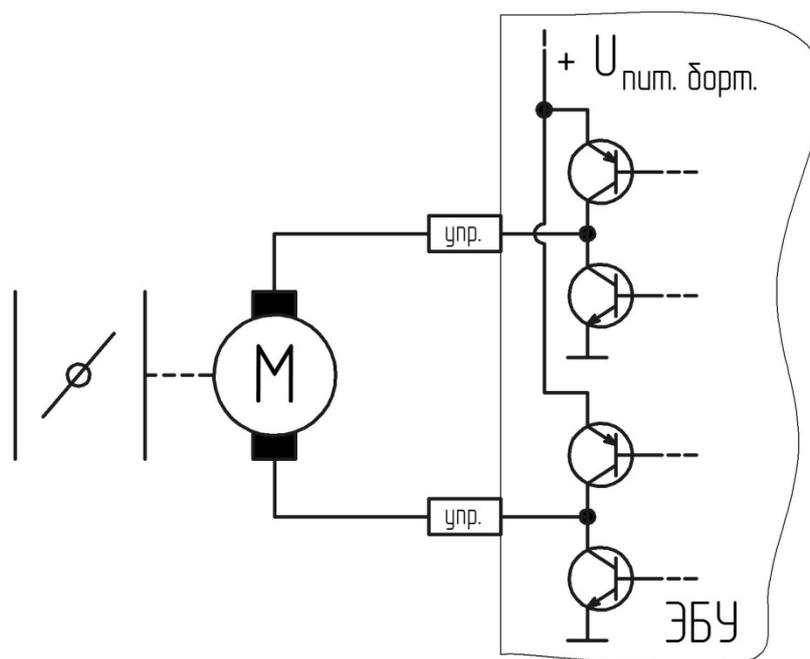


1 – ЭБУ; 2 – электродвигатель; 3 – передаточный механизм; 4 – дроссельная заслонка; 5 – датчик положения дроссельной заслонки

Рисунок 12 – Устройство модуля дроссельной заслонки

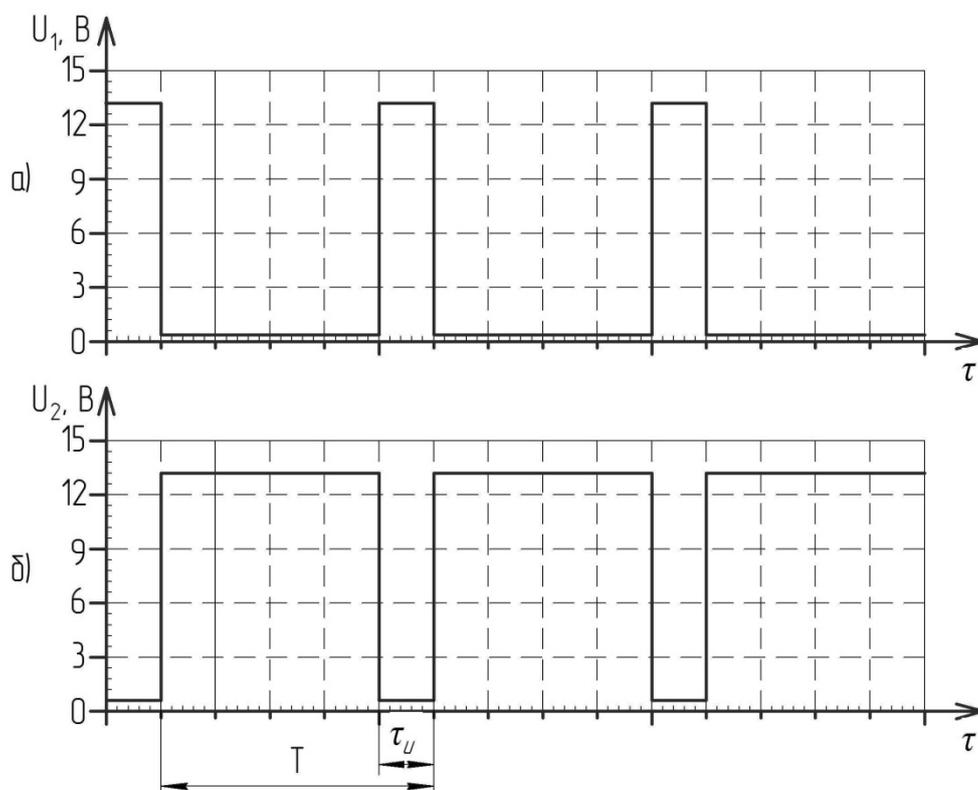
При работе ДВС развиваемый электродвигателем крутящий момент через зубчатую передачу передаётся на ось дроссельной заслонки. Данный момент направлен в сторону открытия заслонки. Одновременно к оси заслонки приложен момент от силы упругости возвратной пружины, направленный в сторону закрытия заслонки. Величина крутящего момента, развиваемого электродвигателем, определяет значение угла поворота дроссельной заслонки. В свою очередь крутящий момент на валу электродвигателя зависит от силы тока протекающего через обмотки его якоря.

Электрическая схема подключения электродвигателя привода дроссельной заслонки к ЭБУ показана на рисунке 13. Осциллограммы управляющих сигналов показаны на рисунке 14.



М – электродвигатель постоянного тока

Рисунок 13 - Электрическая схема подключения электродвигателя привода дроссельной заслонки к ЭБУ



T – период следования импульсов; $\tau_{и}$ – длительность импульса

Рисунок 14 – Осциллограммы управляющих сигналов, поступающих из ЭБУ на электродвигатель привода дроссельной заслонки: а), б) соответственно сигналы на первом и втором выводах электродвигателя

Для изменения средней силы тока, протекающего через обмотки якоря электродвигателя, применяется широтно-импульсная модуляция (ШИМ, Pulse Width Modulation (PWM)), т.е. средняя сила тока варьируется путём изменения скваженности импульсов, при постоянной частоте их следования. Скваженностью импульсов - S называется отношение периода следования импульсов – T к их длительности – $\tau_{и}$:

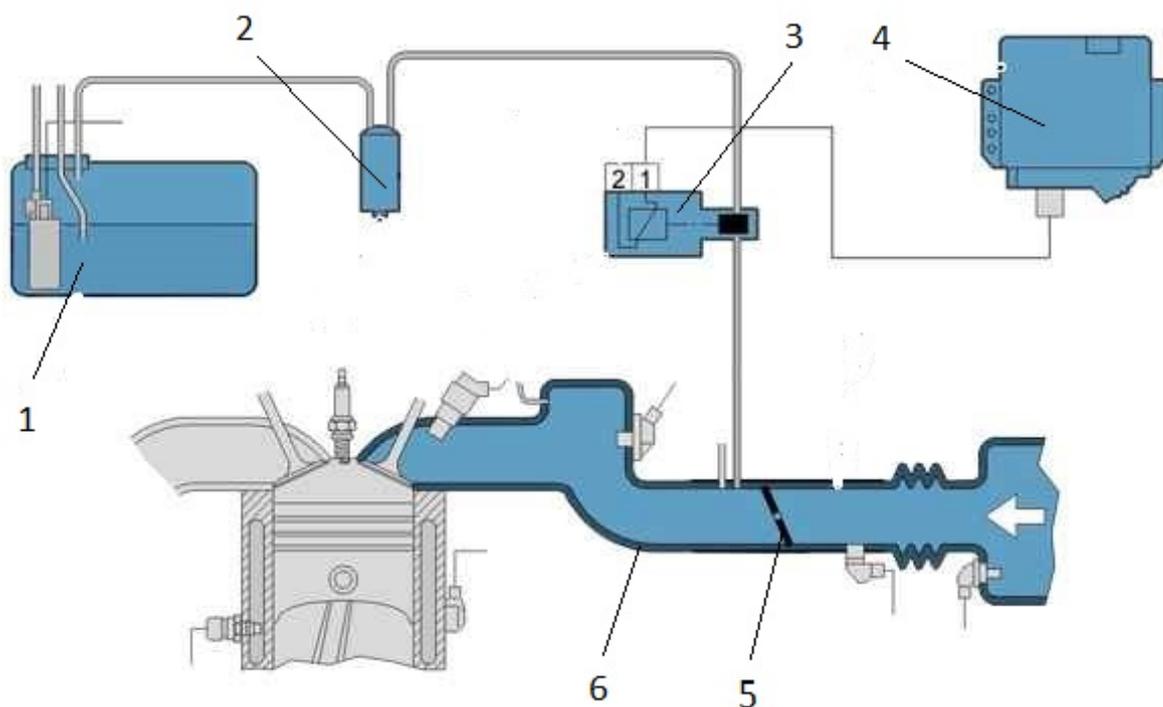
$$S = T / \tau_{и}. \quad (1)$$

Выводы электродвигателя постоянного тока подключены к транзисторным выходным каскадам, находящимся в ЭБУ. Силовые транзисторы, работая в ключевом режиме, производят периодическую

коммутацию выводов электродвигателя, формируют соответствующие управляющие импульсные сигналы с ШИМ.

3.5 Устройство и принцип действия электромагнитного клапана продувки адсорбера

В топливном баке автомобиля происходит процесс испарения бензина, для того чтобы не допустить попадания этих паров в атмосферу автомобиля оснащаются системой улавливания паров топлива. Основными элементами данной системы являются угольный адсорбер и электромагнитный клапан продувки (рисунок 15), при открытии которого адсорбер сообщается с впускным коллектором ДВС.



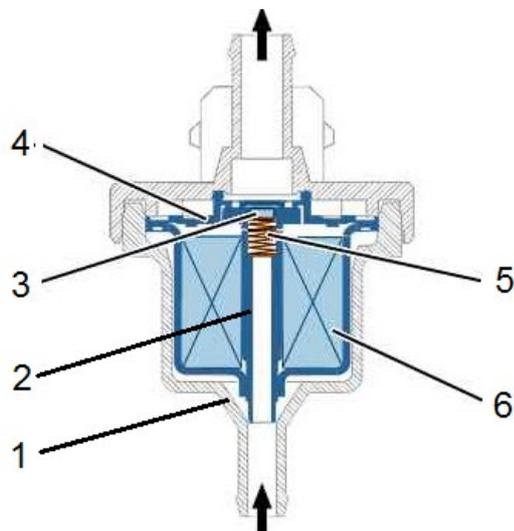
1 – Топливный бак; 2 – адсорбер; 3 – клапан продувки адсорбера; 4 – ЭБУ;

5 – дроссельная заслонка; 6 – впускной коллектор

Рисунок 15 – Устройство системы улавливания паров топлива

Пары бензина через специальную трубку поступают из топливного бака в адсорбер, где накапливаются и удерживаются. Адсорбер представляет собой цилиндрическую ёмкость, наполненную активированным углем (гранулят с очень большой площадью поверхности и способностью аккумулировать пары углеводородов). Поглощающая способность адсорбера ограничена, поэтому его необходимо периодически регенерировать. Регенерация адсорбера происходит во время работы двигателя. При определенных условиях ЭБУ подаёт на клапан продувки адсорбера команду на открытие, пары бензина, перемешанные с воздухом, попадающим в адсорбер через специальный штуцер, за счет перепада давления поступают во впускной коллектор и далее на такте впуска в цилиндр ДВС. ЭБУ регулирует интенсивность продувки адсорбера в зависимости от режима работы ДВС.

В состав электромагнитного клапана продувки адсорбера входят: корпус со штуцерами; обмотка электромагнита; сердечник; возвратная пружина; якорь с запирающим элементом; седло клапана. Устройство клапана продувки адсорбера показано на рисунке 16.

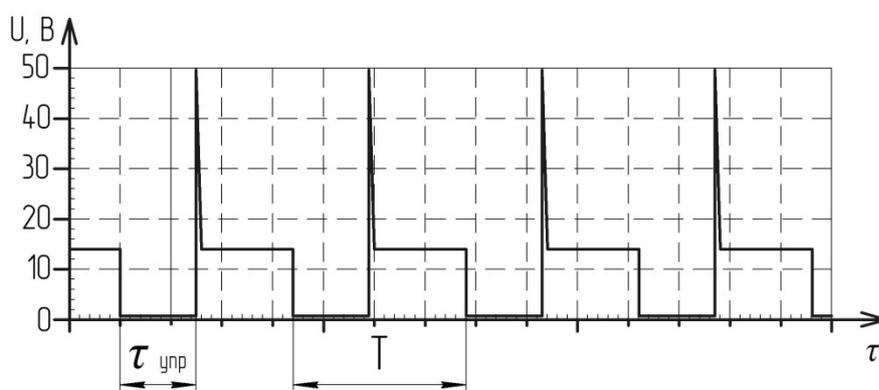


1 – корпус со штуцерами; 2 – сердечник; 3 – якорь с запирающим элементом;
4 – седло клапана; 5 - возвратная пружина; 6 – обмотка электромагнита

Рисунок 16 – Устройство электромагнитного клапана продувки адсорбера

Работа клапана осуществляется следующим образом. В соответствии с заложенным алгоритмом электронный блок управления в нужный момент подает на обмотку электромагнита клапана управляющий сигнал с ШИМ, представляющий собой последовательность прямоугольных импульсов с постоянным периодом следования – T и варьируемой длительностью - $\tau_{упр}$, т.е. для управления применяется импульсный сигнал с изменяемой скважностью – S (формула (1)).

Скважность импульсов - S наряду с величиной перепада давления определяет интенсивность продувки адсорбера. Осциллограмма управляющего сигнала, поступающего на электромагнитный клапан продувки адсорбера, показана на рисунке 17.



$\tau_{упр}$ – длительность управляющего импульса;

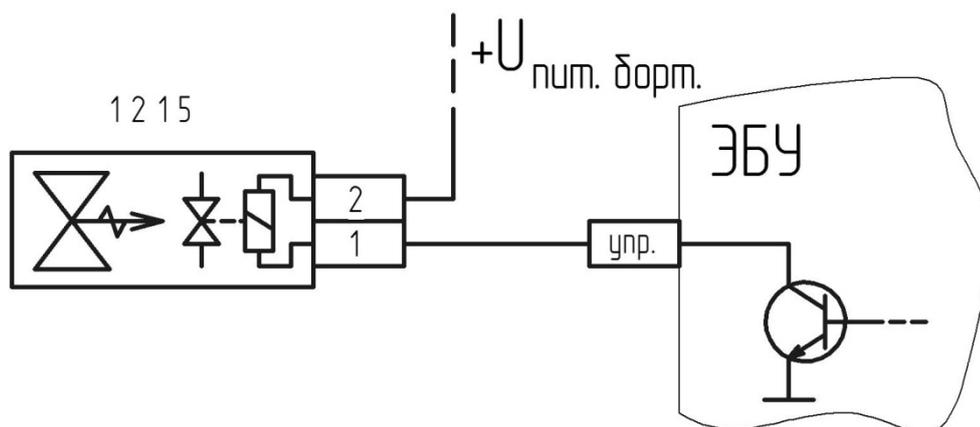
T – период следования импульсов

Рисунок 17 – Осциллограмма сигнала управления электромагнитным клапаном продувки адсорбера

Под действием управляющего импульса через обмотку начинает протекать электрический ток. При этом возникает магнитное поле, которое воздействует на якорь. Преодолевая усилие пружины, якорь с запорным элементом приподнимается над седлом клапана, между ними образуется зазор, через который пары топлива поступают к выходному штуцеру и далее по специальному шлангу во впускной коллектор ДВС. После прекращения

управляющего импульса, магнитное поле исчезает, пружина возвращает якорь клапана в начальное положение, запорный элемент прижимается к седлу, продувка прекращается, при этом за счет резкого уменьшения силы тока быстро убывает магнитный поток, пронизывающий катушку электромагнита, при этом в обмотке появляется ЭДС самоиндукции. Под действием серии управляющих импульсов периодически происходит открытие и закрытие клапана.

Схема подключения электромагнитного клапана продувки адсорбера к ЭБУ показана на рисунке 18.



1215 – клапан продувки адсорбера; 1 – управляющий вывод электромагнита клапана; 2 - вывод электромагнита клапана для подключения питания

Рисунок 18 - Схема подключения электромагнитного клапана продувки адсорбера к ЭБУ

При работе ДВС на один из выводов обмотки электромагнита клапана через реле подается питание с напряжением равным напряжению бортовой сети. Второй - управляющий вывод подключен к коллектору силового транзистора в ЭБУ. Транзистор выполняет роль быстродействующего переключателя. В нужный момент и на определенное время транзистор «открывается» и второй вывод обмотки электромагнита через проводящий участок коллектор - эмиттер подключается к «массе», через обмотку начинает

протекать электрический ток, клапан открывается. При этом напряжение на управляющем выводе обмотки электромагнита относительно «массы» близко к нулю. При отключении управляющего вывода обмотки электромагнита от «массы», электрический ток, протекающий через обмотку, прерывается, клапан закрывается.

3.6 Устройство и принцип действия электровентилятора системы охлаждения ДВС

Электровентилятор системы охлаждения ДВС предназначен для повышения скорости прохождения воздуха через радиатор и конденсатор кондиционера с целью улучшения их охлаждения. Вентилятор обычно располагают за радиатором системы охлаждения ДВС в специальном направляющем кожухе.

Электровентилятор системы охлаждения ДВС показан на рисунке 19.

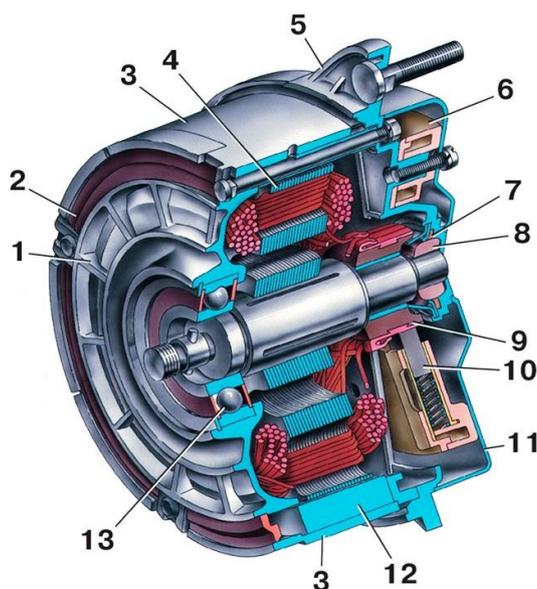


1 – соединительный кабель; 2 – крыльчатка вентилятора; 3 - электродвигатель

Рисунок 19 - Электровентилятор системы охлаждения ДВС

В состав электровентилятора системы охлаждения ДВС входит приводной электродвигатель, одноступенчатый осевой вентилятор с пластмассовой восьмилопастной крыльчаткой и соединительный кабель. В

качестве приводного электродвигателя используются электродвигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, его устройство показано на рисунке 20.



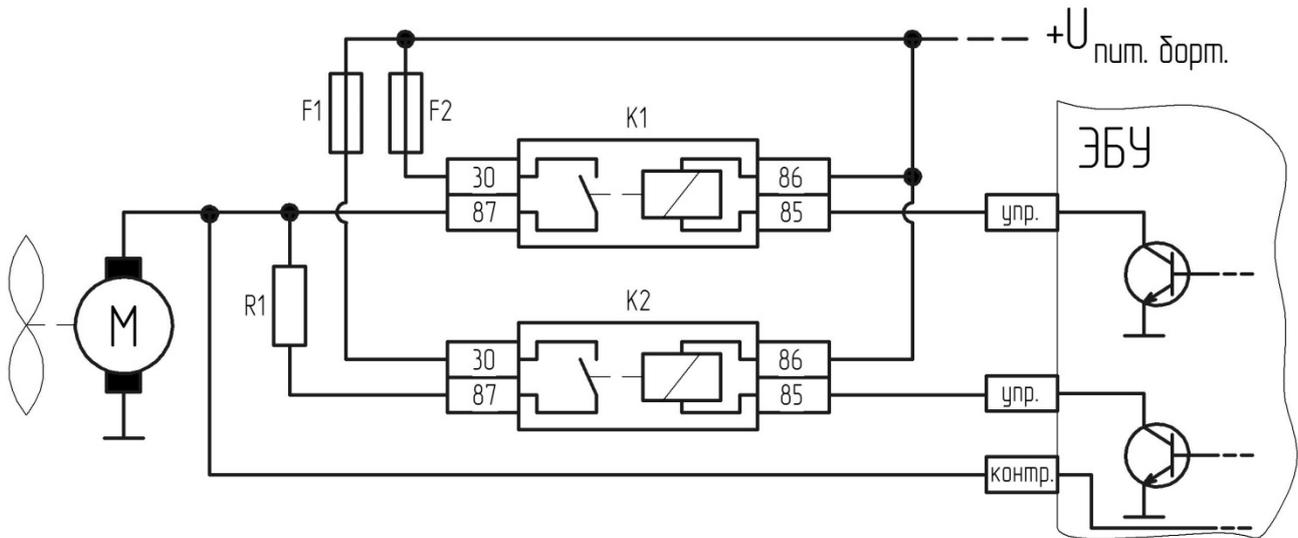
1 - корпус электродвигателя; 2 - грязезащитное кольцо; 3 - держатель магнитов;
4 - якорь электродвигателя; 5 - крышка; 6 - щеткодержатель; 7 - войлочное
кольцо; 8 - втулка; 9 - коллектор; 10 - щетка; 11 - кожух; 12 - магнит;
13 - шариковый подшипник

Рисунок 20 – Электродвигатель вентилятора системы охлаждения ДВС

Электровентилятор системы охлаждения через дополнительные реле включается и выключается по сигналу электронного блока управления двигателем при превышении заданной температуры охлаждающей жидкости или давления хладагента в системе кондиционирования. При понижении температуры охлаждающей жидкости и (или) давления хладагента ЭБУ отключает вентилятор. При этом следует отметить, что значение температуры (давления) включения больше значения температуры (давления) выключения.

В зависимости от напряженности теплового режима ДВС и алгоритма работы кондиционера электровентилятор может вращаться с малой и большой скоростью. Изменение скоростного режима вентилятора обеспечивается ЭБУ путем подключения последовательно с электродвигателем дополнительного электрического сопротивления. С диагностической целью ЭБУ при работе ДВС

контролирует величину напряжения на обмотках электродвигателя вентилятора. Электрическая схема подключения электровентилятора показана на рисунке 21.



М – электродвигатель привода вентилятора системы охлаждения; R1 – дополнительное сопротивление; F1, F2 – плавкие предохранители; K1, K2 – электромагнитные реле включения электродвигателя вентилятора соответственно с большой и малой скоростью

Рисунок 21 - Электрическая схема подключения электровентилятора системы охлаждения ДВС