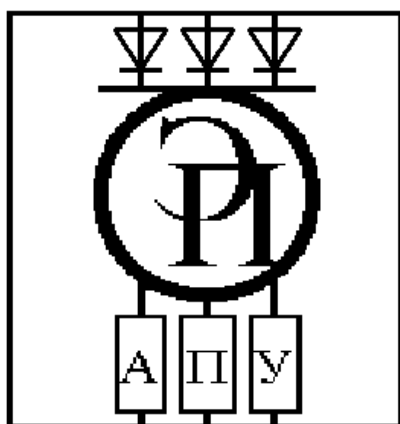


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 629.331
ББК 39.33-04
Э45

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «27» сентября 2022 г.,
протокол № 2

Составители: ст. преподаватель В. Н. Шарков;
Д. В. Шнип

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Предназначены к лабораторным занятиям для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис» по дисциплине «Электронные системы управления автомобилем». Приведены основные теоретические положения и порядок выполнения лабораторных работ.

Учебно-методическое издание

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Ответственный за выпуск	С. М. Фурманов
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Системы питания и генераторные установки автомобилей.....	4
2 Лабораторная работа № 2. Системы освещения и световой сигнализации автомобилей	14
3 Лабораторная работа № 3. Системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива.....	30
4 Лабораторная работа № 4. Системы экономайзера принудительного холостого хода	36
Список литературы	45

1 Лабораторная работа № 1. Системы питания и генераторные установки автомобилей

Используемое оборудование: стенд лабораторный НТЦ-42 – Системы питания и генераторные установки автомобилей.

Цель работы: изучение и исследование систем питания и генераторных установок автомобилей.

Порядок выполнения работы

Собрать схему, представленную на рисунке 1.1.

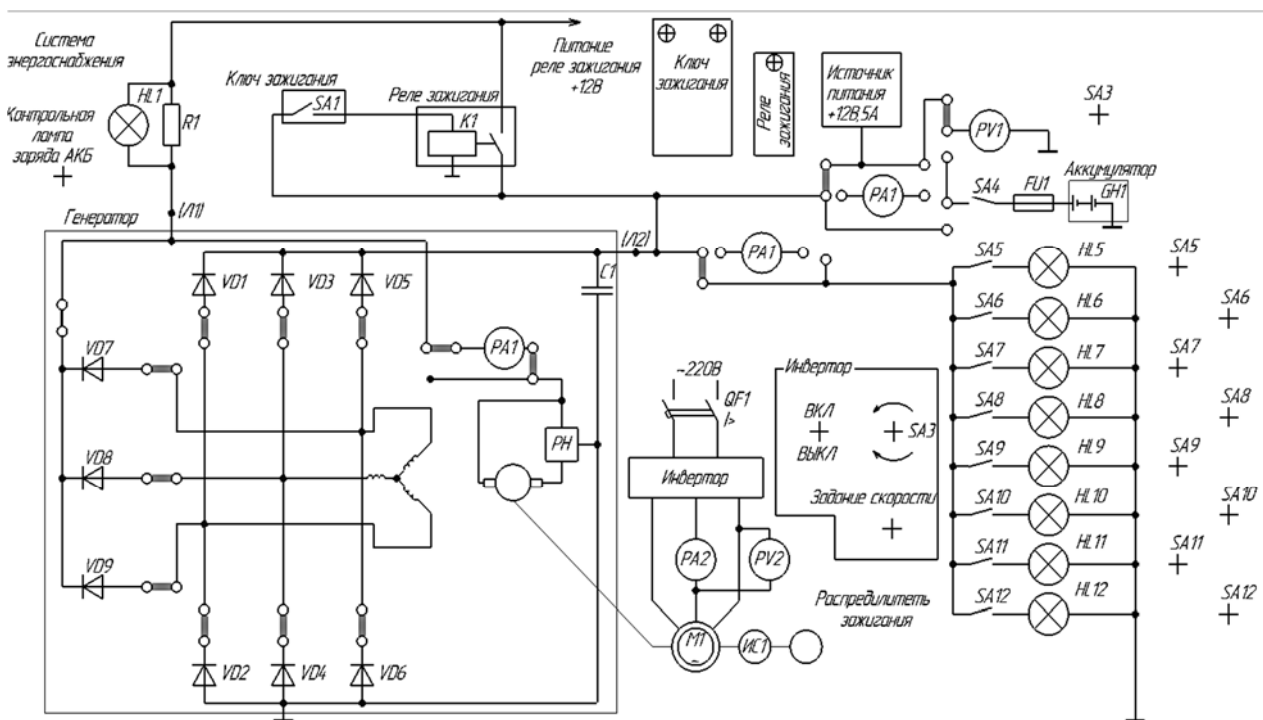


Рисунок 1.1 – Схема коммутации № 1 на стенде

1 Снять зависимость напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянной нагрузке и изменении частоты вращения (500, 1000, 1500 об/мин).

2 Снять зависимость напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянстве частоты вращения и изменении нагрузки (0,1 $I_{ном}$; 0,5 $I_{ном}$; 1,0 $I_{ном}$).

3 Построить зависимости тока возбуждения от тока нагрузки (0,1 $I_{ном}$; 0,5 $I_{ном}$; 1,0 $I_{ном}$).

4 Снять осциллограммы в бортовой сети автомобиля (стенда) при заданных частотах вращения двигателя.

Внимание! Перед включением автомата питания стенда все тумблеры должны находиться в нижнем положении, а ручка «Задание скорости» – в положения «min».

Включить автомат питания стенда QF1.

Повернуть ключ зажигания по часовой стрелке до упора.

Включить инвертор тумблером SA2.

При выполнении п. 1 необходимо:

а) задать (Задание скорости) частоту напряжения питания $HZ1$ такую, чтобы частота вращения двигателя $ИС1$ составляла 500, 1000, 1500 об/мин соответственно;

б) для каждой частоты вращения измерить ток возбуждения $PA1$ и напряжение $PV1$ на выходе генератора при постоянной нагрузке (задается преподавателем).

При выполнении п. 2 необходимо:

а) для заданной частоты вращения $ИС1$ (задается преподавателем) установить токи нагрузки $PA1$ (тумблеры $SA5 - SA12$) $0,1I_{ном}$; $0,5I_{ном}$; $1,0I_{ном}$ соответственно;

б) для каждой частоты вращения измерить ток возбуждения $PA1$ и напряжения $PV1$ на выходе генератора.

Результаты эксперимента представить в таблице, которая должна содержать информацию о частоте напряжения питания $HZ1$, частоте вращения двигателя $ИС1$, токе возбуждения $PA1$, токе нагрузке $PA1$.

Построить зависимости:

– напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянной нагрузке и изменении частоты вращения;

– напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянстве частоты вращения и изменении нагрузки;

– тока возбуждения от тока нагрузки ($0,1I_{ном}$; $0,5I_{ном}$; $1,0I_{ном}$) при постоянных частотах вращения (500, 1000, 1500 об/мин);

– тока возбуждения от частоты вращения.

Примечание – Значение частоты вращения и токов нагрузки допускается устанавливать с точностью до 25 % от указанных значений вследствие отсутствия стабилизации данных технологических параметров.

Содержание отчета

1 Титульный лист.

2 Принципиальная схема электроснабжения автомобиля.

3 Результаты эксперимента, представленные в таблице, которая должна содержать информацию о частоте напряжения питания $HZ1$, частоте вращения двигателя $ИС1$, токе возбуждения $PA1$, токе нагрузке $PA1$.

Построить зависимости:

– напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянной нагрузке и изменении частоты вращения;

- напряжения на выходе генератора от тока возбуждения при постоянстве частоты вращения и изменении нагрузки;
- тока возбуждения от тока нагрузки ($0,1I_{ном}$; $0,5I_{ном}$; $1,0I_{ном}$) при постоянных частотах вращения (500, 1000, 1500 об/мин);
- тока возбуждения от частоты вращения.

Краткие теоретические сведения

Упрощенная схема устройства автомобильного генератора переменного тока с клювообразным ротором представлена на рисунке 1.2.

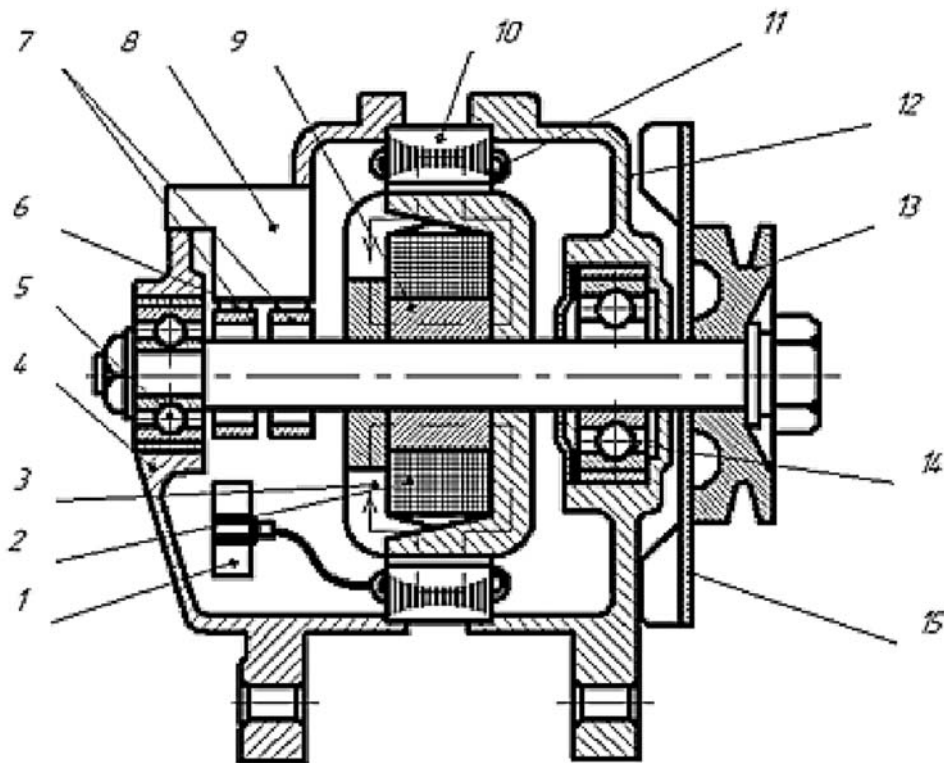


Рисунок 1.2 – Автомобильный генератор переменного тока с клювообразным ротором

В крышке 4 со стороны контактных колец установлены пластмассовый щеткодержатель 8 с двумя прямоугольными медно-графитовыми щетками 6 и выпрямительный блок 7. При помощи крыльчатки 15 создается приточная вентиляция для охлаждения генератора. Привод генератора осуществляется при помощи шкива 13.

Принцип действия генератора заключается в следующем. При включении замка зажигания на обмотку возбуждения 2 подается напряжение аккумуляторной батареи, которое вызывает появление тока возбуждения. Ток возбуждения, проходя по обмотке возбуждения, создает магнитный поток, рабочая часть которого распределяется по клювообразным полюсам одной полярности. Выходя из полюсов, магнитный поток пересекает воздушный зазор, проходит по зубцам и спинке статора 10 еще раз.

При вращении ротора 3 под каждым зубцом статора 10 проходит попеременно то положительный, то отрицательный полюс, т. е. магнитный поток, пересекающий обмотку статора 11 , изменяется по величине и направлению (рисунок 1.3). При этом в обмотках фазы будет индуцироваться переменная по величине и направлению ЭДС, действующее значение которой

$$E_{\phi} = 4,4 f w k_{об} \Phi, \quad (1.1)$$

где f – частота,

$$f = pn / 60, \quad (1.2)$$

где p – число пар полюсов;

n – частота вращения;

w – число витков обмотки одной фазы;

Φ – магнитный поток.

$$q = z / (2pt), \quad (1.3)$$

где z – число пазов;

t – число фаз.

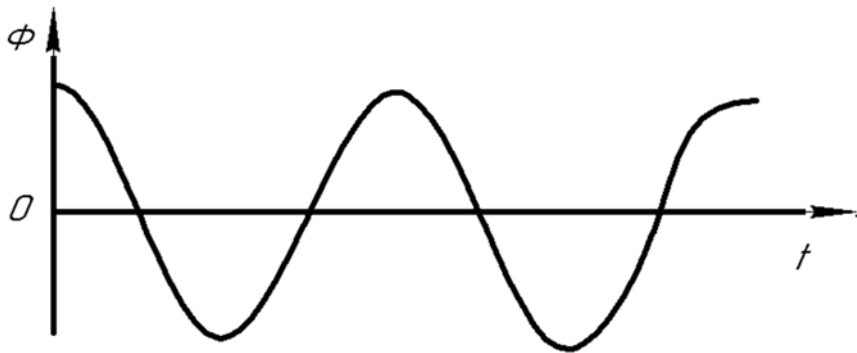


Рисунок 1.3 – Изменение во времени магнитного потока в генераторе

Для отечественных генераторов характерны следующие параметры (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Параметры отечественных генераторов

z	18	36	72
$k_{об}$	0,866	1	0,966
q	0,5	1	2

В фазах обмотки статора синхронного генератора индуцируется ЭДС, описываемая зависимостью (1.1), которую можно переписать в более простом виде:

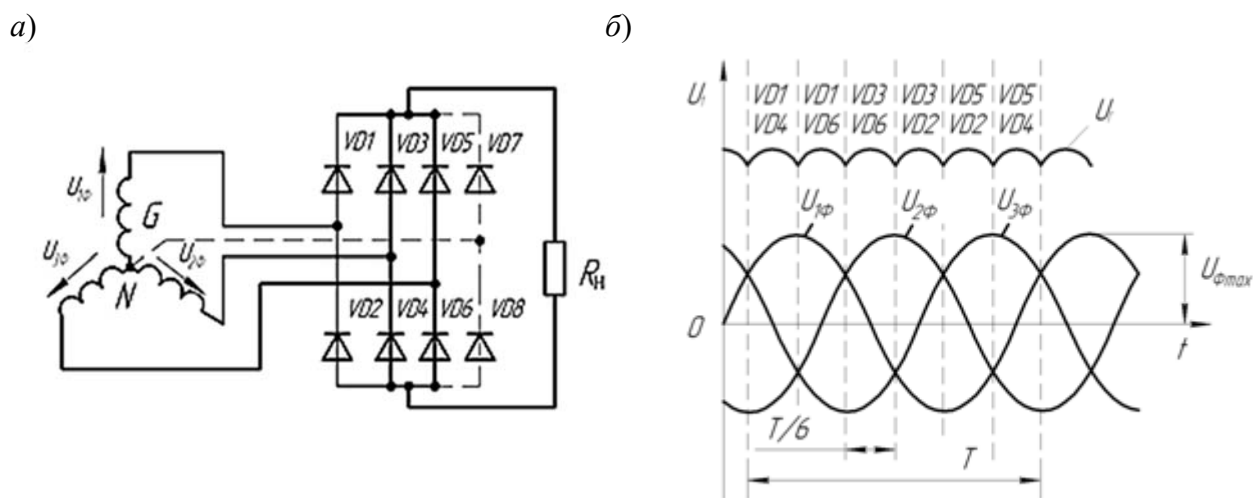
$$E = C_e n \Phi, \quad (1.4)$$

где C_e – постоянный коэффициент, $C_e = 4,44 \frac{p w k_{об}}{60}$.

Характер изменения ЭДС в проводниках обмотки статора зависит от кривой распределения магнитной индукции в зазоре, которая определяется формой полюса. Форму полюса делают такой, чтобы форма ЭДС приближалась к синусоиде.

В автомобильных генераторах наибольшее применение нашли трехфазные мостовые двухполупериодные схемы выпрямления. В этих схемах наиболее благоприятное соотношение между выпрямленной мощностью P_d и мощностью генератора P_2 (теоретически $P_2 = 1,045 \cdot P_d$). Трехфазная мостовая схема выпрямления обеспечивает относительно небольшие пульсации выпрямленного напряжения, что является одним из важных требований к автомобильным генераторам в связи с широким применением электроники на автомобиле.

Работает мостовая трехфазная схема выпрямления следующим образом. Предположим, что обмотки статора генератора соединены по схеме «звезда» (рисунок 1.4, а). В каждый данный момент времени работает тот диод первой группы, у которого анодный вывод в это время имеет наибольший положительный потенциал относительно нейтральной точки N генератора, а вместе с ним – диод второй группы, у которого катодный вывод имеет наибольший по абсолютному значению отрицательный потенциал относительно этой же точки. Частота пульсации выпрямленного напряжения при такой схеме выпрямления равна удвоенному числу фаз генератора, т. е. шесть пульсаций за период (рисунок 1.4, б).



а – электрическая схема; б – осциллограммы фазных и выпрямленного напряжений

Рисунок 1.4 – Мостовая трехфазная схема выпрямления

Для повышения мощности генератора в выпрямителе могут использоваться диоды, подключенные к нейтрали трехфазной обмотки статора, соединенного по схеме «звезда». Этот эффект достигается тем, что в реальных условиях форма напряжения, вырабатываемого генератором, отлична от синусоиды и потенциал

нейтральной точки периодически отличается от нуля.

На современных генераторах для питания обмотки возбуждения применяется отдельный выпрямитель. Он состоит из трех дополнительных маломощных диодов (типа Д 223 А с номинальным током 2 А) и трех диодов, общих с силовым выпрямителем. Принцип действия выпрямителя для питания обмотки возбуждения такой же, как и у силового выпрямителя. Применение диодов с меньшим падением напряжения в прямом направлении позволяет повысить ток отдачи генератора. Кроме того, подключение обмотки возбуждения к дополнительному выпрямителю препятствует протеканию через нее тока разрядки аккумуляторной батареи при неработающем двигателе.

В выпрямительных блоках генераторов последних конструкций, например, в компактных генераторах Bosch, вместо обычных силовых диодов используются стабилитроны. Применение силовых стабилитронов позволяет ограничить пики напряжения генератора.

Для соединения фазных обмоток по схеме «звезда» справедливы следующие соотношения:

$$U_l = \sqrt{3}U_\phi, \quad (1.5)$$

$$I_l = I_\phi, \quad (1.6)$$

где U_l , U_ϕ – линейное и фазное напряжение соответственно;

I_l , I_ϕ – линейная и фазная сила тока соответственно.

К выпрямителю подается линейное напряжение генератора. Выпрямленное напряжение U_d пульсирует с частотой f_n , в 6 раз большей частоты переменного напряжения генератора, т. е.

$$f_n = 6f = \frac{6pn}{60} = 0,1pn. \quad (1.7)$$

Минимальное значение выпрямленного напряжения равно $1,5U_{\phi \max}$, а максимальное – $1,73U_{\phi \max}$. Пульсация выпрямленного напряжения при соединении обмоток генератора по схеме «звезда»

$$\Delta U_d = (1,73 - 1,5)U_{\phi \max} = 0,23U_{\phi \max}, \quad (1.8)$$

где $U_{\phi \max}$ – амплитудное значение фазного напряжения (см. рисунок 1.4, б.)

Среднее значение выпрямленного напряжения (период пульсации $T/6$)

$$U_d = \frac{6}{T} \int_{-T/12}^{T/12} I_{\phi \max} \cos \omega t dt = 1,65U_{\phi \max}, \quad (1.9)$$

где T – период времени;

ω – угловая частота.

Следовательно, пульсация выпрямленного напряжения

$$\Delta U_d = \frac{0,23}{1,65} U_d = 0,139 U_d. \quad (1.10)$$

Например, при среднем значении выпрямленного напряжения 14 В пульсация равна 1,95 В. При этом максимальное значение выпрямленного напряжения 14,65 В, а минимальное – 12,7 В.

Ток при подключении к выпрямителю активной нагрузки

$$I_d = U_d / R_H, \quad (1.11)$$

где R_H – сопротивление нагрузки.

Форма выпрямленного тока имеет такой же вид, как и выпрямленного напряжения, т. е. выпрямленный ток будет пульсирующим с амплитудой:

$$I_{d \max} = U_{d \max} / R_H, \quad (1.12)$$

Среднее значение выпрямленного тока

$$I_d = \frac{6}{T} \int_{-T/12}^{T/12} I_{d \max} \cos \omega t dt = 0,955 I_{d \max}, \quad (1.13)$$

Действующее значение фазного тока

$$I_\phi = \sqrt{\frac{4}{T} \int_{-T/3}^{T/3} I_{d \max}^2 \sin^2 \omega t dt} = 0,775 I_{d \max}, \quad (1.14)$$

или

$$I_\phi = 0,815 I_d. \quad (1.15)$$

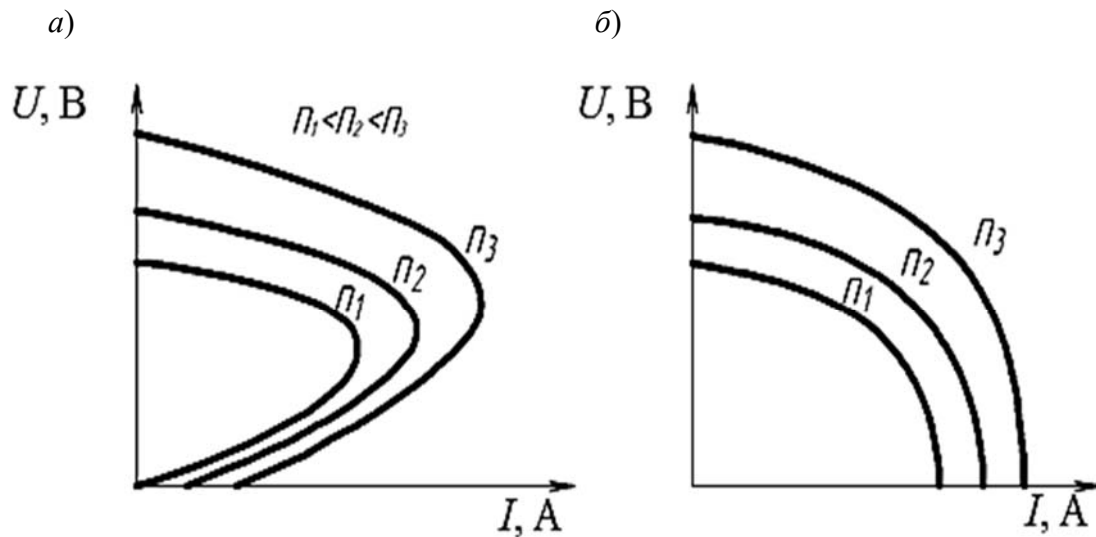
Характеристики генераторов переменного тока.

Внешняя характеристика, т. е. зависимость напряжения генератора от тока $U_2(I_2)$ при $n = \text{const}$, может определяться при самовозбуждении и независимом возбуждении. Аналитическое выражение зависимости напряжения от тока для фазных величин имеет следующий вид:

$$U = 4,44 f \omega k_{o\phi} \Phi - Z_o I, \quad (1.16)$$

где Z_o – полное сопротивление генератора.

Снижение напряжения при увеличении нагрузки (рисунок 1.5) происходит из-за падения напряжения в активном и индуктивном сопротивлениях обмоток статора, размагничивающего действия реакции якоря, уменьшающей магнитный поток в воздушном зазоре, из-за падения напряжения в цепи выпрямителя, а в случае самовозбуждения прибавляется падение напряжения на обмотке возбуждения. Из семейства внешних характеристик определяется максимальный ток, который обеспечивается при заданном или регулируемом значении напряжения.



a – с самовозбуждением; *б* – с независимым возбуждением

Рисунок 1.5 – Внешняя характеристика генератора переменного тока

Скоростная регулировочная характеристика $I_s(n)$ (рисунок 1.6, *a*) обычно определяется при нескольких значениях тока нагрузки. Минимальное значение тока возбуждения определяется при токе нагрузки генератора, равном нулю, и максимальной частоте вращения. Скоростные регулировочные характеристики позволяют определить диапазон изменения тока возбуждения с изменением нагрузки при постоянном напряжении.

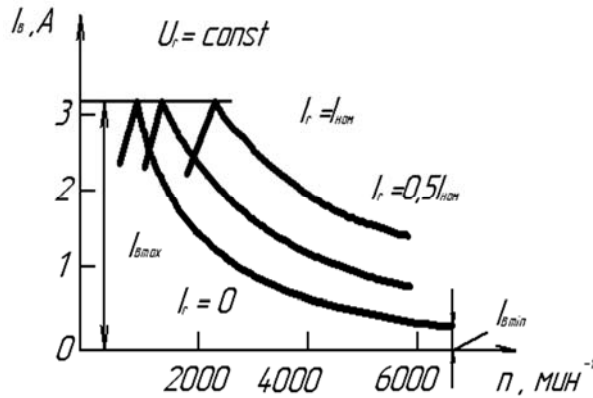
Токоскоростная характеристика $I_s(n)$ (рисунок 1.6, *б*) имеет важное значение при разработке и выборе генератора.

При замыкании внешней цепи на сопротивление нагрузки индуцированная в обмотке статора электродвижущая сила вызывает ток

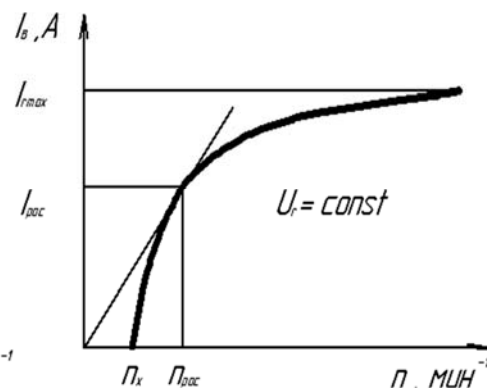
$$I = \frac{E}{\sqrt{(R_a + R_H)^2 + X_L^2}}, \quad (1.17)$$

где R_a , X_L – активное и индуктивное сопротивление обмотки статора соответственно.

а)



б)



а – скоростная регулировочная; б – токоскоростная

Рисунок 1.6 – Характеристики генератора переменного тока

Выразив индуктивное сопротивление обмотки статора через частоту и индуктивность, а затем через частоту вращения и индуктивность

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \frac{pn}{60} L = C_X n, \quad (1.18)$$

где L – индуктивность обмотки статора;

C_X – постоянный коэффициент,

$$C_X = (2\pi p / 60)L,$$

и учитывая зависимость (1.18), получим следующее выражение для тока генератора:

$$I = \frac{C_e n \Phi}{\sqrt{(R_a + R_H)^2 + (C_X n)^2}}, \quad (1.19)$$

При малой частоте вращения индуктивная составляющая сопротивления $(C_X n)^2$ мала по сравнению с активной составляющей $(R_a + R_H)^2$ и ею можно пренебречь. При этом ток будет возрастать пропорционально частоте вращения (начальная часть характеристики на рисунок 1.6, б):

$$I = \frac{C_e \Phi}{\sqrt{(R_a + R_H)^2}} = n \frac{C_e \Phi}{R_a + R_H} n. \quad (1.20)$$

С увеличением частоты вращения индуктивная составляющая возрастает и становится значительно больше активной составляющей, следовательно, последней можно пренебречь. При этом ток будет постоянным, не зависящим от частоты вращения, а определяемым параметрами обмоток генератора и магнит-

НЫМ ПОТОКОМ:

$$I = \frac{C_e n \Phi}{\sqrt{(C_x n)^2}} = \frac{C_e n \Phi}{\sqrt{C_x n}} = \frac{C_e \Phi}{C_x n} = \text{const.} \quad (1.21)$$

Для поддержания постоянного напряжения в бортовой сети автомобиля используются регуляторы напряжения.

Регулятор напряжения – устройство, поддерживающее напряжение бортовой сети автомобиля в заданных пределах при изменении электрической нагрузки, частоты вращения ротора генератора и температуры окружающей среды.

Все регуляторы напряжения имеют измерительные элементы, являющиеся датчиками напряжения, и исполнительные элементы, осуществляющие его регулирование.

Полупроводниковые бесконтактные электронные регуляторы, как правило, встроены в генератор и объединены с щеточным узлом. Они регулируют ток возбуждения путем изменения времени включения обмотки ротора в питающую сеть. Эти регуляторы не требуют никакого обслуживания, кроме контроля надежности контактов.

Регуляторы напряжения обладают свойством термокомпенсации – изменения напряжения, подводимого к аккумуляторной батарее, в зависимости от температуры воздуха в подкапотном пространстве для оптимального заряда АКБ. Чем ниже температура воздуха, тем большее напряжение должно подводиться к батарее, и наоборот. Величина термокомпенсации достигает до 0,01 В на 1 °С.

Контрольные вопросы

1 Опишите действие генератора переменного тока, отталкиваясь от вращающегося «постоянного магнита».

2 Нарисуйте четкий эскиз, иллюстрирующий типичную внешнюю схему генератора переменного тока.

3 Объясните, как и почему регулируется выходное напряжение генератора переменного тока.

4 Нарисуйте схему и объясните, почему подсоединение двух дополнительных диодов к центру обмоток статора типа «звезда» может увеличить выходное напряжение генератора переменного тока.

5 Опишите, как работает выпрямитель в генераторе переменного тока.

6 Почему пульсации выпрямленного напряжения при подключенной аккумуляторной батарее меньше, чем при отключенной?

7 Почему среднее значение выпрямленного напряжения при отключенной аккумуляторной батарее больше, чем при подключенной?

8 Нарисуйте диаграммы напряжения на выходе выпрямителя, если диод VD5 будет удален из схемы (см. рисунок 1.4).

9 Как определить уровень пульсаций напряжения в процентах в бортовой сети автомобиля?

10 Определите реальную частоту вращения генератора, используя полученные осциллограммы (осциллограмму указывает преподаватель).

12 Почему необходима стабилизация напряжения в бортовой сети автомобиля?

13 В каком диапазоне происходит стабилизация напряжения на выходе генератора при изменении частоты вращения?

14 Почему напряжение на выходе генератора изменяется при изменении частоты вращения?

15 В каком диапазоне происходит стабилизация напряжения на выходе генератора при изменении нагрузки?

16 Почему напряжение на выходе генератора изменяется при изменении нагрузки?

17 Определите, с какой частотой выполняется переключению выходного транзистора в регуляторе напряжения при экспериментальных частотах вращения двигателя, используя полученные осциллограммы, и обосновать представленный результат (частота вращения двигателя задается преподавателем).

18 Откуда регулятор напряжения получает питание для своей работы? Поясните на принципиальной схеме.

19 Почему в схеме применяется реле зажигания К1?

20 Поясните назначение электрического аппарата FU1.

2 Лабораторная работа № 2. Системы освещения и световой сигнализации автомобилей

Используемое оборудование: стенд лабораторный НТЦ-15.43 – Система освещения и световой сигнализации автомобиля.

Цель работы: изучение и исследование систем освещения и световой сигнализации автомобилей.

2.1 Устройство и принцип работы стенда

На рисунке 2.1 представлен лабораторный стенд.

Конструктивно стенд представляет собой алюминиевый корпус, в котором размещена лицевая панель и элементы системы освещения и световой сигнализации автомобиля. В верхней части лицевой панели размещены приборная панель и задние фонари автомобиля. В нижней части стенда размещены фары автомобиля.

В центральной части стенда слева размещены органы управления системой освещения и сигнализации:

- левый подрулевой переключатель;
- выключатель наружного освещения;
- выключатель аварийной сигнализации;

- выключатель задних противотуманных фонарей;
- выключатель освещения приборов.



Рисунок 2.1 – Лабораторный стенд

В центральной части стенда справа размещен монтажный блок автомобиля. На лицевой панели размещены вводные автоматические выключатели, измерительные приборы (вольтметр, амперметр), тумблеры, имитирующие срабатывание датчиков системы сигнализации автомобиля. На задней панели стенда размещен блок ввода неисправностей и изображена электрическая схема системы освещения автомобиля.

Лабораторный стенд «Система освещения и световой сигнализации автомобиля» предназначен для использования в качестве учебного оборудования в высших и средних специальных учебных заведениях при проведении лабораторно-практических занятий по курсам «Устройство автомобиля» и «Техническая эксплуатация автомобилей».

Для проведения лабораторно-практических занятий по изучению устройства и функционирования системы освещения и световой сигнализации автомобиля реализована система освещения и световой сигнализации автомобиля ВАЗ-2108 в полном соответствии с системой, устанавливаемой в автомобиле. В стенде полностью сохранена цветовая маркировка проводов.

В стенде предусмотрена возможность проведения прямых электрических измерений в цепях изучаемой системы автомобиля, а также ввод неисправностей с их последующей диагностикой с использованием любого известного диагностического оборудования изучаемых систем.

2.2 Изучение устройства и функционирования фар головного света

Порядок выполнения работы

- 1 Перевести автоматический выключатель «СЕТЬ» в верхнее положение.
- 2 Повернуть ключ выключателя зажигания в положение «Зажигание».
- 3 Перевести «Выключатель наружного освещения» в среднее положение.
- 4 Наблюдать за изменениями в работе системы освещения (должны загореться габаритные огни, подсветка номерного знака и подсветка панели приборов).
- 5 Перевести «Выключатель наружного освещения» в нижнее положение для включения ближнего света фар
- 6 Переводом подрулевого переключателя вперед от себя включить дальний свет фар.
- 7 Перевести «Выключатель наружного освещения» в верхнее положение.
- 8 Повернуть ключ выключателя зажигания в положение «Выключено».
- 9 Переводом подрулевого переключателя на себя до конца включить режим кратковременного включения дальнего света.
- 10 Перевести подрулевой переключатель в исходное положение.
- 11 Переводом автоматического выключателя «СЕТЬ» в нижнее положение отключить питание стенда.

Краткие теоретические сведения

В темное время суток при высоких скоростях движения необходимо освещать дорогу и обочину перед автомобилем на расстоянии 50...250 м. Это позволяет водителю своевременно оценивать дорожную обстановку и избегать столкновений с препятствиями. Для освещения дороги на автомобили и другие транспортные средства устанавливаются фары и прожекторы. Распределение света фары на дороге зависит от конструкции оптического элемента и установленной в нем лампы.

Передняя фара освещает дорогу впереди автомобиля, а также представляет информацию другим участникам движения, находящимся впереди транспортного средства. Передние фары устанавливаются попарно симметрично с правой и левой стороны автомобиля.

Передняя фара выполнена, как правило, в едином корпусе, в котором объединены следующие световые приборы:

- ближний свет;
- дальний свет;
- габаритный огонь;
- указатель поворотов;

Ближний свет фары служит для освещения дороги при наличии впереди других участников движения. Ближний свет ассиметричный, при правостороннем движении лучше освещена правая часть дороги и обочины.

Дальний свет используется при отсутствии впереди других участников движения. Он представляет собой симметричный световой луч высокой интенсивности. Габаритный огонь используется для обозначения размеров транспортного средства. Габаритный огонь устанавливается также в заднем фонаре.

Устройство фары.

Несмотря на различия по форме, конструкции, цвету, материалам можно выделить следующее общее устройство фары:

- корпус;
- источник света;
- отражатель;
- рассеиватель.

Корпус служит основой для размещения и крепления остальных элементов фары. Он выполняется, как правило, из пластмассы. В качестве источников света используются различные лампы: накаливания – вольфрамовые, галогенные, газоразрядные – ксеноновые. Все большую популярность у автопроизводителей завоевывают светодиодные источники света.

Вольфрамовые лампы самые дешевые по цене и имеют низкую световую интенсивность. Поэтому данные лампы используются в качестве источника света габаритных огней, указателей поворота, стоп-сигнала, фонаря заднего хода, приборов внутреннего освещения. Галогенные лампы являются самым распространенным источником ближнего и дальнего света фары. Для каждого из видов головного освещения может использоваться одна лампа (например, Н4 с двумя нитями накаливания) или две отдельные лампы (например, Н7 с одной нитью накаливания).

Большой популярностью пользуются ксеноновые лампы, которые могут использоваться как для ближнего, так и для дальнего света. Светодиодные источники света используются в основном для реализации сигнальных функций: стояночные огни, стоп-сигнал, сигнал поворота, дневные ходовые огни. Реже светодиоды можно увидеть в качестве источника головного света.

Отражатель в конструкции фары отвечает за формирование пучка света. Простейший отражатель имеет параболическую форму. Современные отражатели имеют более сложную форму. Отражатель изготавливается из пластмассы. Для создания зеркальной поверхности наносится тонкая пленка алюминия и покрывается лаком.

Рассеиватель пропускает световой поток и в зависимости от конструкции преломляет его. Другая функция рассеивателя – защита фары от внешних воздействий. Рассеиватель изготавливается из прозрачного пластика, реже – из стекла.

Контрольные вопросы

- 1 Рассказать об устройстве фар головного освещения.
- 2 Перечислить, для чего и в каких случаях используется габаритный, ближний и дальний свет фар.

2.3 Изучение устройства и функционирования световых указателей поворота и аварийной сигнализации

Порядок выполнения работы

- 1 Перевести автоматический выключатель «СЕТЬ» в верхнее положение.
- 2 Повернуть ключ выключателя зажигания в положение «Зажигание».
- 3 Перевести подрулевой переключатель сначала вниз, а потом вверх.
- 4 Наблюдать за изменениями в работе системы освещения (должны загореться сначала левый указатель поворота, а потом правый).
- 5 Перевести тумблер SA19, а затем SA20 блока ввода неисправностей в верхнее положение.
- 6 Наблюдать за изменениями в работе системы освещения, найти и объяснить неисправность.
- 7 Перевести подрулевой переключатель в исходное положение.
- 8 Нажать на кнопку «Выключатель аварийной сигнализации».
- 9 Наблюдать за работой системы аварийной сигнализации.
- 10 Повернуть ключ выключателя зажигания в положение «ВЫКЛЮЧЕНО».
- 11 Переводом автоматического выключателя «СЕТЬ» в нижнее положение отключить питание стенда.

Краткие теоретические сведения

Указатель поворота может устанавливаться как в блок-фаре, так и вне ее в передней части автомобиля. Указатель поворота используется для информирования других участников движения о намерении совершить маневр (поворот, разворот, смену полосы движения). Указатель поворота устанавливается также в заднем фонаре. Помимо этого, с боковой стороны автомобиля предусматривается повторитель указателя поворота. В последнее время повторитель указателя поворота стало популярно размещать в наружном зеркале заднего вида. Все указатели поворота должны работать синхронно.

В качестве сигнала поворота используется источник света желтого цвета, работающий в режиме мигания. Частота работы указателя должна составлять одно-два мигания в секунду. Указатель поворота может иметь два режима работы: постоянный (пока не отключат), разовый (три-пять миганий при нажатии). Указатель поворота управляется с помощью соответствующего переключателя. Конструкция переключателя предусматривает автоматическое выключение сигнала при возвращении рулевого колеса в нейтральное положение.

Указатель поворота работает совместно с рядом систем активной безопасности: система помощи при перестроении, система помощи движению по полосе. Указатели поворота также используются в качестве сигнала аварийной остановки.

Аварийная сигнализация должна включаться в том случае, если автомобиль неподвижен и представляет собой источник повышенной опасности для прочих участников движения. Если необходимо оставить автомобиль, чтобы обратиться за технической помощью, аварийная световая сигнализация может функционировать также при извлеченном из замка ключе зажигания и заблокированных дверях автомобиля.

Контрольные вопросы

- 1 Пояснить принцип действия указателей поворота.
- 2 Как изменяется частота мигания указателей поворота при неисправности одной из ламп?
- 3 Пояснить особенности работы аварийной сигнализации.
- 4 Как изменяется работа аварийной сигнализации при неисправности одной из ламп указателей поворота?

2.4 Изучение и исследование электрических схем электронных указателей поворота

Задание к работе

Задание на выбор схемы электронного указателя поворота выдается преподавателем.

Изучить схемы электрические принципиальные электронных указателей поворота, представленных на рисунках 2.2–2.8.

Представить описание принципа действия заданного устройства.

На основании принципиальных схем разработать структурные и функциональные схемы представленных устройств.

Представить временные диаграммы работы в каждой точке структурной (функциональной) схемы.

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Принципиальная схема электронного указателя поворота.
- 3 Функциональная схема электронного указателя поворота.
- 4 Временные диаграммы работы.

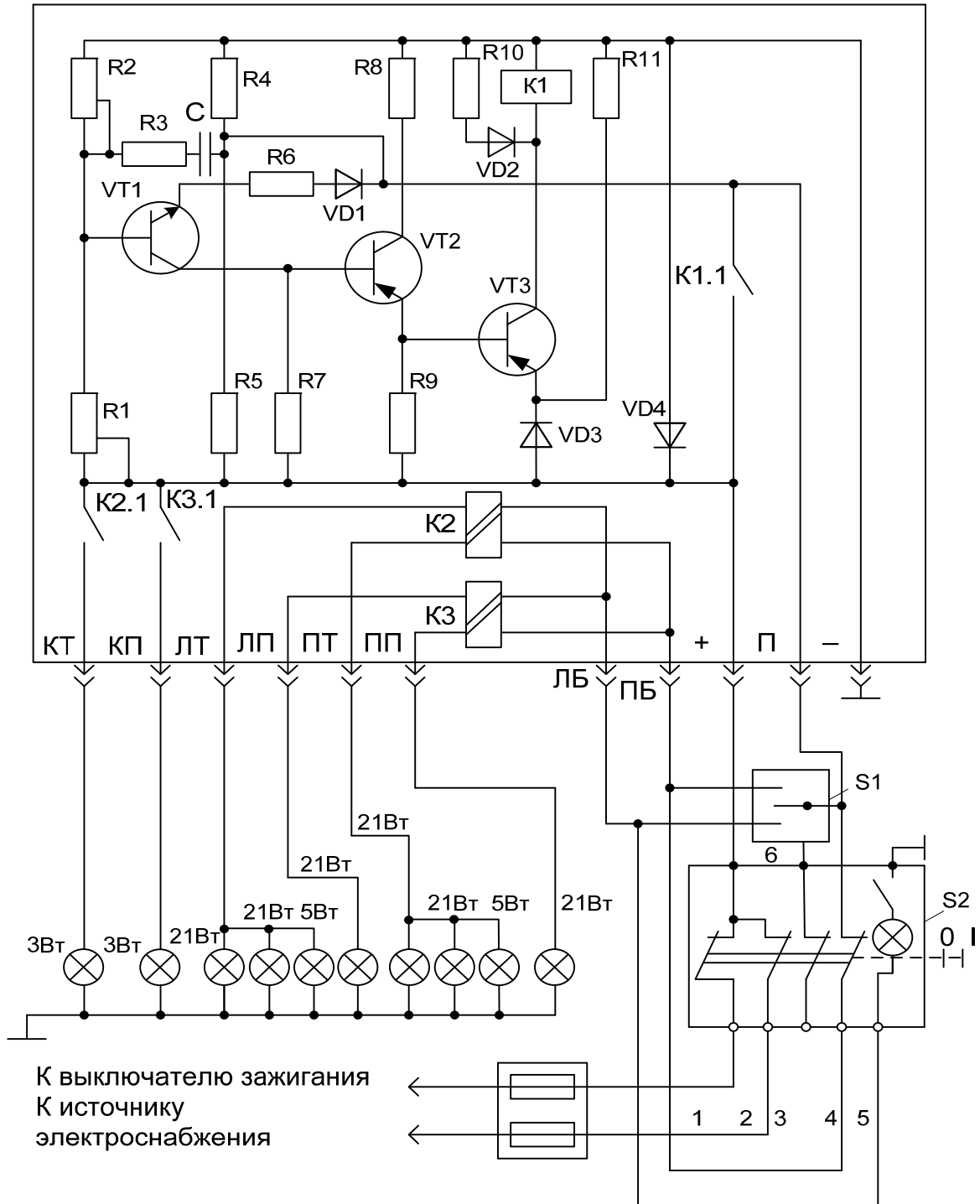
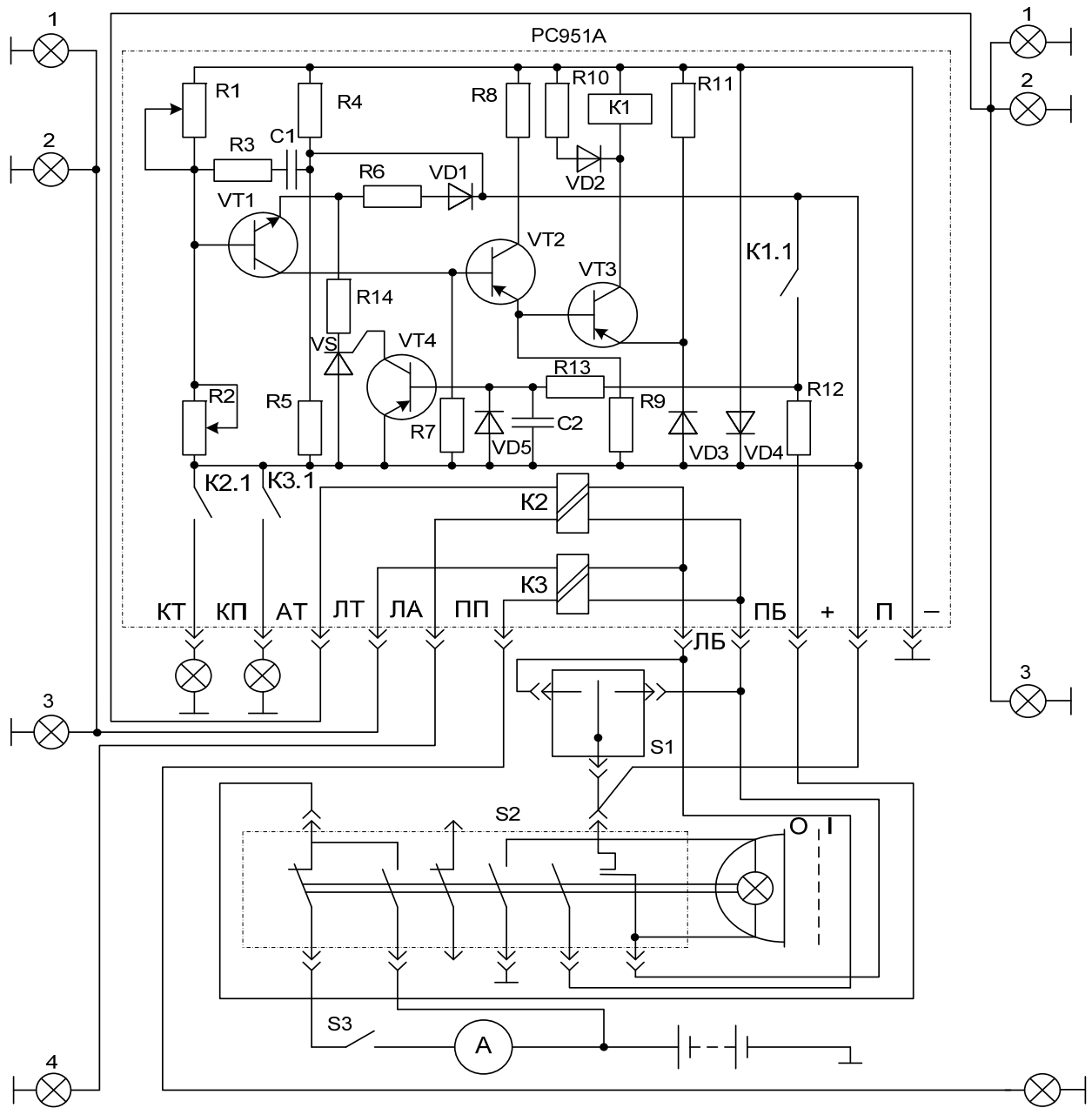


Рисунок 2.2 – Контактнo-транзисторный реле-прерыватель PC950



1, 3 – лампы передних и задних указателей поворота соответственно; 2, 4 – лампы боковых повторителей и указателей поворота прицепа соответственно

Рисунок 2.3 – Реле-прерыватель PC951-A

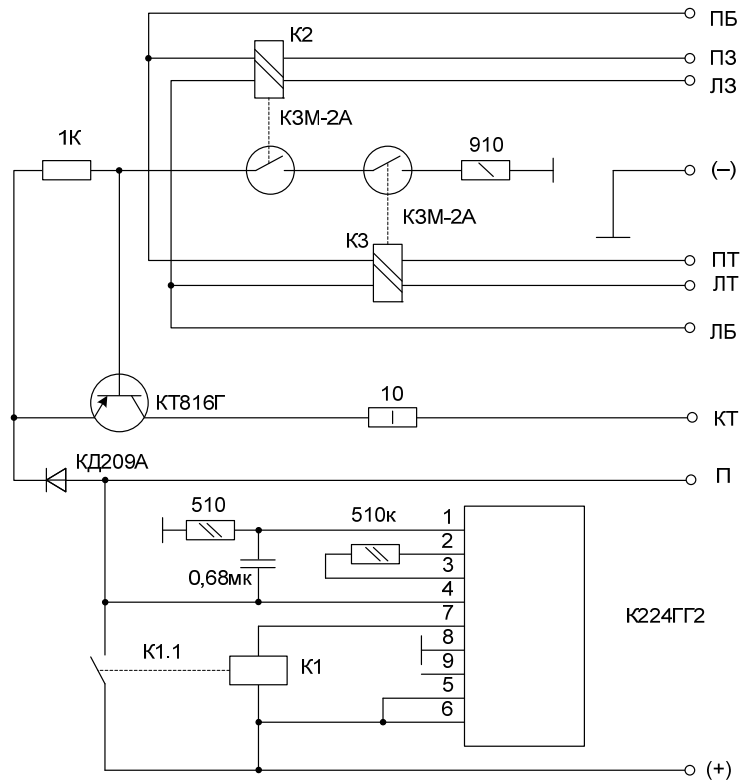


Рисунок 2.4 – Реле-прерыватель РС950-Е

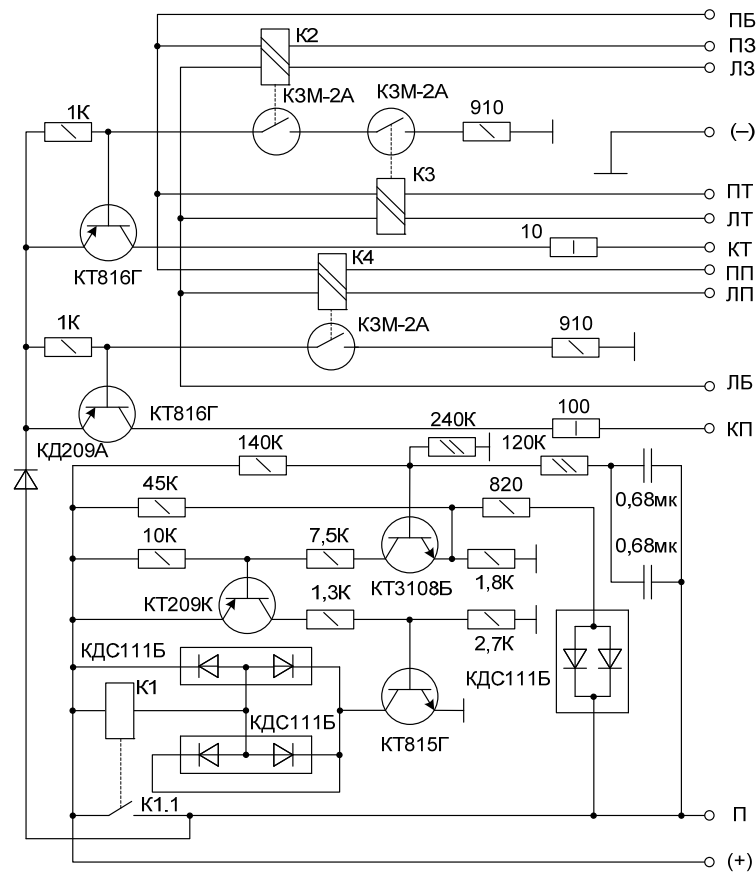


Рисунок 2.5 – Реле-прерыватель РС950-П

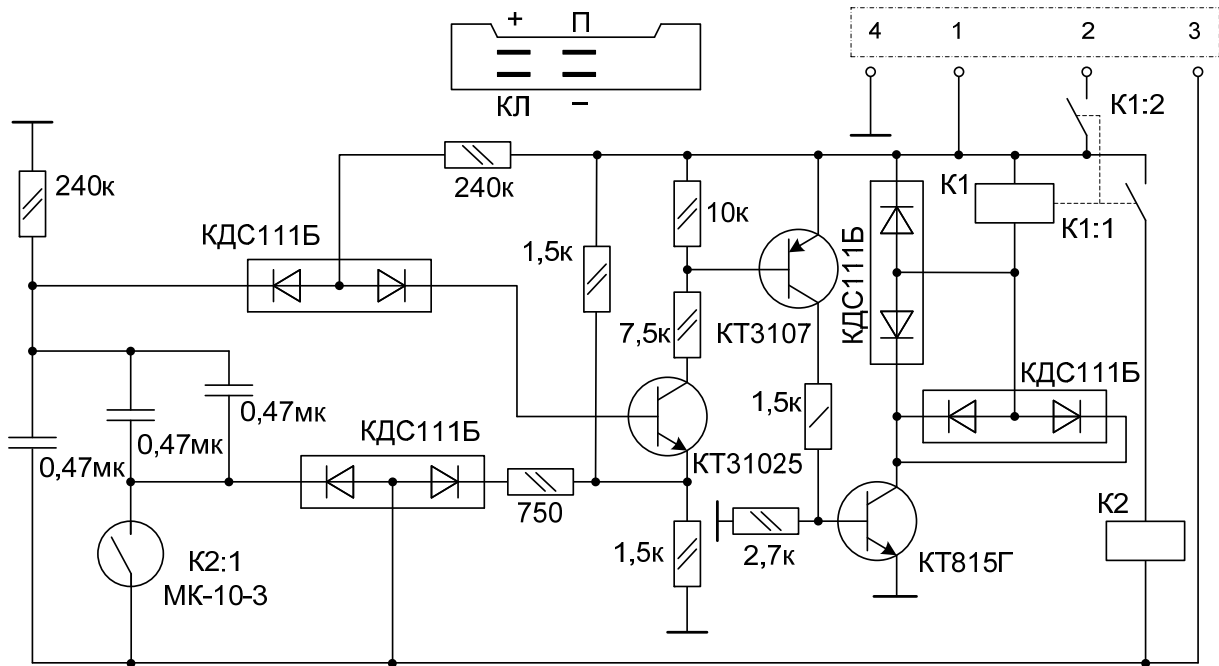


Рисунок 2.6 – Реле-прерыватель 231.3747

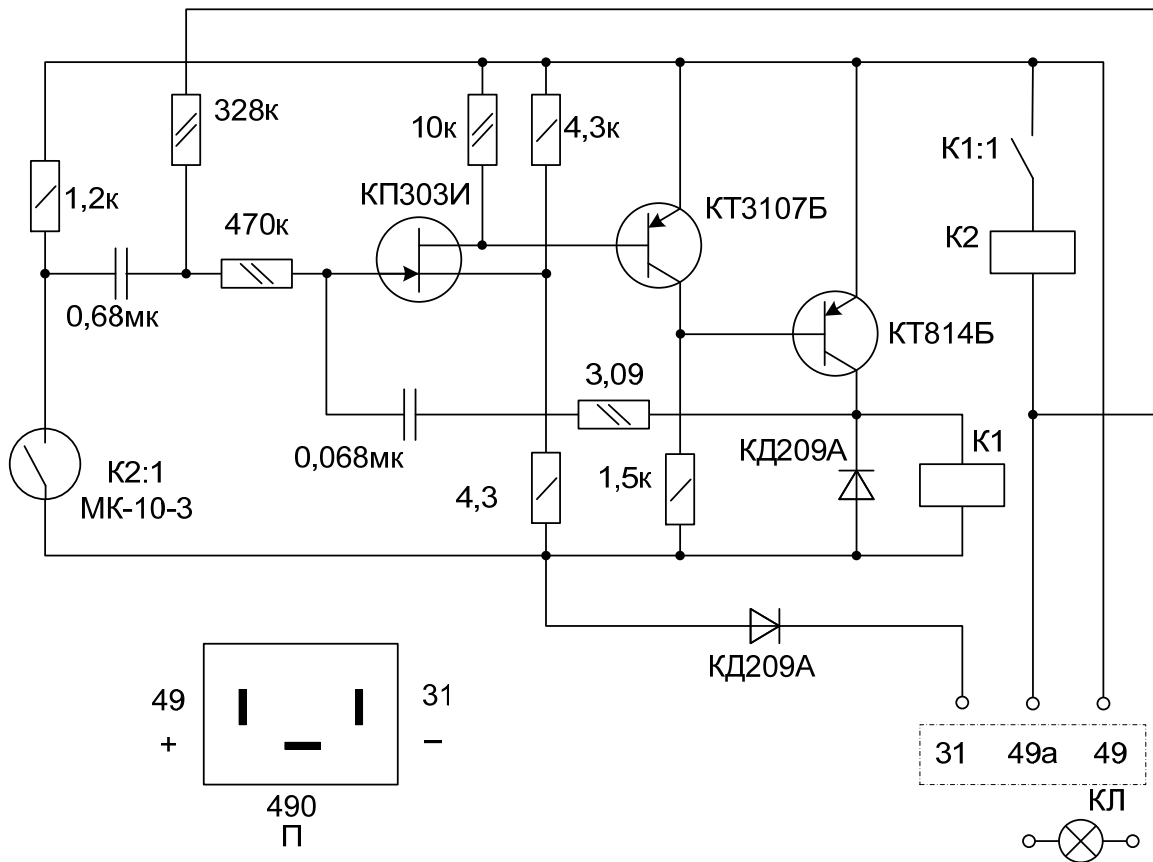
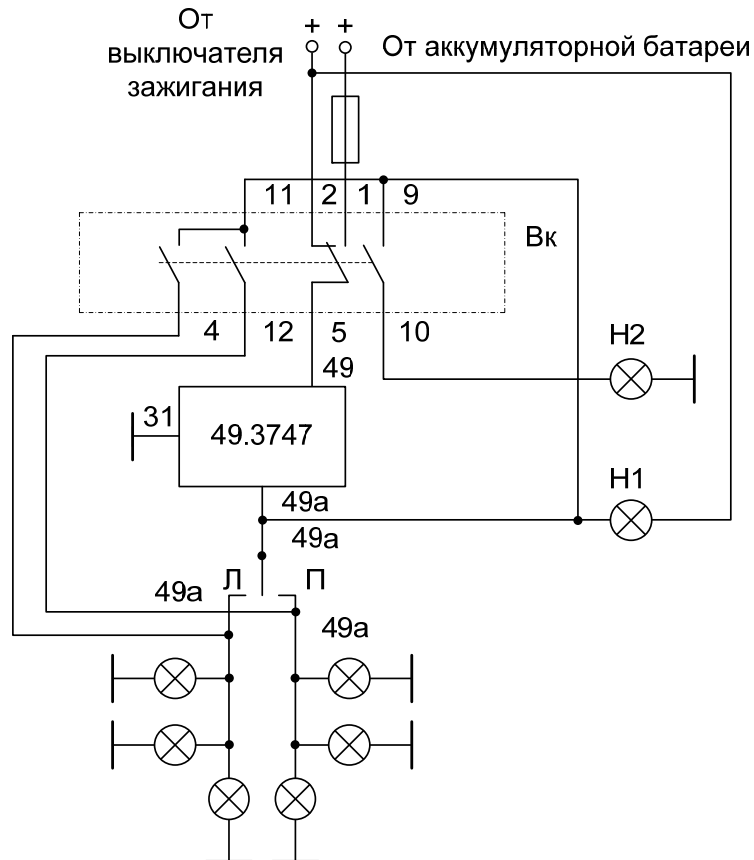
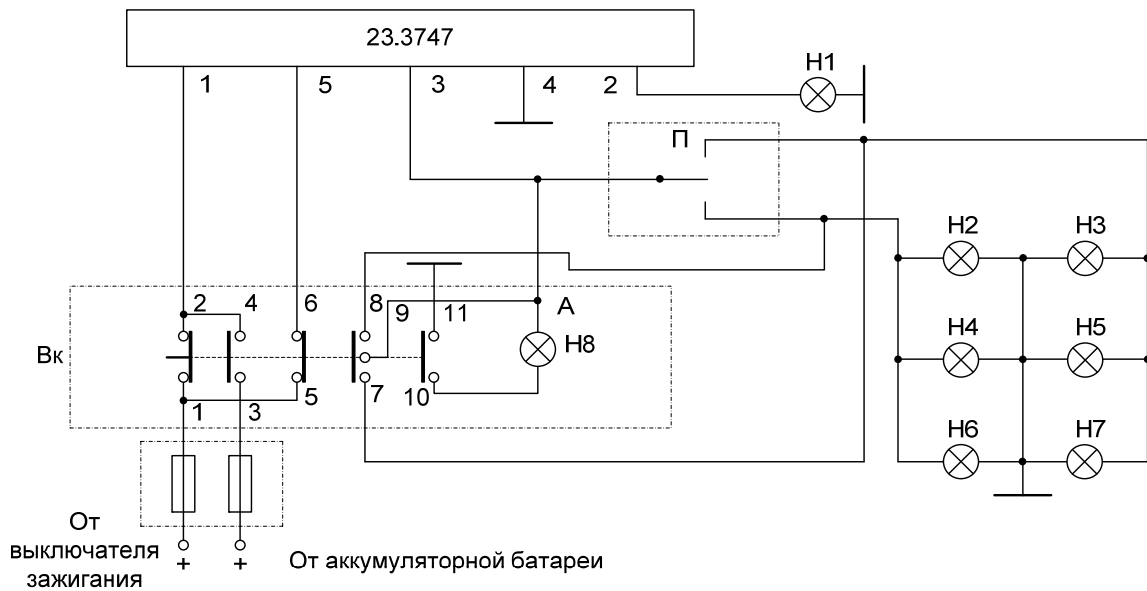


Рисунок 2.7 – Реле-прерыватель 491.3747



Вк – выключатель аварийной сигнализации

Рисунок 2.8 – Схема подключения реле-прерывателей

Краткие теоретические сведения

Для формирования прерывистого светового сигнала указателей поворота применяют электромагнитные и электронные реле-прерыватели. Реле-прерыватели предназначены для работы в режиме маневрирования, когда мигают лампы

указателей поворота одного борта автомобиля, и в режиме аварийной сигнализации, при котором мигают лампы указателей поворота двух бортов одновременно.

Реле-прерыватели выполняют следующие функции:

- генерацию импульсов напряжения, подаваемых на лампы указателей поворота и боковых повторителей;
- отображение информации, свидетельствующей об отказе в работе любой из сигнальных лампы указателей поворота.

Электронные реле-прерыватели указателей поворота и аварийной сигнализации.

Применение электронных реле-прерывателей позволяет снизить зависимость параметров световых сигналов от внешних факторов, что повышает безопасность движения. Электронные реле-прерыватели контролируют исправность ламп указателей, что очень важно для эксплуатации автомобиля.

Контактно-транзисторный реле-прерыватель РС950 указателей поворота (см. рисунок 2.2) для 12-вольтных систем электрооборудования обеспечивает прерывистый сигнал не только указателей поворота автомобиля-тягача и прицепа при маневрировании, но и подачу сигналов об аварийном состоянии автомобиля мигающим светом ламп всех указателей поворота. Частота проблесковых сигналов не зависит от числа включенных ламп. Переключатель $S1$ позволяет контролировать исправность ламп автомобиля-тягача и прицепа при включении указателей поворота для сигнализации о маневрировании.

Прерыватель состоит из задающего генератора импульсов, исполнительного электромагнитного реле $K1$, реле $K2$ контроля исправности сигнальных ламп автомобиля-тягача и реле $K3$ исправности сигнальных ламп прицепа.

При включенном зажигании, но нейтральном положении переключателя $S1$ и выключателя аварийной сигнализации $S2$ (ВК422) реле-прерыватель находится под напряжением, однако генератор импульсов не действует. Транзистор $VT1$ закрыт, т. к. к его переходу эмиттер-база через резисторный мост $R1$, $R2$, $R4$ и $R5$ подведено запирающее напряжение. Закрытый транзистор $VT1$ размыкает цепи баз и удерживает в состоянии отсечки транзисторы $VT2$ и $VT3$. Обмотка исполнительного реле $K1$ отключена от источника тока.

Контакты реле $K1:1$ разомкнуты.

При включении указателей поворота или аварийной сигнализации конденсатор C начинает заряжаться. Одновременно параллельно резистору $R4$ подключаются цепочка $R6 - VD1$ через замкнутые контакты переключателя $S1$ или выключателя $S2$, обмотки реле $K2$ и $K3$ и холодные нити ламп указателей поворота одного или двух бортов автомобиля-тягача и прицепа. Это приводит к понижению потенциала эмиттера транзистора $VT1$. Транзистор $VT1$ и далее транзисторы $VT2$ и $VT3$ переходят в состояние насыщения, ток поступает в обмотку реле $K1$, контакты реле $K1.1$ замыкаются и включают лампы указателей поворота. Конденсатор C начинает разряжаться, но в процессе разряда удерживает транзистор $VT1$ в состоянии насыщения. После разряда конденсатора C транзисторы $VT1$, $VT2$, $VT3$ переходят в состояние отсечки. Электроснабжение обмотки реле $K1$ прекращается. Яркость свечения ламп указателей поворота резко снижается, т. к. ток в них проходит через резисторы $R5$, $R6$ и диод $VD1$.

Здесь и далее введены обозначения выводов: *КТ* – контрольной лампы тягача; *КП* – контрольной лампы прицепа; *ЛТ* – указателей поворота левого борта тягача; *ЛП* – указателей поворота левого борта прицепа; *ПТ* – указателей поворота правого борта тягача; *ПП* – указателей поворота правого борта прицепа; *ЛБ* – левого борта; *ПБ* – правого борта; *П* – переключателя.

Цепочка *R10*, *VD2* гасит ЭДС самоиндукции в обмотке исполнительного реле *K1* при запираии транзистора *VT3*. Диод *VD4* предохраняет реле-прерыватель от импульсов напряжения обратной полярности генератора импульсов при резком изменении нагрузки.

После размыкания контактов *K1:1* лампы остаются подключенными к реле-прерывателю. Однако, несмотря на параллельную работу цепочки *R6*, *VD1* и резистора *R4*, транзистор *VT1* в течение некоторого времени удерживается в закрытом состоянии вследствие заряда конденсатора *C*. При уменьшении силы зарядного тока конденсатора до определенного уровня транзистор *VT1* вновь открывается. В дальнейшем процесс генерации импульсов тока повторяется.

Каждая из обмоток двухобмоточных реле *K2* и *K3* пропускает токи ламп указателей поворота одного борта тягача или прицепа. В случае перегорания одной из ламп сила тока уменьшается, контакты реле не замыкаются и соответствующая контрольная лампа не загорается.

Аварийная сигнализация включается независимо от положения переключателя указателей поворота *S1* и выключателя зажигания. При этом контрольные лампы указателей поворота не горят, т. к. обе обмотки двухобмоточных реле *K2* и *K3* включены встречно. При протекании тока по двум обмоткам суммарное магнитное поле равно нулю и контакты *K2:1* или *K3:1* не замыкаются. Выключатель аварийной сигнализации ВК422 имеет свой индикатор – лампу в ручке выключателя, которая мигает синхронно с лампами двух бортов автомобиля-тягача и прицепа.

Номинальная мощность контрольных ламп реле-прерывателя РС950 и его модификаций не должна превышать 3 Вт. Металлокерамические контакты *K1:1* коммутируют ток силой до 30 А, достигаемый в момент включения ламп.

Отличительной особенностью реле-прерывателя РС951-А (см. рисунок 2.3) является применение электронной защиты от коротких замыканий в цепях электропитания сигнальных ламп указателей поворота. Короткое замыкание приводит к резкому увеличению падения напряжения на резисторе *R12*. Превышение потенциала эмиттера над потенциалом базы становится достаточным для перехода транзистора *VT4* в состояние насыщения, через эмиттер-коллекторный переход которого подается управляющий сигнал на тиристор *VS*. Тиристор открывается, потенциал эмиттера транзистора *VT1* повышается, и он закрывается. Запирание транзистора *VT1* приводит к запираии транзисторов *VT2*, *VT3* и замыканию контактов *K1.1* исполнительного реле *K1*. Генератор импульсов перестает работать. Это предотвращает перегорание обмоток реле *K2* и *K3* контрольных ламп.

Конденсатор *C2* исключает срабатывание электронной защиты от одиночных сигналов. Диод *VD5* ограничивает максимальную величину смещения на базе транзистора *VT4* на уровне 0,7...0,8 В.

Чтобы после срабатывания электронной защиты снова включить реле-прерыватель, необходимо устранить неисправность, снять напряжение (для выключения тиристора) и вновь подключить реле-прерыватель к источнику тока.

Реле-прерыватель РС951-А предназначен для работы в 24-вольтной системе электрооборудования автомобиля с прицепом и способен коммутировать сразу шесть основных сигнальных ламп мощностью по 21 Вт.

В электронном реле-прерывателе РС950-Е (см. рисунок 2.4), предназначенном для автомобилей с двухрежимной световой сигнализацией, для формирования импульсов тока используется специализированная микросхема К224ГГ2. При включенном переключателе указателей поворота или выключателе аварийной сигнализации генератор импульсов работает с частотой, определяемой конденсатором и резисторами, подключенными к выводам 1–4 микросхемы К22ГГ2.

При прохождении тока сигнальных ламп указателей поворота, работающих в режиме маневрирования, через обмотки реле *K2* и *K3* замыкаются герметизированные магнитоуправляемые контакты (герконы) КЭМ-2А. Транзистор КТ816Г открывается и подключает контрольную лампу к источнику тока. Геркон состоит из стеклянного баллона, внутри которого установлены две пружинные контактные пластины из ферромагнитного материала. Поверх баллона намотаны две обмотки в противоположных направлениях. При прохождении тока по какой-либо обмотке создается магнитное поле, вызывающее намагничивание обеих контактных пластин, которые, притягиваясь друг к другу замыкают электрическую цепь.

Так как герконовые реле *K2* и *K3* имеют по две встречно намотанные обмотки, в режиме аварийной сигнализации контрольная лампа не горит. При перегорании лампы указателя поворота соответствующая обмотка реле *K2* или *K3* отключается от источника тока и один из герконов не замыкается. Контроль за работой сигнальных ламп осуществляется отдельно для передних и задних фонарей.

Реле-прерыватель РС950-П (см. рисунок 2.5), применяемый на автомобилях ГАЗ и ЗИЛ, по своим функциям является полным аналогом реле-прерывателя РС950-И, однако собран на другой элементной базе.

В модернизированном реле-прерывателе 231.3747 (см. рисунок 2.6) микросхемы заменены на отдельные элементы. Генератор импульсов собран на транзисторах, а схема контроля – на герконе с контактами *K2:1* с обмоткой *K2*. Исполнительное реле *K1* имеет две пары контактов: одна *K1:1* коммутирует ток сигнальных ламп указателей поворота; другая *K1:2* – ток контрольной лампы.

В реле-прерывателе 231.3747 контроль исправности ламп осуществляется, когда лампы не горят. В этот период на лампы подается ток небольшой силы и по падению напряжения на лампах оценивается их исправность. Информацию о том, что перегорела одна из сигнальных ламп, водитель получает в виде удвоения частоты мигания контрольной лампы.

У модернизированного реле-прерывателя 491.3747 (см. рисунок 2.7) для повышения помехозащищенности генератор импульсов собран на дискретных элементах.

Схема реле-прерывателя включает три узла: генератор импульсов, собранный на трех транзисторах; исполнительное реле $K1$ с одной парой замыкающих контактов; узел контроля выхода из строя сигнальных ламп на герконе с контактами $K2:1$ и обмоткой $K2$.

При включении указателей поворота вывод 49а соединяется с сигнальными лампами одного из бортов автомобиля, выходной транзистор КТ814В генератора импульсов открывается, на обмотку исполнительного реле $K1$ поступает ток. Контакты реле $K1:1$ замыкаются. Время горения сигнальных ламп указателей определяется цепью заряда конденсатора.

Если одна из сигнальных ламп указателей поворота не горит, то сила тока, протекающего через обмотку $K2$ геркона, уменьшается. Контакты $K2:1$ геркона размыкаются. Суммарная емкость времязадающей цепи уменьшается, а следовательно, уменьшается и время заряда, определяющее время горения ламп указателей поворота. При этом возрастает частота мигания контрольной лампы.

В режиме маневрирования напряжение на реле-прерыватель 491.3747 подается только после поворота ключа в выключателе зажигания в положение «зажигание». Аварийная сигнализация должна включаться независимо от положения ключа. В режиме маневрирования реле-прерыватель начинает работать при включении нагрузки одного борта, а в аварийной ситуации - при включении нагрузки двух бортов. Выключатель аварийной сигнализации обеспечивает подачу напряжения на реле-прерыватель от аккумуляторной батареи, включает одновременно лампы указателей поворота двух бортов и в своей конструкции имеет контрольную лампу, которая мигает при его включении.

Схемы подключения реле-прерывателей 23.3747 и 49.3747 к сигнальным и контрольным лампам, а также к выключателю аварийной сигнализации приведены на рисунке 2.8.

Примечание – Отношение времени горения сигнальных ламп указателей поворота к времени цикла обычно составляет 30 %...75 %. Время до первоначального срабатывания прерывателя после включения должно быть не более 1 с. Время завершения первого цикла с момента включения переключателя указателей поворота не должно превышать 1,5 с.

Сведения о лампах, применяемых в реле-прерывателях указателей поворота, приведены в таблице 2.1.

Примечание – При проверке работоспособности прерывателей измеряют частоту миганий, время T_c срабатывания, время T_1 первого цикла, время T_2 горения ламп и время T_4 цикла. Время T_c измеряют от момента включения реле-прерывателя до первого отключения ламп от источника электроэнергии. Допустимые техническими условиями значения указанных параметров приведены в таблице 2.2.

Кроме параметров, указанных в таблице 2.2, нормируется падение напряжения на внутреннем сопротивлении реле-прерывателей. Эта величина для реле-прерывателей РС950 и их модификаций не должна превышать 0,5 В во время горения максимального числа сигнальных ламп одного борта при температуре окружающей среды 15 °С...25 °С и напряжении питания 13,5 В. Падение

напряжения на реле-прерывателях 23.3747 и 49.3734 при максимальной расчетной нагрузке, напряжении 13,5 В при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С не должно превышать 0,4 В в режиме маневрирования и 0,45 В в режиме аварийной сигнализации.

Таблица 2.1 – Сведения о лампах в реле-прерывателях указателей поворота

Прерыватель	Режим			
	Маневрирование		Аварийная сигнализация	
	Тип лампы	Число ламп	Тип лампы	Число
PC950	A12-21-3,	3	A12-21-3	6
	A12-4 (A 12-5)	1	A12-4	2
PC950-Б	A12-21-3	3	A12-21-3	6
PC950-Е	A12-21-3	2	A12-21-3	4
PC-950-И	A12-21-3	3	A12-21-3	6
PC950-К	A12-21-3	2	A12-21-3	4
PC951	A24-21-2	3	A24-12-2	6
	A24-5	1	A24-5	2
PC951-А	A24-21-2,	3	A24-21-2	6
	A24-5	1	A24-5	2
23.3747	A12-21-	2	A12-21-3	4
	A12-4	1	A12-4	2
49.3747	A12-21-3	2	A12-21-3	4
	A12-4	1	A12-4	2

Таблица 2.2 – Нормируемые параметры реле-прерывателей

Прерыватель	Напряжения питания U , В	Температура окружающей среды, °С	F , цикл/мин	Максимальное значение T_z , с	Максимальное значение T_y , с	(T_z/T_y) 100, %
PC950 и его модификации	10,8...15,0	-20...+50	90 ± 30	1,0	1,5	–
PC 950 и его модификации	13,5	-15...+25	90 ± 15			40...70
PC951	21,6...30	-20...+55	90 ± 30	1,0	1,5	–
PC951, PC951	27	-15...+25	90 ± 30	1,0	1,5	40...70
23.3747, 49.3747	10,8...15,0	-20...+55	90 ± 30	–	–	30...75
23.3747, 49.3747	13,5	-20...+30	90 ± 15	–	1,5	–
<i>Примечание</i> – Прочерк означает, что соответствующие параметры при данных режимах испытаний не нормируются						

Контрольные вопросы

- 1 Какую функцию в автомобиле выполняют реле-прерыватели поворотов?
- 2 Какие параметры характеризуют работу реле-прерывателя поворотов?
- 3 Приведите временную диаграмму работы реле-прерывателя поворотов.
- 4 Поясните назначение реле-прерывателя поворотов.
- 5 Опишите принцип действия реле-прерывателя поворотов.
- 6 Приведите условия эксплуатации реле-прерывателей поворотов.
- 7 Сколько составляет допустимое падение напряжения на внутренних цепях реле-прерывателей поворотов и в каком режиме?
- 8 Какой элемент является исполнительным в реле-прерывателе поворотов?
- 9 Как повысить энергосберегающую функцию реле-прерывателей поворотов?
- 10 Как повысить надежность реле-прерывателей поворотов?
- 11 Как оказывает влияние на безопасность движения реле-прерыватели поворотов?
- 12 Приведите обобщенную структурную схему реле-прерывателя поворотов.
- 13 Что является системой управления реле-прерывателя поворотов, какие требования к ней предъявляются и как они реализуются схемотехнически?

3 Лабораторная работа № 3. Системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива

Используемое оборудование: стенд лабораторный НТЦ-40.100 – Системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива.

Цель работы: изучить устройство и работу системы распределенного впрыска бензина LH-Motronic и ее элементов, исследовать влияние уровня сигнала датчика концентрации кислорода на расход топлива.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить назначение, устройство и работу распределенной системы впрыска бензина LH-Motronic автомобиля ВАЗ и ее элементов (рисунки 3.1–3.3).
- 2 Изучить устройство и работу стенда НТЦ-40.100 (рисунок 3.4).
- 3 Произвести измерения, заполнить таблицу 3.1 и построить количественную характеристику системы впрыска (зависимость расхода топлива от уровня сигнала датчика концентрации кислорода):
 - а) изучить порядок проведения измерений для построения количественной характеристики системы впрыска (см. ниже);
 - б) включить питание стенда автоматическим выключателем QF1;
 - в) включить питание контроллера переводом ключа зажигания в положение «1» (**Внимание!** Перед переводом ключа замка зажигания в положение «1» все тумблеры блока ввода неисправностей и изменения режима должны

находиться в положении «ВКЛ»);

г) включить счетчик циклов, после чего нажать кнопку «сброс» для обнуления счетчика;

д) выставить ручку задания уровня сигнала датчика концентрации кислорода на минимум (0,1 В);

е) переводом ключа замка зажигания в положение «2» запустить двигатель (через тысячу рабочих циклов форсунок счетчик произведет отключение питания форсунок, тем самым прекратив впрыск топлива в пробирки);

ж) не изменяя положения остальных органов управления, дождаться остановки впрыска топлива;

з) отметить количество налитого топлива в первую пробирку;

и) перевести ключ зажигания в положение «0»;

к) соблюдая меры предосторожности, слить охлаждающую жидкость из пробирок;

л) включить питание контроллера переводом ключа зажигания в положение «1»;

м) включить счетчик циклов, после чего нажать кнопку сброс для обнуления счетчика;

н) изменяя положение ручки задания сигнала датчика концентрации кислорода (0,5 и 0,9 В), выполнить пп. е – м п. 3 для каждого значения.

Таблица 3.1 – Результаты измерений расхода топлива

Напряжение датчика, В	Расход топлива, мм ³		
	1-е измерение	2-е измерение	средний
0,1			
0,5			
0,9			
1,0			

Исследовать аварийный режим работы системы питания (отключение датчика концентрации кислорода):

- тумблер «ВКЛ/ВЫКЛ» датчика концентрации кислорода в блоке ввода неисправностей и изменения режима работы установить в положение «ВЫКЛ»;
- выполнить пп. е – м п. 3 при отключенном датчике кислорода;
- перевести ключ зажигания в положение «0»;
- автоматическим выключателем QF1 выключить питание стенда;
- соблюдая меры предосторожности слить жидкость из пробирок.

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Привести схему датчика концентрации кислорода.
- 3 Заполнить таблицу 3.1.

4 Построить рабочую характеристику (график) системы впрыска (зависимость расхода топлива от уровня сигнала датчика кислорода).

5 По результатам исследований сделать заключение.

Контрольные вопросы

1 В чем особенность системы распределенного впрыска бензина LH-Motronic?

2 Какие функции выполняет датчик концентрации кислорода?

3 В чем заключаются особенности температурного режима работы датчика концентрации кислорода?

4 На какой параметр в системе зажигания оказывает влияние датчик концентрации кислорода?

5 В каком режиме работы системы датчик концентрации кислорода на впрыск топлива не влияет?

Краткие теоретические сведения

Система распределенного впрыска бензина в ДВС

Система распределенного впрыска бензина (рисунок 3.1) предназначена для приготовления горючей смеси нужного состава при различных режимах работы ДВС. Она состоит из элементов: подачи топлива и воздуха, выпуска отработавших газов, системы зажигания и управления ими.

Схема системы топливоподачи представлена на рисунке 3.2.

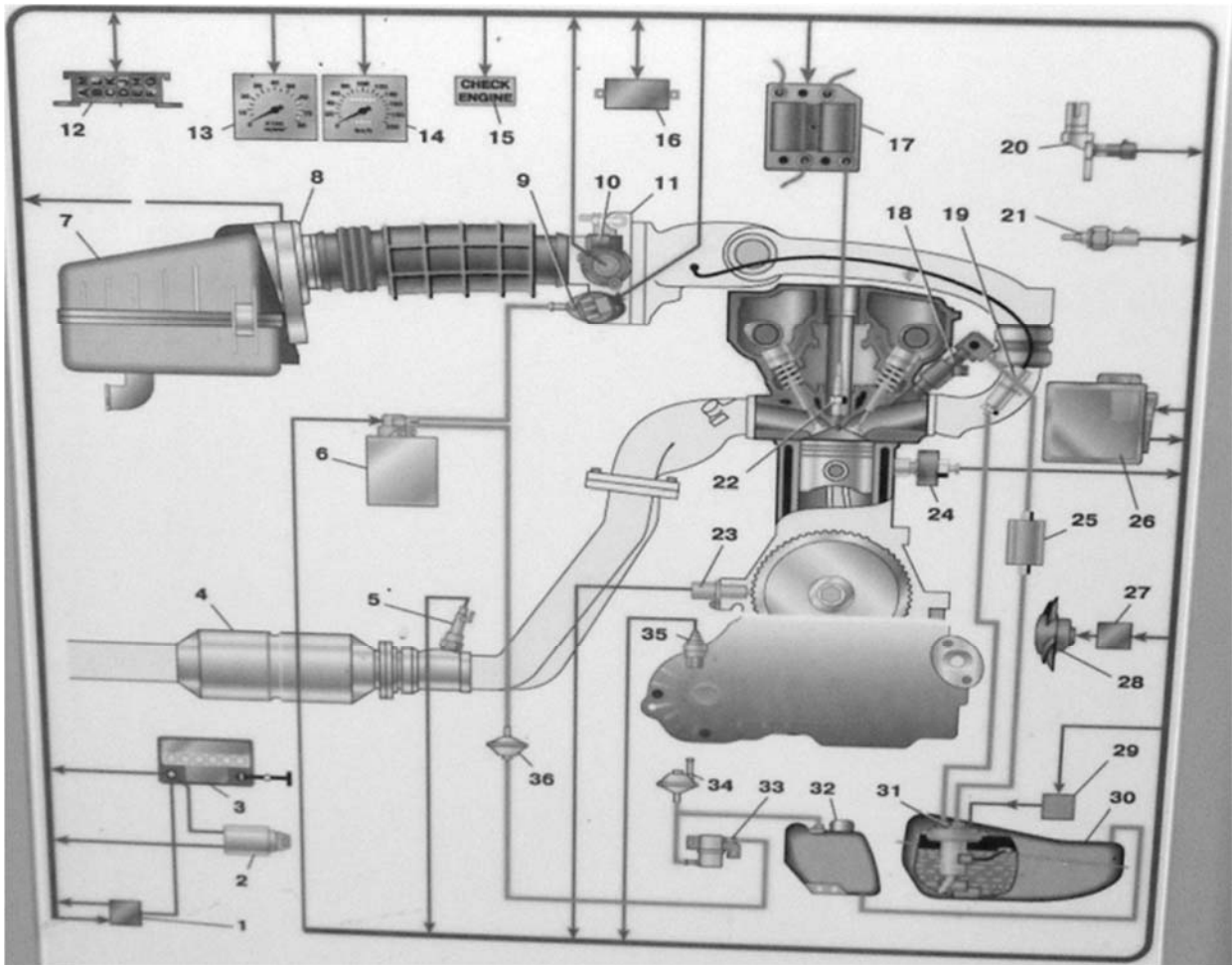
Датчик концентрации кислорода (рисунок 3.3) устанавливается на приемной трубе глушителей, он отслеживает содержание остаточного кислорода в потоке отработавших газов. В датчике находится чувствительный элемент из окиси циркония.

В зависимости от концентрации кислорода в отработавших газах датчик генерирует выходное напряжение. Оно изменяется приблизительно от 0,1 (высокое содержание кислорода – бедная смесь) до 0,9 В (мало кислорода – богатая смесь).

Для нормальной работы датчик должен иметь температуру не ниже 360 °С. Поэтому для быстрого прогрева после пуска двигателя в датчик встроен нагревательный элемент. Отслеживая выходное напряжение датчика концентрации кислорода, блок управления определяет, какую команду по корректировке состава рабочей смеси подавать на форсунки. Если смесь бедная (низкая разность потенциалов на выходе датчика), то дается команда на обогащение смеси. Если смесь богатая (высокая разность потенциалов), то дается команда на обеднение смеси.

Устройство и принцип работы стенда

Для исследования системы впрыска бензина используется стенд НТЦ-40.100 (см. рисунок 3.4). Он позволяет изучать устройство и работу системы впрыска и ее элементов, проводить их диагностирование и получать рабочие характеристики.



1, 2 – реле и выключатель зажигания; 3 – АКБ; 4 – нейтрализатор; 5 – датчик кислорода; 6 – адсорбер; 7 – фильтр; 8 – датчик расхода воздуха; 9 – регулятор холостого хода; 10 – датчик положения заслонки; 11 – дроссельный узел; 12 – колодка диагностическая; 13 – тахометр; 14 – спидометр; 15 – контрольная лампа; 16 – блок управления иммобилайзером; 17 – модуль зажигания; 18 – форсунка; 19 – регулятор давления топлива; 20 – датчик фаз; 21 – датчик температуры; 22 – свеча зажигания; 23 – датчик положения коленчатого вала; 24 – датчик детонации; 25 – топливный фильтр; 26 – контроллер; 27 – реле включения вентилятора; 28 – электровентилятор; 29 – реле включения насоса; 30 – бак; 31 – электробензонасос; 32 – сепаратор паров; 33, 34, 36 – гравитационный, предохранительный и двухходовой клапаны; 35 – датчик скорости

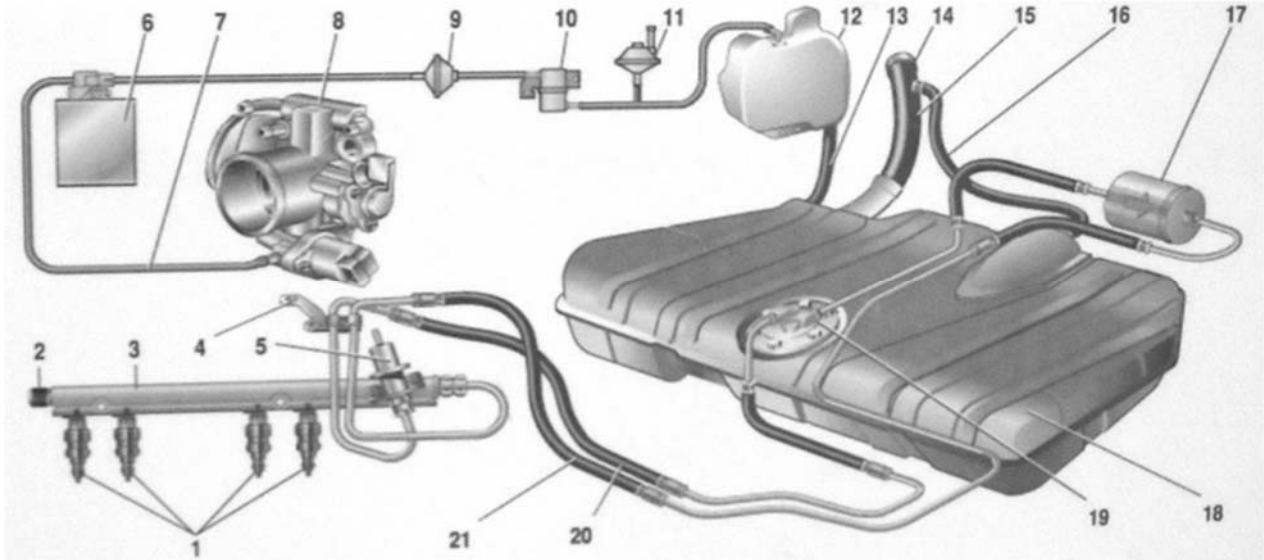
Рисунок 3.1 – Система распределенного впрыска бензина LH-Motronic

Блок ввода неисправностей позволяет производить ввод неисправностей следующих элементов:

- датчика положения коленчатого вала (ДПКВ);
- датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ);
- датчика концентрации кислорода (лямбда-зонд);
- датчика регулятора холостого хода (РХХ);
- датчиков детонации, температуры, скорости.

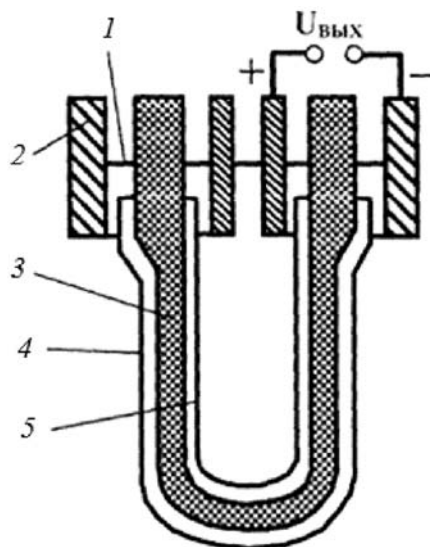
Стенд содержит металлическую раму, на которой крепится электродвигатель, заменяющий ДВС. На лицевой панели расположены элементы управления

стендом и системы питания (см. рисунок 3.4). На боковых панелях стенда располагаются схема системы впрыска топлива LH-Motronic и схема топливоподачи, выключатель электропитания, корпус воздушного фильтра с датчиком массового расхода воздуха, топливный фильтр.



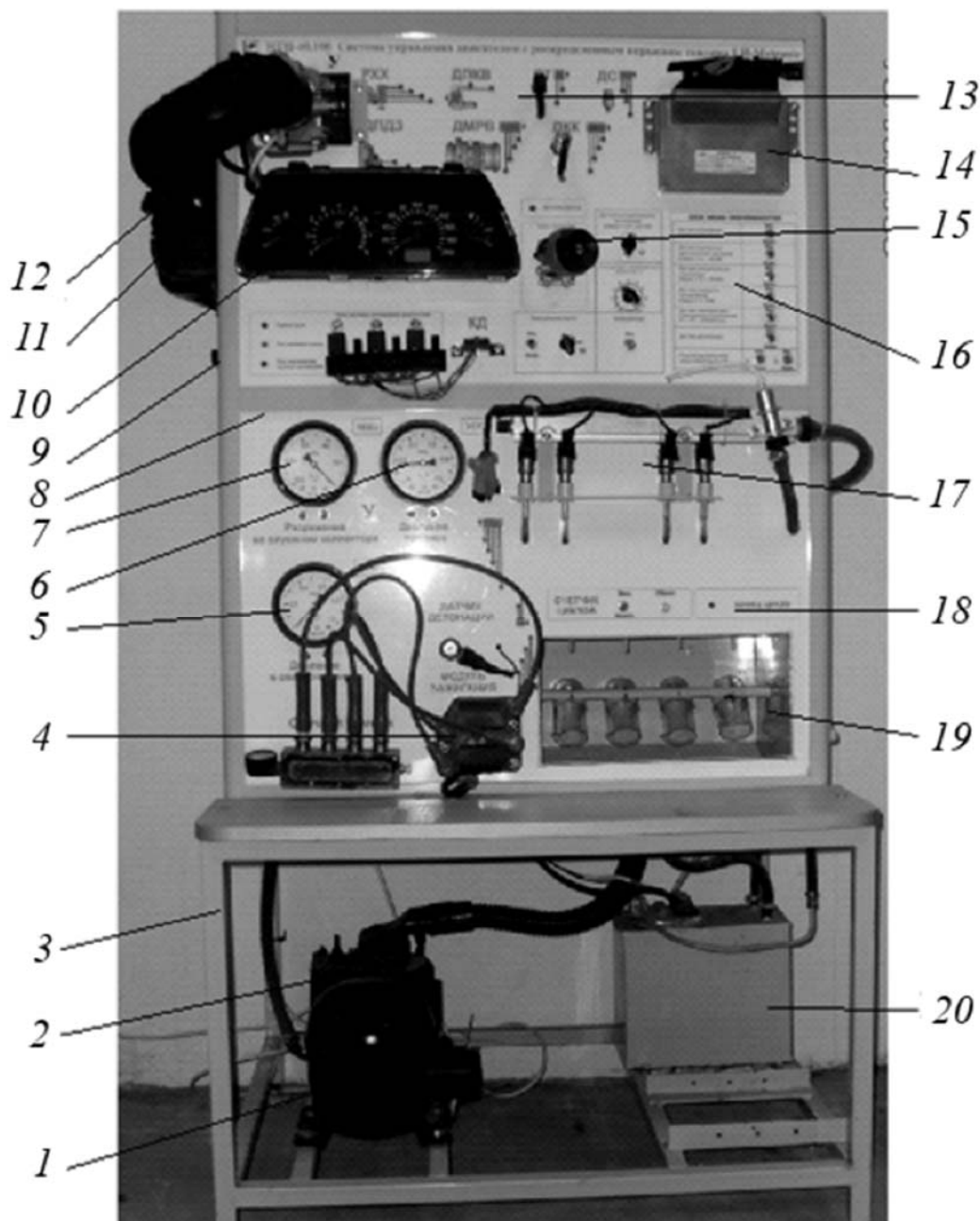
1, 3 – форсунка и рампа; 2 – пробка для контроля давления; 4 – кронштейн; 5 – регулятор давления; 6 – адсорбер; 7 – шланг отсоса паров; 8 – дроссельный узел; 9, 10, 11 – двухходовой, гравитационный и предохранительный клапаны; 12, 13 – сепаратор и шланг; 14 – пробка бака; 15, 16 – наливная труба и ее шланг; 17 – фильтр; 18 – бак; 19 – насос; 20, 21 – сливной и подводящий топливопроводы

Рисунок 3.2 – Схема подачи топлива



1 – электропроводное уплотнение; 2 – корпус; 3 – твердый электролит (диоксид циркония); 4 – внешний электрод; 5 – внутренний электрод

Рисунок 3.3 – Схема циркониевого датчика кислорода



1 – компрессор; 2 – вакуумный насос; 3 – рама; 4 – модуль зажигания; 5 – манометр давления в свечной камере; 6 – манометр давления топлива; 7 – вакуумметр разряжения во впускном трубопроводе; 8 – лицевая панель; 9 – включатель стенда; 10 – приборы автомобиля; 11 – воздушный фильтр с измерителем расхода воздуха; 12 – блок дроссельной заслонки с датчиком ее положения и регулятором холостого хода; 13 – блок датчиков; 14 – контроллер; 15 – выключатель зажигания; 16 – блок ввода неисправностей; 17 – блок форсунки; 18 – блок счетчика циклов форсунки; 19 – мензурки; 20 – топливный бак

Рисунок 3.4 – Стенд НТЦ-40.100

Для удобства электрических измерений на лицевую панель выведены контрольные гнезда с элементов системы впрыска.

Воздушный насос обеспечивает движение воздуха по пути: воздушный фильтр – датчик расхода воздуха – блок дроссельной заслонки.

Свечи зажигания установлены в специальной камере с возможностью

создания в ней избыточного давления от компрессора.

Работой системы и зажигания управляет контроллер.

Стенд оснащен электронным счетчиком циклов работы форсунок, что позволяет производить замер цикловой подачи топлива форсунками для каждого режима работы. Рабочая жидкость (антифриз), впрыскиваемая форсунками, собирается в стеклянные мензурки с нанесенными на них делениями, что позволяет производить замеры количества впрыскиваемого топлива каждой форсункой.

4 Лабораторная работа № 4. Системы экономайзера принудительного холостого хода

Цель работы: изучение и исследование электрических схем систем управления экономайзерами принудительного холостого хода (ЭПХХ).

Задание к лабораторной работе

Схемы электрические принципиальные экономайзеров принудительного холостого хода и описание принципа их действия представлены в отдельном каталоге схем (выдается преподавателем).

Представить описание принципа действия заданного устройства.

На основании принципиальных схем разработать структурные и функциональные схемы представленных устройств.

Представить временные диаграммы работы в каждой точке структурной (функциональной) схемы.

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Описание принципа действия ЭПХХ.
- 3 Технические характеристики ЭПХХ.
- 4 Структурная (функциональная) схема ЭПХХ, временные диаграммы работы в каждой точке структурной (функциональной) схемы.

Краткие теоретические сведения

Автомобильный двигатель представляет собой сложную систему, состоящую из отдельных подсистем: топливоподачи, зажигания, охлаждения, смазочной и т. д. Все подсистемы связаны друг с другом. При функционировании они образуют единое целое.

Управление двигателем нельзя рассматривать в отрыве от управления автомобилем. Скоростные и нагрузочные режимы работы двигателя зависят от скоростных режимов движения автомобиля в различных условиях эксплуатации, которые включают в себя разгоны и замедления, движения с относительно

постоянной скоростью, остановки.

Водитель, воздействуя на дроссельную заслонку, изменяет скоростной и нагрузочный режимы двигателя. Выходные характеристики двигателя при этом зависят от состава топливоздушная смеси и угла опережения зажигания, управление которым обычно осуществляется автоматическими системами (рисунок 4.1). На рисунке 4.1 ЭСАУ – электронная система автоматического управления; КП – коробка передач; V_a – скорость движения автомобиля.

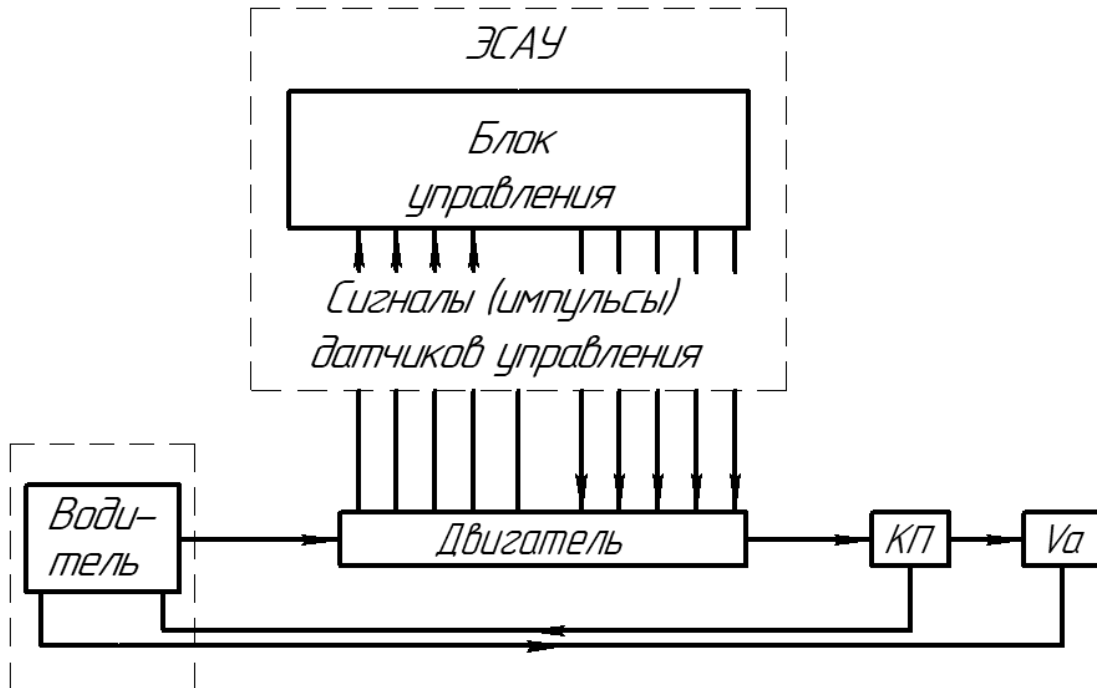


Рисунок 4.1 – Схема управления автомобильным двигателем

Входные параметры (угол открытия дроссельной заслонки $\varphi_{др}$, угол опережения зажигания Θ , цикловой расход топлива Gt и другие) – это те параметры, которые влияют на протекание рабочего цикла двигателя. Их значения определяются внешними воздействиями на двигатель со стороны водителя или системы автоматического управления, поэтому они называются также управляющими.

Схема двигателя как объекта автоматического управления приведена на рисунке 4.2.

Выходные параметры, которые называются управляемыми, характеризуют состояние двигателя в рабочем режиме. К ним относятся частота вращения коленчатого вала n , вращающий момент M_e , показатель топливной экономичности g_e и токсичность отработавших газов (например, содержание CO), а также многие другие.

Кроме входных управляющих параметров на двигатель во время его работы воздействуют случайные возмущения, которые мешают управлению. К случайным возмущениям можно отнести изменение параметров состояния внешней среды (температура T , давление окружающей среды p , влажность), свойств топлива и масла и т. д.

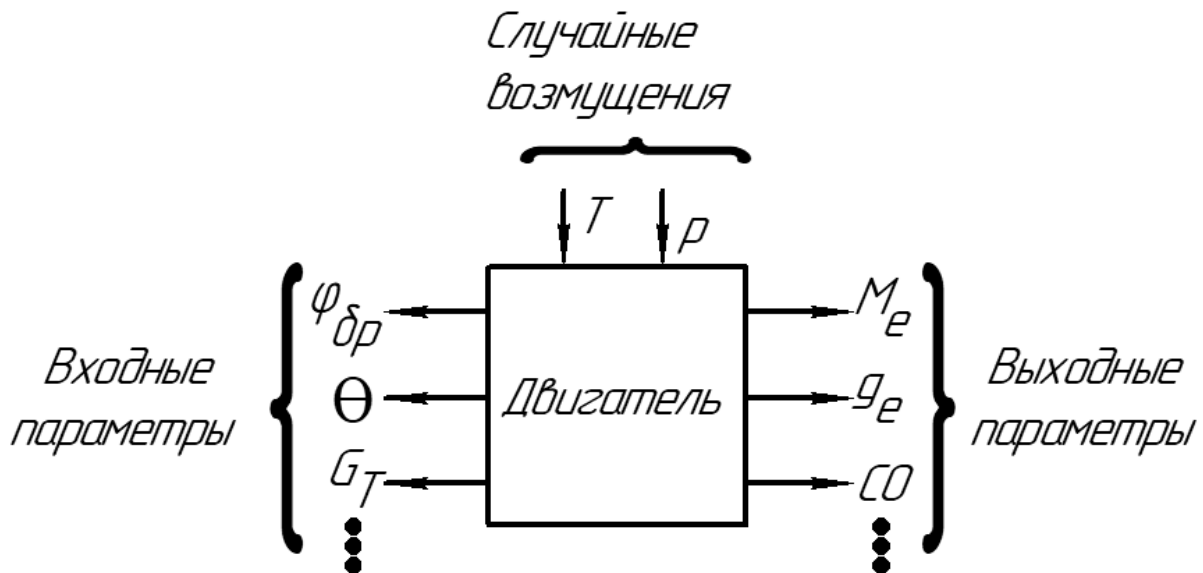


Рисунок 4.2 – Схема двигателя как объекта управления

Для двигателя внутреннего сгорания характерна периодическая повторяемость рабочих циклов. Как объект управления двигатель считается нелинейным, т. к. реакция на сумму любых внешних воздействий не равна сумме реакции на каждое из воздействий в отдельности. Учитывая, что двигатель в условиях городской езды работает на нестационарных режимах, возникает проблема оптимального управления им. Возможность оптимального управления двигателем на нестационарных режимах появилась с развитием электронных систем управления.

Из-за сложности конструкции, наличия допусков на размеры деталей двигателя одной и той же модели имеют различные характеристики.

Кроме того, по конструктивным параметрам (степень сжатия, геометрия впускного и выпускного трубопроводов и т. д.) отличаются и отдельные цилиндры многоцилиндрового двигателя.

Автомобильный двигатель представляет собой многомерный объект управления, т. к. число входных параметров у него больше одного и каждый входной параметр воздействует на два и более выходных. В таком случае система управления также должна быть многомерной.

Чрезвычайно широкое распространение автомобильных двигателей предопределило и большое разнообразие их конструкций. Естественно, это приводит к многовариантности систем управления. Так, если в карбюраторных системах топливоподачи практически не используется электроника, то современные системы впрыскивания топлива создаются только на основе управления электронными системами.

С другой стороны, развитие электронных систем управления может стимулировать появление новых конструктивных решений проектируемых двигателей.

Экономичность двигателя может быть значительно повышена благодаря электронному управлению его системой топливоподачи. Система электронного впрыскивания позволяет обеспечить строго дозированную подачу топлива в зависимости от режима работы двигателя. Перспективным является совмещение электронного управления впрыскиванием топлива и зажиганием. Широко

распространена система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ).

Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода.

Принципы работы САУ ЭПХХ. При движении в городских условиях 18 %...25 % времени двигатель работает на режиме принудительного холостого хода.

Двигатель работает в режиме принудительного холостого хода при торможении двигателем, переключении передач, движении автомобиля накатом и т. д. В этих случаях дроссельная заслонка карбюратора закрыта (педаль управления дроссельной заслонкой полностью отпущена), частота вращения коленчатого вала двигателя превышает частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу.

На принудительном холостом ходу коленчатый вал двигателя вращается за счет кинетической энергии автомобиля. Автомобиль движется с включенной передачей и отпущенной педалью управления дроссельной заслонкой, поэтому двигатель расходует топливо, не выполняя полезной работы. В режиме принудительного холостого хода от двигателя не требуется отдача мощности, а сгорание топливовоздушной смеси приводит только к загрязнению окружающей среды. В результате быстрого закрытия дроссельной заслонки топливовоздушная смесь переобогащается и токсичность отработавших газов увеличивается.

Для снижения расхода топлива, уменьшения токсичности отработавших газов на автомобилях применяют электронные САУ ЭПХХ, которые в режиме принудительного холостого хода прекращают подачу топлива.

САУ ЭПХХ работает следующим образом (рисунок 4.3).

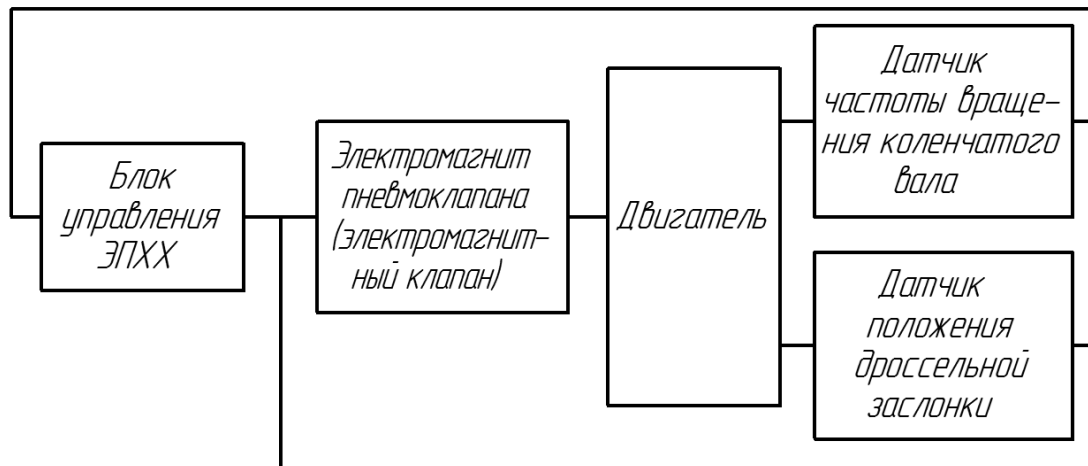


Рисунок 4.3 – Схема САУ ЭПХХ

Для определения режима принудительного холостого хода служат датчики частоты вращения коленчатого вала двигателя и положения дроссельной заслонки. Информация о частоте вращения коленчатого вала поступает в блок управления ЭПХХ с катушки зажигания (с первичной обмотки). Если дроссельная заслонка открыта, контакты микровыключателя замкнуты. При закрытой дроссельной заслонке его контакты разомкнуты.

При режиме принудительного холостого хода электронный блок дает управляющий сигнал на закрытие электромагнитного клапана. При этом подача топлива через систему холостого хода прерывается. После окончания режима принудительного холостого хода открывается дроссельная заслонка и частота вращения коленчатого вала увеличивается за счет работы главной дозирующей системы карбюратора. При достижении определенной частоты вращения коленчатого вала электронный блок подает управляющий сигнал на электромагнитный клапан. Начинается подача топлива через систему холостого хода карбюратора.

САУ ЭПХХ грузовых и легковых автомобилей несколько отличаются по алгоритму управления, схеме и конструктивному исполнению. Принципиальные схемы электронных блоков управления ЭПХХ легковых и грузовых автомобилей зависят от закона управления электромагнитным клапаном подачи топлива.

САУ ЭПХХ легковых автомобилей.

САУ ЭПХХ автомобилей ВАЗ моделей 2105 и 2107 содержит блок управления 25.3761, электромагнитный клапан 1902.3741 и микровыключатель 421.3709.

Структурно блок управления 25.3761 (рисунок 4.4) состоит из компараторов и цепей обратной связи. Блок управления обеспечивает прекращение подачи топлива при закрытой дроссельной заслонке и частоте вращения коленчатого вала двигателя выше 1500 мин^{-1} . подача топлива в режиме принудительного холостого хода прерывается иглой ЭПХХ, перемещение которой осуществляется пневматической системой, управляемой электромагнитным клапаном.

При работающем двигателе импульсы напряжения от системы зажигания (от прерывателя или катушки зажигания), пропорциональные частоте вращения коленчатого вала, подаются на вход $X4$ блока управления и далее на входной делитель напряжения $R1$ и $R2$, диод $VD1$, конденсатор $C2$ и базу транзистора $VT1$. Проходящий через конденсатор $C2$ ток заряда открывает транзистор $VT1$, который переводит в открытое состояние транзистор $VT2$. Транзисторы $VT1$ и $VT2$ будут находиться в открытом состоянии до тех пор, пока не произойдет полный разряд конденсатора $C3$. После закрытия транзисторов $VT1$ и $VT2$ начинает работать схема преобразования частоты.

В интервале между входными импульсами конденсатор $C3$ заряжается через резисторы $R4$ и $R5$ до напряжения, значения которого тем больше, чем больше временной интервал между импульсами зажигания. Напряжение конденсатора $C3$ подается на вход компаратора, собранного на транзисторах $VT3$ и $VT4$. опорное напряжение с делителя напряжения $R9$, $R10$ подается на другой вход компаратора, которым является вывод базы транзистора $VT3$. опорное напряжение составляет только часть напряжения питания блока управления, стабилизированного стабилитроном $VD2$.

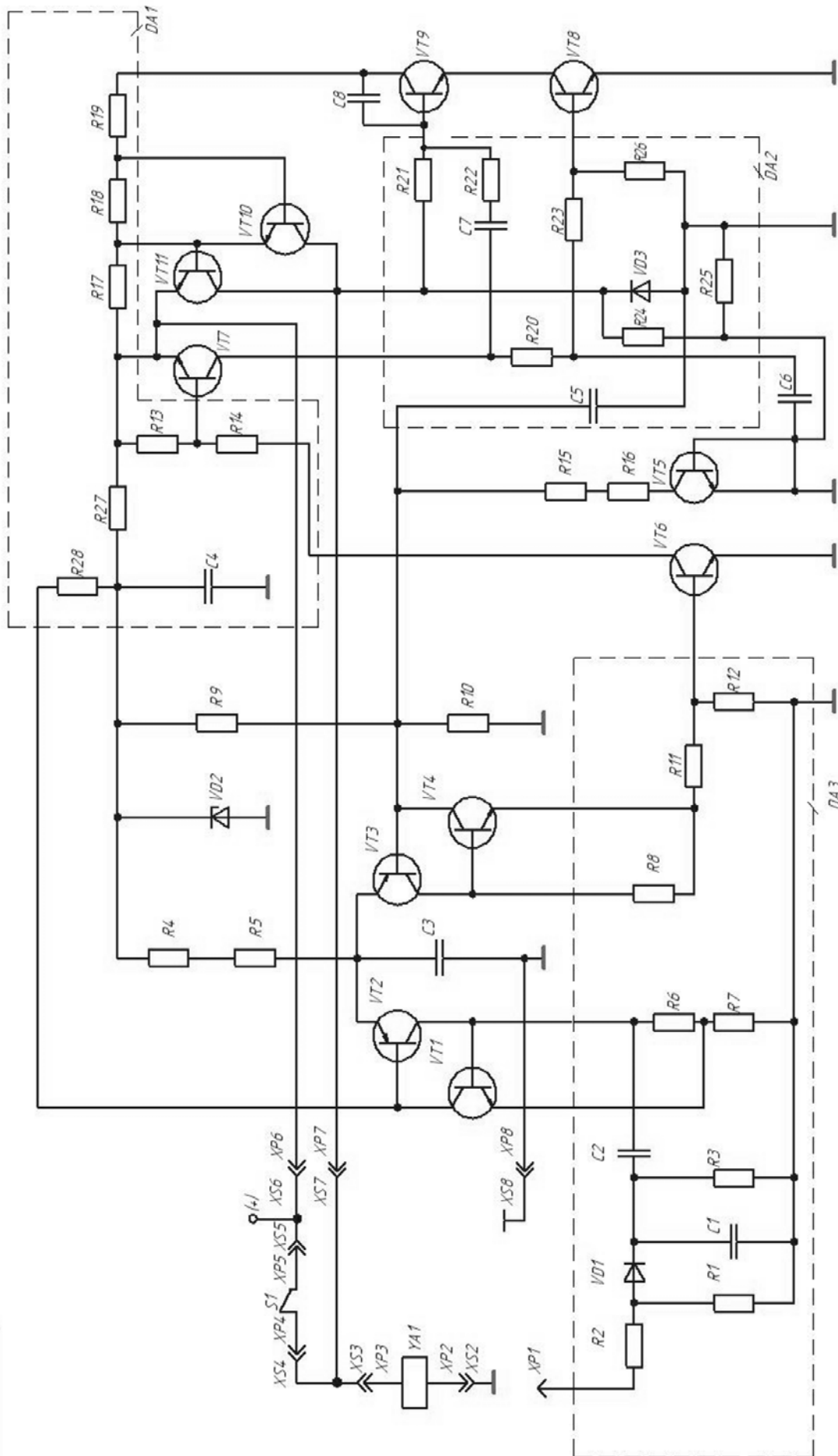


Рисунок 4.4 – Блок управления 25.3761 САУ ЭПХХ легковых автомобилей ВАЗ моделей 2105 и 2107

К выходу компаратора через резистор $R11$ подключена база транзистора $VT6$. Если частота вращения коленчатого вала двигателя станет меньше заданного порогового значения, напряжение на конденсаторе $C3$ превысит опорное напряжение, транзисторы $VT3$ и $VT4$ переходят в открытое состояние, на резисторе $R12$ появится выходное напряжение компаратора, которое переведет в открытое состояние транзисторы $VT6$, $VT7$ и $VT8$. При этом конденсатор $C7$ начинает заряжаться, на короткий промежуток времени откроется транзистор $VT9$. Через коллектор-эмиттерные переходы транзисторов $VT8$ и $VT9$ пройдет ток базы транзистора $VT10$, который переведет составной транзистор $VT10$ и $VT11$ в открытое состояние.

При переходе транзистора $VT11$ в открытое состояние открывается и транзистор $VT3$. Параллельно резистору $R10$ подключаются резисторы $R15$, $R16$, поэтому опорное напряжение снижается, чем обеспечивается гистерезис в работе блока управления: напряжение на его выходе вновь появляется при уменьшении частоты вращения коленчатого вала до 1100 мин^{-1} . Наличие гистерезиса способствует более четкому срабатыванию блока управления. Возобновление подачи топлива при более низкой частоте вращения коленчатого вала в сравнении с пороговым значением (1500 мин^{-1}) повышает устойчивость работы двигателя. Резисторы $R15$, $R16$ совместно с транзистором $VT5$ образуют жесткую обратную связь.

Таким образом, если частота вращения коленчатого вала двигателя меньше порогового значения, на выводе $XP1 - XS1$ контактного соединения создается напряжение, приблизительно равное напряжению бортовой сети, и электромагнитный клапан YA при любом положении дроссельной заслонки находится во включенном состоянии. Под действием разрежения во впускном трубопроводе, подводимого к игле ЭПХХ через включенный электромагнитный клапан, игла отжимается и открывает доступ топлива в канал системы холостого хода.

Когда частота вращения коленчатого вала двигателя равна или выше порогового значения, напряжение на выходе блока управления снижается до нуля. Если при этом дроссельная заслонка полностью закрыта, обмотка электромагнитного клапана через цепь микровыключателя $S1$ обесточивается. Разрежение на иглу ЭПХХ не действует, и она перекрывает подачу топлива. Открытие дроссельной заслонки и снижение частоты вращения коленчатого вала ниже заданного порогового значения вновь приводят к включению электромагнитного клапана и возобновлению подачи топлива.

При наличии в цепи электромагнитного клапана YA короткого замыкания (вывод $XP1$ штекерного разъема замкнут на массу) после заряда конденсатора $C7$ составной транзистор $VT10$, $VT11$ перейдет в состояние отсечки, что предохранит его от перегрузки. При отсутствии короткого замыкания в цепи клапана YA составной транзистор через переход эмиттер-коллектор транзистора $VT11$ и через резистор $R21$ подает на базу транзистора $VT9$ напряжение бортовой сети, чем обеспечивается самоблокирование схемы. Находящийся в открытом состоянии составной транзистор $VT10$, $VT11$ соединяет вывод $XP1 - XS1$ контактного соединения с выводом «+» (вывод $X2$) блока управления, обеспечивая срабатывание электромагнитного клапана.

В блок управления 50.3761 (рисунок 4.5), применяемый на автомобилях ВАЗ-2108, входной сигнал с первичной обмотки катушки зажигания подается на вывод 4 микросхемы *DA1*. На выводе 3 микросхемы *DA1* формируются импульсы постоянной длительности, частота повторения которых соответствует частоте входных сигналов от катушки зажигания. На транзисторах *VT1* и *VT2* построен ключ, который во время действия импульса на входе микросхемы *DA1* разряжает времязадающий конденсатор *C1*. В паузе между импульсами конденсатор *C1* заряжается через резисторы *R1* и *R2*. Максимальное напряжение, до которого заряжается конденсатор *C1*, увеличивается с уменьшением частоты сигнала.

На транзисторах *VT3* и *VT4* построен пороговый элемент (компаратор). Когда напряжение на конденсаторе *C7* превысит опорное напряжение, равное примерно 8 В, эти транзисторы открываются.

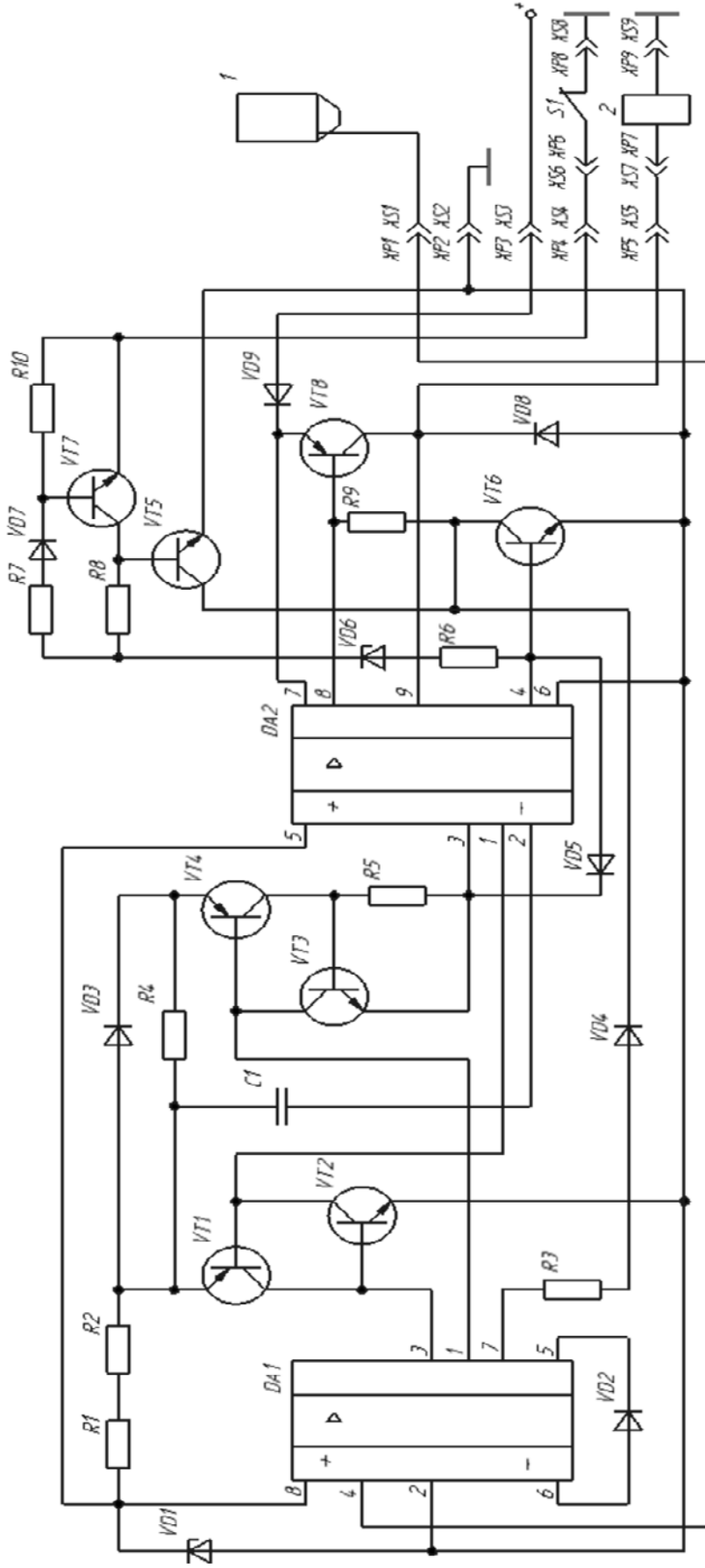
Таким образом, при уменьшении частоты входного сигнала ниже порогового значения конденсатор *C1* успевает зарядиться до напряжения, превышающего опорное напряжение порогового элемента. При этом транзисторы *VT3* и *VT4* открываются и через микросхему *DA2* на базу транзистора *VT6* подается сигнал, который его открывает. На электромагнитный клапан через транзистор *VT8* подается напряжение питания.

При закрытой дроссельной заслонке контактное соединение *XP5* – *XS5* соединено с массой через контакты *S1* датчика положения дроссельной заслонки. Входное напряжение на электромагнитном клапане зависит от частоты импульсов на входе блока управления. При отключении контактного соединения *XP5* – *XS5* от массы (дроссельная заслонка открыта) закрывается транзистор *VT7*, а транзистор *VT5* открывается. Соответственно открывается выходной транзистор *VT8*. При этом вывод «+» от источника электроснабжения будет постоянно подключен к электромагнитному клапану независимо от частоты входного сигнала.

Блок управления отключает электромагнитный клапан от бортовой сети и прерывает подачу топлива при частоте вращения коленчатого вала выше 2100 мин⁻¹ и замыкании на массу вывода контактного соединения *XP5* – *XS5* через микровыключатель *S1*. Напряжение на клапане появляется при уменьшении частоты вращения коленчатого вала ниже 1900 мин⁻¹.

Микропроцессорная система управления зажиганием и ЭПХХ.

В микропроцессорной системе управления зажиганием и ЭПХХ на вход управляющего контроллера поступают сигналы от датчиков частоты вращения коленчатого вала двигателя, температуры охлаждающей жидкости и положения дроссельной заслонки, а также от датчика нагрузки контроллера, к которому из смесительной камеры карбюратора подается разрежение. Контроллер на выходе формирует сигнал управления клапанами ЭПХХ.



1 – катушка зажигания; 2 – катушка зажигания; XP1 – XS1, XP2 – XS2, XP3 – XS3, XP4 – XS4, XP5 – XS5, XP6 – XS6, XP7 – XS7, XP8 – XS8, XP9 – XS9 – выводы разъемов блока управления ЭПХХ

Рисунок 4.5 – Схема блока управления ЭПХХ 50.3761

При частоте вращения коленчатого вала двигателя более 1100 мин^{-1} , температуре охлаждающей жидкости более $60 \text{ }^\circ\text{C}$, полностью прикрытой дроссельной заслонке (педаль управления дроссельной заслонкой отпущена) или разрежении в смесительной камере карбюратора более $74,7 \text{ кПа}$ (560 мм рт. ст.) контроллер включает электромагнитные клапаны, которые перекрывают каналы подачи топлива в систему холостого хода карбюратора (режим торможения двигателем).

Контрольные вопросы

- 1 Какую функцию управления двигателем выполняет ЭПХХ?
- 2 Какие параметры автомобиля и двигателя контролируются схемой ЭПХХ?
- 3 При помощи каких исполнительных элементов схема ЭПХХ воздействует на двигатель?
- 4 Пояснить назначение ЭПХХ.
- 5 Пояснить конструкцию и принцип действия электромагнитного клапана.
- 6 На какие элементы воздействует ЭПХХ в карбюраторных двигателях и как?
- 7 На какие элементы воздействует ЭПХХ в инжекторных двигателях и как?
- 8 Какую функцию выполняет ЭПХХ по отношению к двигателю?
- 9 Как оказывает влияние на энергосбережение ЭПХХ?
- 10 Как оказывает влияние на экологию ЭПХХ?
- 11 Как оказывает влияние на безопасность движения автомобиля ЭПХХ?
- 12 В каком режиме работает двигатель внутреннего сгорания при работе ЭПХХ?

Список литературы

- 1 **Туревский, И. С.** Электрооборудование автомобилей: учебное пособие / И. С. Туревский, В. Б. Соков, Ю. Н. Калинин. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2019. – 368 с.
- 2 **Савич, Е. Л.** Легковые автомобили / Е. Л. Савич. – Минск: Новое знание, 2009. – 651 с.
- 3 **Ютт, В. Е.** Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / В. Е. Ютт. – 4-е изд. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2009. – 440 с.
- 4 **Дентон, Т.** Автомобильная электроника: самое полное описание электрических и электронных систем современных автомобилей / Т. Дентон. – Москва: НТ Пресс, 2008. – 576 с.