

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Институт информационных технологий

Кафедра промышленной электроники

**П. П. Стешенко, В. И. Журавлёв, С. С. Лапочкин**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ,  
ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ АВТОТЕХНИКИ.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики  
и радиоэлектроники для специальности 1-36 04 02 «Промышленная  
электроника» в качестве пособия*

Минск БГУИР 2019

УДК [621.38:629.331]-049.7(076.5)  
ББК 32.85+39.33-08я73  
С79

**Рецензенты:**

кафедра автомобильной техники учреждения образования  
«Военная академия Республики Беларусь»  
(протокол №4 от 19.02.2018);

профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей  
Белорусского национального технического университета  
кандидат технических наук Е. Л. Савич

**Стешенко, П. П.**

С79

Техническая эксплуатация, диагностика и ремонт автотехники.  
Лабораторный практикум : пособие / П. П. Стешенко, В. И. Журавлёв,  
С. С. Лапочкин. – Минск : БГУИР, 2019. – 63 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-438-3.

Лабораторный практикум состоит из 6 лабораторных работ. Приводятся методические указания, порядок выполнения, требования к содержанию отчета, а также контрольные вопросы и литература. Лабораторные работы отражают материал по следующим темам: диагностика и ремонт блока контроля напряжения генератора; диагностика и ремонт электронного блока управления электроприводом вентиляторов двухступенчатой системы охлаждения двигателя; диагностика и ремонт прерывателей поворотов системы световой сигнализации; диагностика и ремонт мультиплексной системы управления освещением и световой сигнализации; диагностика стартерных устройств; диагностика генератора автомобиля.

УДК [621.38:629.331]-049.7(076.5)  
ББК 32.85+39.33-08я73

ISBN 978-985-543-438-3

© Стешенко П. П., Журавлёв В. И.,  
Лапочкин С. С., 2019  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Лабораторная работа №1 Диагностика и ремонт электронного блока контроля напряжения генератора.....	6
1.1 Принцип регулирования напряжения генератора .....	6
1.2 Электронный блок контроля напряжения генератора .....	7
1.3 Методика выполнения лабораторной работы .....	8
1.4 Контрольные вопросы .....	11
1.5 Содержание отчета .....	11
Лабораторная работа №2 Диагностика и ремонт электронного блока управления электроприводом вентиляторов двухступенчатой системы охлаждения двигателя .....	12
2.1 Назначение и конструкции систем охлаждения двигателя .....	12
2.2 Электронный блок управления двухступенчатой системой охлаждения .....	14
2.3 Контрольные вопросы .....	15
2.4 Содержание отчета .....	15
Лабораторная работа №3 Диагностика и ремонт электронного реле прерывателя поворотов системы световой сигнализации .....	16
3.1 Прерыватели и указатели поворотов .....	16
3.2 Типовая конструкция прерывателей и указателей поворотов, аварийной сигнализации .....	17
3.3 Блок электронного прерывателя указателей поворотов и аварийной сигнализации .....	17
3.4 Контрольные вопросы .....	20
3.5 Содержание отчета .....	20
Лабораторная работа №4 Диагностика и ремонт мультиплексной системы управления освещением и световой сигнализацией.....	21
4.1 Мультиплексная система .....	21
4.2 Контрольные вопросы .....	27
4.3 Содержание отчета .....	27
Лабораторная работа №5 Диагностика стартерных устройств.....	28
5.1 Стартерные устройства автомобиля .....	28
5.2 Управление стартерными устройствами .....	31
5.3 Назначение и конструкция стенда SE-8 для испытания стартеров ...	31
5.4 Проверка холостого хода стартера.....	35
5.5 Проверка электромагнитного реле (тягового реле).....	37
5.6 Измерение момента вращения стартера под нагрузкой и при полном торможении .....	38
5.7 Контрольные вопросы .....	39

5.8 Содержание отчета .....	39
Лабораторная работа №6 Диагностика генератора автомобиля .....	40
6.1 Принцип работы электрогенератора .....	40
6.2 Конструкции генераторов.....	43
6.3 Регулятор напряжения генератора.....	45
6.4 Назначение и конструкция стенда SE-8 для испытания генераторов.....	49
6.5 Испытание генераторов с 6-диодным выпрямителем без регуляторов напряжения .....	50
6.6 Испытание генераторов с 6-диодным выпрямителем с электронным или электромеханическим регулятором напряжения .....	52
6.7 Испытание генераторов с 9-диодным выпрямителем с электронным регулятором .....	53
6.8 Испытание диодов .....	55
6.9 Проверка на разрыв в обмотках статора и ротора .....	58
6.10 Проверка холостого хода генератора .....	59
6.11 Проверка работы генератора под нагрузкой без регулятора .....	60
6.12 Контрольные вопросы.....	60
6.13 Содержание отчета .....	61
Литература.....	62

## Введение

В подготовке инженеров электронной техники дисциплина «Техническая эксплуатация, диагностика и ремонт автотехники» является одной из завершающих в области изучения автомобильной техники.

Лабораторный практикум включает 6 лабораторных работ по основным электронным системам автомобиля.

Цель лабораторного практикума – углубление представлений о взаимосвязи электронных устройств с условиями эксплуатации систем автомобиля.

Главное внимание уделяется условиям эксплуатации автомобиля и их влиянию на надежность электронных и механических устройств.

Лабораторные работы выполняются бригадами из двух-трех студентов в соответствии с расписанием занятий. Каждая работа рассчитана на 2 академических часа занятий и 2 ч самостоятельной подготовки. В начале работы проводится индивидуальная проверка готовности студентов к выполнению задания. К работе допускаются студенты, успешно освоившие:

- принципы работы и параметры механических устройств;
- принципы работы и параметры датчиков;
- принципы работы и параметры электронных устройств;
- основы электро- и радиоизмерений;
- основы программирования.

Каждый студент должен участвовать в выполнении экспериментальных исследований и проведении расчетов.

Лабораторная работа считается законченной после просмотра и утверждения черновика отчета преподавателем. В отчете должны быть представлены данные исследований и расчетов согласно заданию лабораторной работы. Отчет должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32–81 и содержать следующее:

- цель лабораторной работы;
- задание по лабораторной работе;
- схемы установок и измерений;
- результаты измерений, расчетов;
- краткие выводы.

При подготовке к защите студенту необходимо использовать рекомендуемую литературу, ориентируясь на примерный перечень контрольных вопросов.

Перед началом выполнения цикла лабораторных работ студент должен усвоить «Правила техники безопасности в лаборатории» согласно утвержденной инструкции. Во время занятий необходимо соблюдать трудовую дисциплину и содержать рабочее место в порядке. Включение исследовательской установки производится только с разрешения преподавателя.

## Лабораторная работа №1

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА

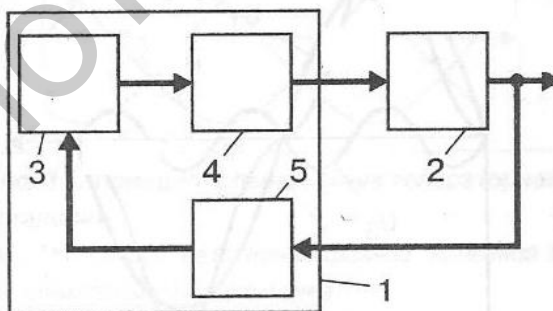
Цель работы: изучение схемы электронного блока контроля напряжения генератора, определение и устранение неисправностей (ремонт) в электронном блоке контроля напряжения генератора.

Приборы и принадлежности:

1. Электрическая схема блока контроля напряжения.
2. Компьютерная программа PROTEUS 6.7.
3. Инструкция пользователя программой.
4. Порядок выполнения.
5. Персональный компьютер.

#### 1.1 Принцип регулирования напряжения генератора

Напряжение генератора определяется тремя факторами: частотой вращения ротора, силой тока в обмотке возбуждения ротора и мощностью, отдаваемой генератором в нагрузку в зависимости от величины магнитного потока, создаваемой током обмотки возбуждения. Чем выше частота вращения ротора и меньше нагрузка на генератор, тем выше напряжение генератора. Увеличение силы тока в обмотке возбуждения увеличивает магнитный поток и напряжение генератора, снижение тока возбуждения уменьшает напряжение. На рисунке 1.1 представлена функциональная схема регулятора напряжения.



- 1 – регулятор; 2 – генератор; 3 – элемент сравнения; 4 – регулирующий элемент;  
5 – измерительный элемент

Рисунок 1.1 – Функциональная схема регулятора напряжения

Все регуляторы напряжения, отечественные и зарубежные, стабилизируют напряжение генератора изменением тока в обмотке возбуждения. Если напряжение возрастает или уменьшается, регулятор соответственно уменьшает

или увеличивает ток возбуждения, устанавливая напряжение в нужные пределы. Регулятор напряжения поддерживает напряжение бортовой сети в заданных пределах во всех режимах работы при изменении частоты вращения ротора генератора, электрической нагрузки, температуры окружающей среды. Кроме того, он может выполнять дополнительные функции: защищать элементы генераторной установки от аварийных режимов и перегрузки, автоматически включать в бортовую сеть цепь обмотки возбуждения или систему сигнализации аварийной работы генераторной установки.

Регулятор 1 содержит измерительный элемент 5, элемент сравнения 3 и регулирующий элемент 4. Измерительный элемент 5 воспринимает напряжение генератора 2 и преобразует его в измерительный сигнал, который в элементе сравнения 3 сравнивается с эталонным значением. Если измерительный сигнал отличается от эталонной величины, на выходе измерительного элемента появляется сигнал, который активирует регулирующий элемент 4, изменяющий ток в обмотке возбуждения так, чтобы напряжение генератора вернулось в заданные пределы.

Таким образом, к регулятору напряжения обязательно должно быть подведено напряжение генератора или напряжение из другого места бортовой сети, где необходима его стабилизация, например, от аккумуляторной батареи, а также подсоединена обмотка возбуждения генератора.

## 1.2 Электронный блок контроля напряжения генератора

На рисунке 1.2 приведена схема электрическая электронного блока контроля напряжения генератора V1, принцип контроля напряжения которой основан на различных значениях уровня пробивного напряжения стабилитронов D4, D5 с индикацией уровня напряжения светодиодами D1, D2, D3.

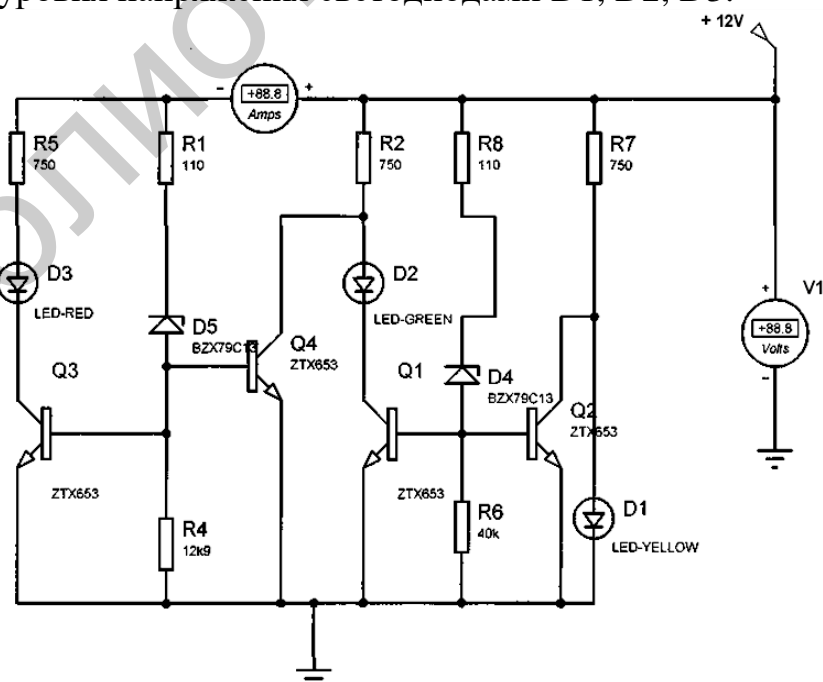


Рисунок 1.2 – Электронный блок контроля напряжения генератора

Контроль напряжения генератора осуществляется вольтметром V1. При малом напряжении генератора ( $V1 < 13,8 \text{ В}$ ) светодиод D1, подключенный к генератору через резистор R7, сигнализирует свечением желтого цвета (уровень напряжения генератора ниже допустимого).

При напряжении, достаточном для пробоя стабилитрона D4 (13,8...14,2 В), ток через R8, D4, R6 формирует на базах транзисторов Q1, Q2 напряжение, которое их открывает. За счет шунтирования транзистором Q2 светодиода D1 он гаснет, а ток светодиода D2 проходит через открытый транзистор Q1 и светодиод D2 и сигнализирует свечением зеленого цвета (номинальное значение напряжения генератора).

По мере роста напряжения генератора (более 14,2 В) пробивается стабилитрон D5, который через R1, D5, R4 формирует на базах транзисторов Q3, Q4 напряжение, их открывающее. Транзистор Q4 шунтирует цепь светодиода D2 и он гаснет, а светодиод D3 сигнализирует свечением красного цвета (повышенное напряжение генератора) за счет тока транзистора Q3. При снижении напряжения генератора стабилитроны D5, D4 закрываются, переключая цепи питания светодиодов D3, D2, D1 в соответствии с напряжением.

### **1.3 Методика выполнения лабораторной работы**

Для проведения ремонта автомобильных устройств необходимо определить неисправность устройства и причину ее возникновения, т. е. провести диагностику.


Основными неисправностями устройства могут быть: изменение параметров активных элементов – транзисторов, стабилитронов, изменение номиналов резисторов при их полном или частичном разрушении из-за теплового нагрева, короткие замыкания или обрывы в системе соединений элементов между собой, нарушение параметров источника питания.

Определив причину неисправности с помощью меню программы, заменить неисправный элемент на исправный с соответствующим значением его номинала или устранить обрыв или короткое замыкание в системе соединений. Инструкция пользователя программой указана далее, в порядке выполнения лабораторной работы.

Порядок выполнения:


1. Изучить схему электрическую электронного блока и принцип ее работы согласно описанию в лабораторной работе.

2. Открыть в файле «Labs» вариант задания (например, 1.PWI, 3.PWI) исправного электронного блока (рисунок 1.3).

3. Ознакомиться с работой исправного электронного блока, нажав кнопку  – запуск моделирования, и зафиксировать для отчета уровни параметров работы блока на приборах, при которых изменяются состояния элементов схемы в исправном блоке.

4. Согласно номеру задания открыть файл «ZADANIE» (рисунок 1.4) неисправного блока (например, 1.1 DSN, 3.2 DSN).



5. Ознакомиться с работой неисправного электронного блока, нажав кнопку  – запуск моделирования, и зафиксировать для отчета уровни параметров работы блока на приборах, при которых изменяются состояния элементов схемы в неисправном блоке.

6. Определить неисправность и метод ремонта блока.

7. Для замены элемента (например R, C, D1 и т. д.) указатель мыши установить на неисправном элементе, нажать и отпустить правую кнопку мыши. При этом элемент окрасится в красный цвет.

8. Нажать левую кнопку мыши. В диалоговом окне (рисунок 1.5) установить требуемое значение номинала элемента.

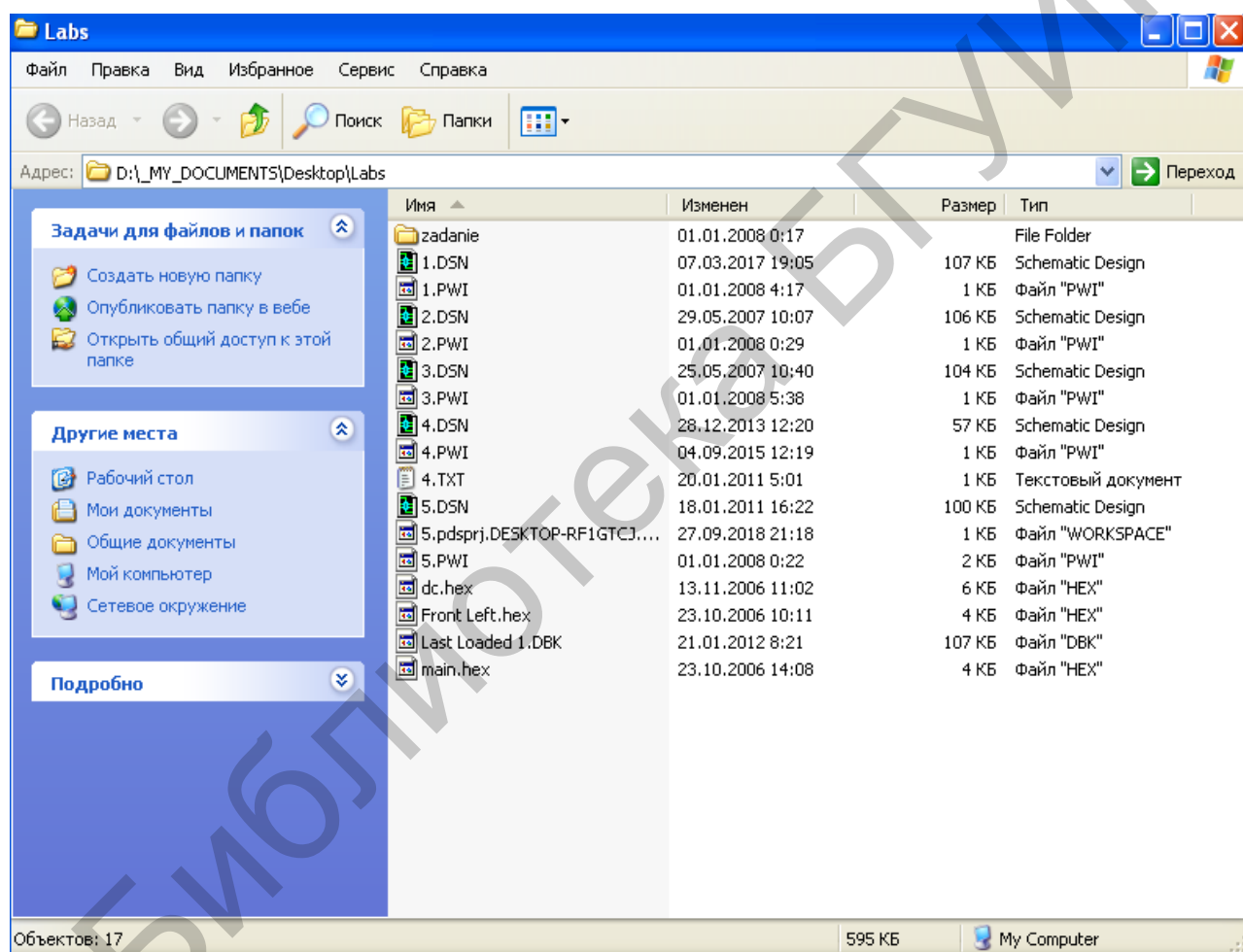


Рисунок 1.3 – Вид диалогового окна выбора варианта задания исправного блока

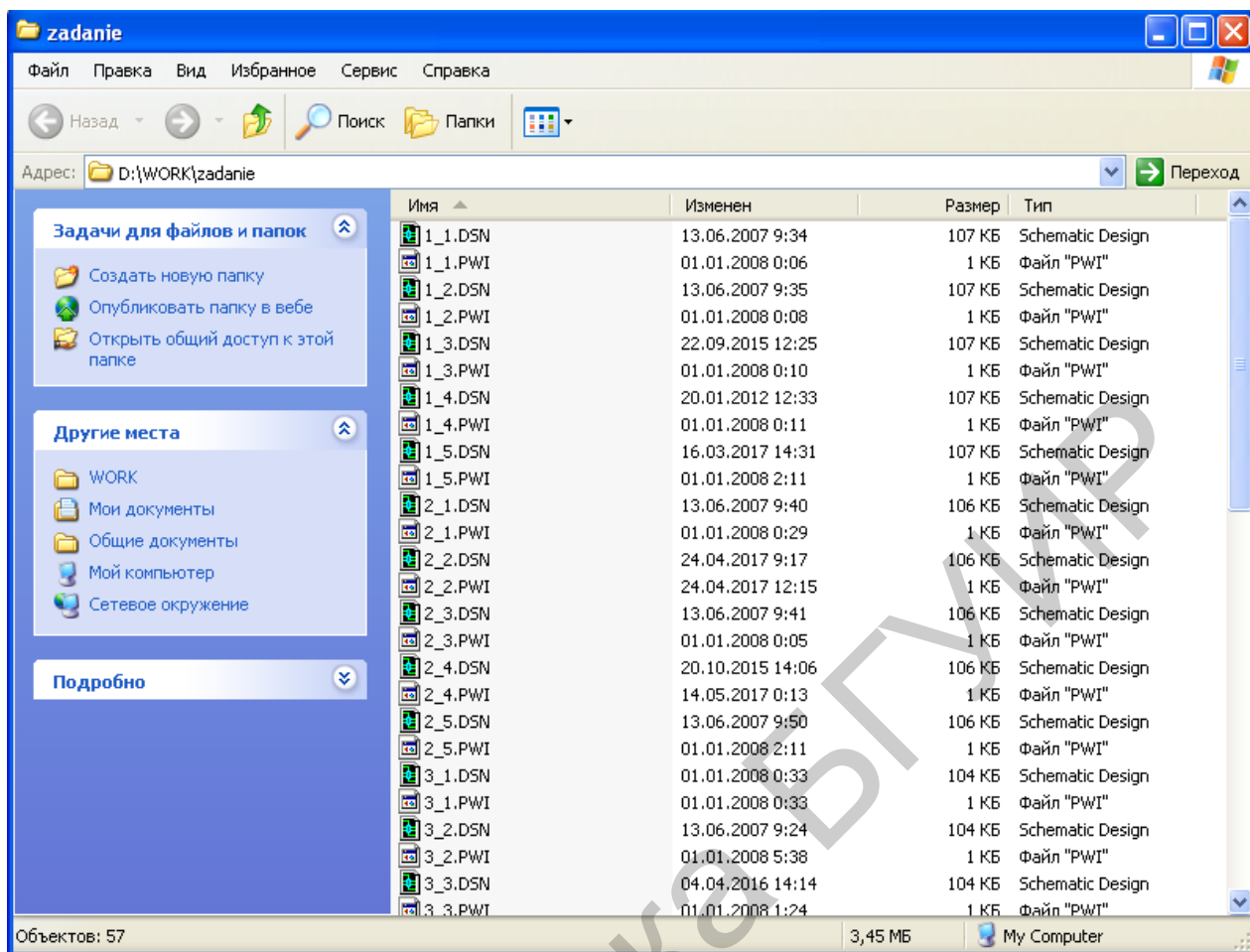


Рисунок 1.4 – Вид окна выбора варианта задания неисправного блока

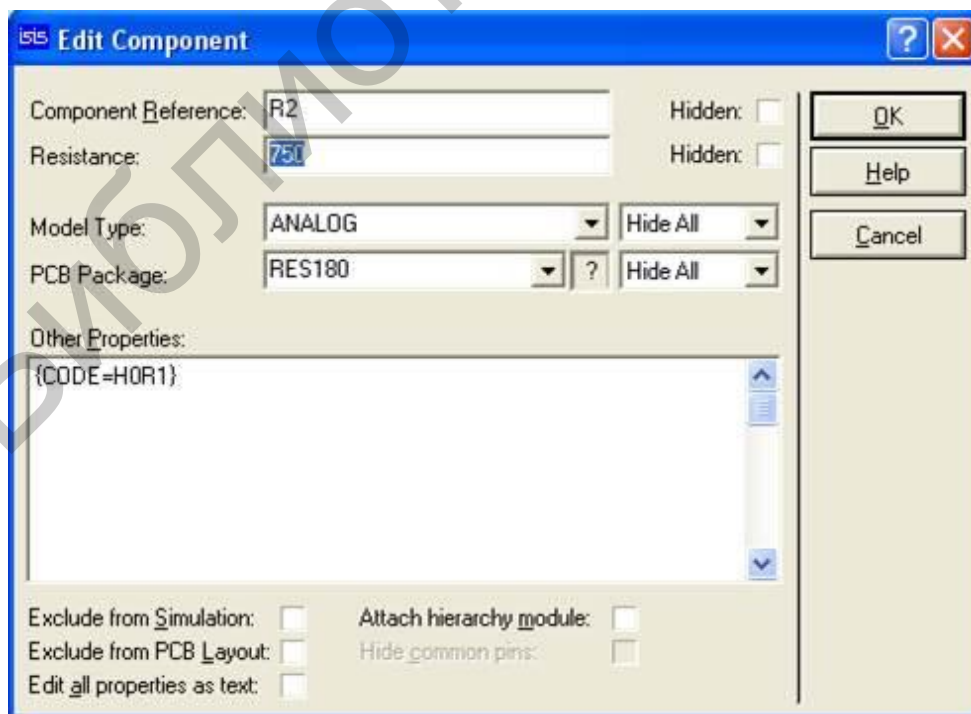


Рисунок 1.5 – Вид диалогового окна выбора параметров элементов

9. При обнаружении нарушения в электропроводке (обрыв) подвести курсор к проводнику, нажать и отпустить левую кнопку мыши, после чего подвести курсор к проводнику, с которым необходимо выполнить соединение. Нажать и отпустить левую кнопку мыши. Соединение будет восстановлено.

10. Для устранения «короткого замыкания» подвести курсор к проводнику и два раза нажать правой кнопкой мыши. Соединение будет устранено.

11. Проверить работу электронного блока.

12. Изменения в схеме **не сохранять**.

#### **1.4 Контрольные вопросы**

1. Определить причину неисправности согласно работе блока контроля напряжения и метод его ремонта, если при росте напряжения генератора на вольтметре V1 не включаются все светодиоды D1, D2, D3.

2. Светодиод D1 включается, но не включаются светодиоды D2, D3. Определить причину неисправности согласно электрической схеме, неисправный элемент и метод ремонта.

3. При малом напряжении ( $<13,8$  В) включается только светодиод D3. Определить причину неисправности согласно электрической схеме, неисправный элемент и метод ремонта.

4. Светодиод D3 не включается при напряжении более 14,2 В. Определить причину, неисправный элемент и метод ремонта.

#### **1.5 Содержание отчета**

1. Наименование и номер задания.

2. Электрическая схема электронного блока.

3. Описание характера неисправности и анализ причины ее появления.

4. Описание метода ремонта.

## Лабораторная работа №2

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРОВ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучение принципа работы электронного блока управления электроприводом вентиляторов двухступенчатой системы охлаждения двигателя; приобретение навыков диагностики и устранения (ремонта) неисправностей в блоке управления.

Приборы и принадлежности:

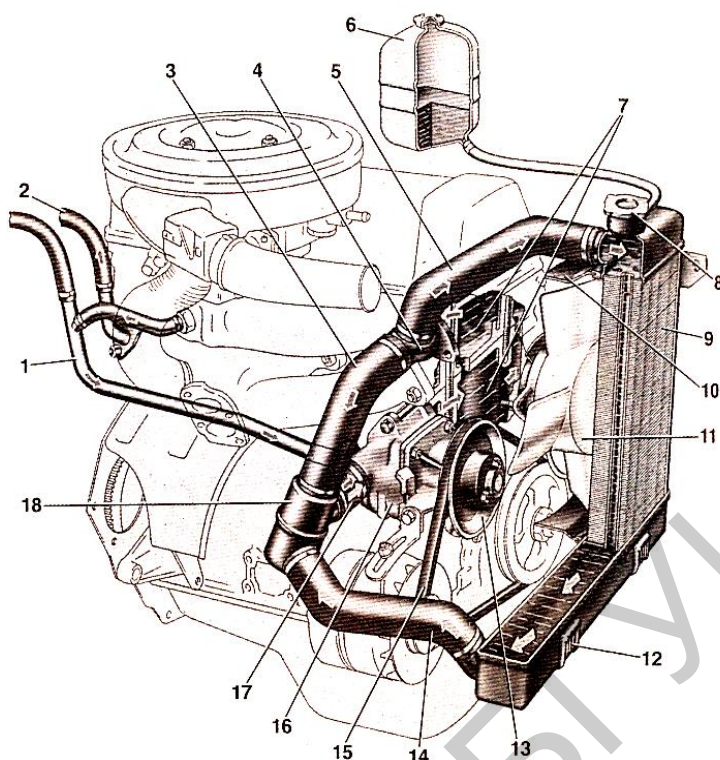
1. Электрическая схема электронного блока управления электроприводом вентиляторов двухступенчатой системы охлаждения.
2. Компьютерная программа PROTEUS не ниже версии 6.7.
3. Инструкция пользователя программой (см. подраздел 1.3).
4. Порядок выполнения.
5. Персональный компьютер.

#### 2.1 Назначение и конструкции систем охлаждения двигателя

Система охлаждения двигателя автомобиля предназначена для поддержания заданной (расчетной) температуры двигателя в процессе его работы. Температура двигателя в значительной степени определяет мощность двигателя. В современных автомобилях рабочая температура двигателя поддерживается в диапазоне 98...118 °С с помощью принудительного жидкостного охлаждения. Схема системы приведена на рисунке 2.1.

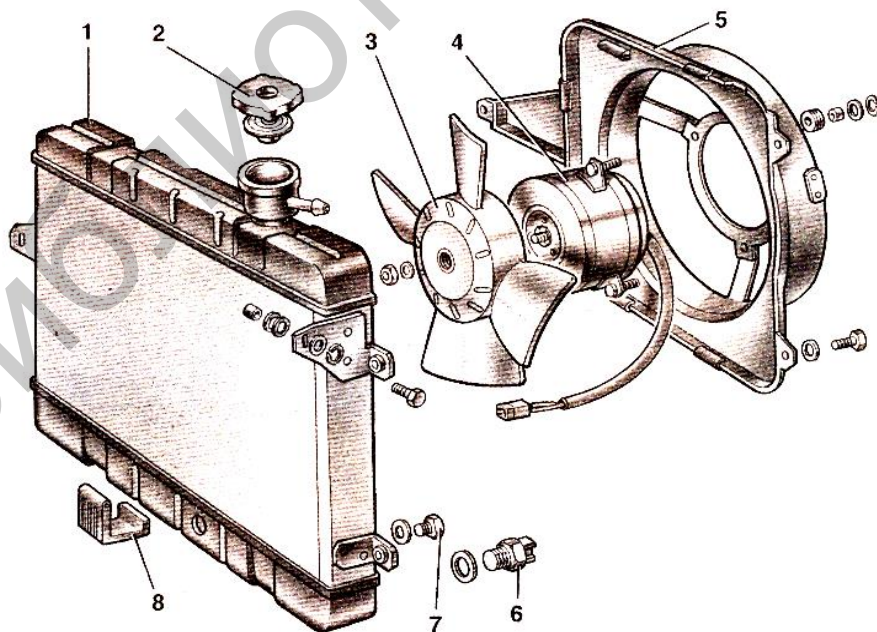
Основными элементами системы охлаждения являются: насос 16, обеспечивающий циркуляцию охлаждающей жидкости, термостат 18, переключающий систему охлаждения из режима прогрева двигателя в рабочий режим, радиатор 9, в котором происходит отбор тепла от охлаждающей жидкости за счет встречного воздушного потока через радиатор, или за счет вентилятора 11, приводимого в действие от вала двигателя или электродвигателя. Однако при длительных остановках автомобиля (на нерегулируемых перекрестках, автомобильных пробках) эффективность такой системы значительно снижается, т. к. вентилятор не может обеспечить достаточное охлаждение жидкости в радиаторе при низких оборотах двигателя. При интенсивном движении и охлаждении жидкости в радиаторе за счет встречного потока отпадает необходимость в работе вентилятора, отбирающего мощность с вала двигателя. Поэтому в современных автомобилях система охлаждения радиатора строится по одно- или двухступенчатой схеме, в которой привод (рисунок 2.2) двух вентиляторов 3 осуществляется с помощью электродвигателя 4, управляемого электронным блоком, исходя из рабочей температуры двигателя.

При двухступенчатой системе включается вентилятор со скоростью первой ступени по нижней рабочей температуре (80 °С) и в случае дальнейшего повышения температуры охлаждающей жидкости включается вентилятор с большей скоростью второй ступени при температуре (118 °С).



1, 2 – к системе отопителя; 3, 5, 14 – гибкие соединения в системе охлаждения; 4 – разветвление в системе охлаждения; 6 – расширительный бачок; 7 – внутренняя система охлаждения (в блоке цилиндров); 8 – крышка радиатора; 9 – радиатор; 10, 12 – крепление радиатора; 11 – крыльчатка вентилятора; 13 – шкив привода насоса; 15 – ремень привода насоса; 16 – насос системы охлаждения; 17 – вход в насос; 18 – термостат

Рисунок 2.1 – Система охлаждения двигателя



1 – радиатор; 2 – пробка; 3 – вентилятор; 4 – электродвигатель; 5 – кожух; 6 – термодатчик; 7 – сливная пробка; 8 – крепление

Рисунок 2.2 – Электропривод вентилятора системы охлаждения

## 2.2 Электронный блок управления двухступенчатой системой охлаждения

Управление системой охлаждения двигателя осуществляется с помощью датчика температуры (полупроводниковый терморезистор) и схемы сравнения (компаратора) с заданным уровнем «срабатывания» по температуре.

Неисправности электронного блока управления системой охлаждения могут быть связаны с изменениями уровня напряжения на входе компараторов, выполненных в виде интегральных микросхем, с изменением номиналов резисторов, типа транзистора (ключа), а также и короткими замыканиями в схеме.

Параметры датчика температуры RV1 контролируют по показаниям прибора V1, включенного параллельно датчику температуры:

- напряжение датчика на приборе V1 (первая ступень охлаждения) 4,5 В соответствует температуре 98 °С;
- напряжение датчика на приборе V1 (вторая ступень охлаждения) 7,38 В соответствует температуре 118 °С.

На рисунке 2.3 представлена электрическая схема электронного блока управления вентилятором радиатора для двухступенчатой системы охлаждения.

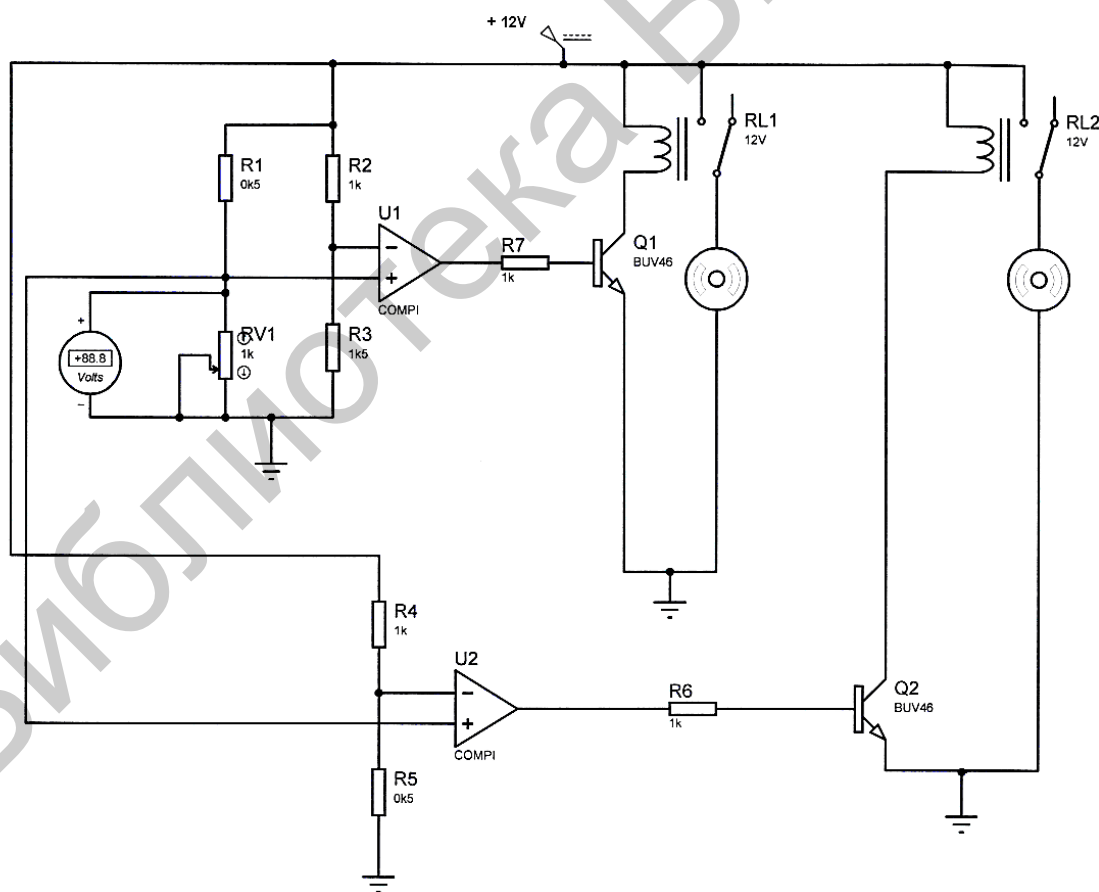


Рисунок 2.3 – Электронный блок управления системой охлаждения двигателя

Датчиком температуры RV1, установленным в радиаторе системы охлаждения, является полупроводниковый терморезистор, который с увеличением температуры уменьшает свое сопротивление. Существуют датчики с различным диапазоном изменяемого сопротивления: 400...80 Ом, 4000...120 Ом.

Включение электродвигателей осуществляется через контакты RL1, RL2 электромагнитных реле, ток в обмотке которых задается электронными ключами (транзисторами) Q1, Q2.

Управляемое напряжение, формируемое за счет делителя R1 датчиком RV1, подается на входы (+) компараторов U1, U2.

Для определения уровня включения первой ступени (компаратор U1) и второй ступени (компаратор U2) на их входы (-) подается различное опорное напряжение, формируемое делителями R2, R3 и R4, R5 соответственно.

Изменение (уменьшение) с ростом температуры сопротивления датчика RV1, и соответственно напряжения на входах (+) компараторов U1, U2, формирует на их выходах напряжение, которое управляет электронными ключами Q1, Q2 и поочередно (по ступеням) включает электропривод вентиляторов.

Порядок выполнения лабораторной работы представлен в подразделе 1.3.

### **2.3 Контрольные вопросы**

1. Объяснить принцип работы системы охлаждения двигателя.
2. Объяснить принцип работы электронного блока управления системой охлаждения.
3. Определить причину и метод ремонта, если не включаются обе ступени охлаждения при изменении сопротивления датчика.
4. Определить причину и метод ремонта, если не включается первая ступень охлаждения при изменении сопротивления датчика.
5. Определить причину и метод ремонта, если не включается вторая ступень охлаждения при изменении сопротивления датчика.
6. Определить причину и метод ремонта, если изменилась температура, но электродвигатель вентилятора не включается.

### **2.4 Содержание отчета**

1. Наименование и номер задания.
2. Электрическая схема электронного блока управления системой охлаждения двигателя.
3. Описание характера неисправности и анализ причины ее появления.
4. Описание метода устранения неисправности (ремонта) электронного блока управления системой охлаждения.

## Лабораторная работа №3

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННОГО РЕЛЕ ПРЕРЫВАТЕЛЯ ПОВОРОТОВ СИСТЕМЫ СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Цель работы: изучение электрических схем, элементной базы, принципа работы электронного реле прерывателя поворотов системы световой сигнализации; приобретение навыков диагностики и устранения неисправностей.

Приборы и принадлежности:

1. Электрическая схема реле поворотов.
2. Компьютерная программа PROTEUS не ниже версии 6.7.
3. Инструкция пользователя программой (см. подраздел 1.3).
4. Порядок выполнения.
5. Персональный компьютер.

#### 3.1 Прерыватели и указатели поворотов

Прерыватели и указатели поворотов относятся к системе световой сигнализации автомобиля и реализуются с помощью двух передних, двух задних сигнальных ламп, устанавливаемых на одной высоте (400...1500 мм) и на равном расстоянии от продольной плоскости симметрии автомобиля. Кроме того, автомобиль может быть оборудован дополнительными боковыми световыми указателями поворотов (повторителями). Частота прерывания сигнала указателя поворота 1...2 с. Боковые повторители указателей поворотов обязательны для автомобилей длиной более 6 м и для автомобилей с прицепами и полуприцепами. При аварийной ситуации могут быть включены все сигнальные лампы поворотов (аварийная сигнализация). Любая неисправность, изменяющая функциональные свойства указателей поворотов (изменение частоты мигания, перегорание ламп и т. д.), делает автомобиль опасным по отношению к другим участникам дорожного движения.

Вся система указателей поворотов состоит из следующих основных функциональных элементов:

1. Световые сигнализаторы (лампы).
2. Функциональные переключатели режима работы.
3. Электронное реле поворотов.
4. Электропроводка.

Специфические неисправности в системе указателей поворотов проявляются в случае нарушения контакта светового прибора с цепью питания, отказа электронного реле, неисправностей в цепях электропроводки.

Частоту прерывания указателей поворотов можно проверить с помощью секундомера наручных часов.

Неисправность в цепях электропитания световых приборов определяют по падению напряжения в начале и конце цепи электропроводки с помощью вольтметра. Падение напряжения в цепях ламп поворотов не должно превышать 0,9 и 0,6 В соответственно для 24- и 12-вольтовых систем электрооборудования.



### **3.2 Типовая конструкция прерывателей и указателей поворотов, аварийной сигнализации**

В системах сигнализации с контактно-транзисторными прерывателями тока при проверке прерывателей тока, указателей поворотов и аварийной сигнализации, а также цепей сигнальных ламп поступают следующим образом:

- при выключенном зажигании включают аварийную сигнализацию;
- при исправной цепи, исправных предохранителях и выключателе аварийной сигнализации лампы левого и правого борта будут функционировать (прерывистое включение);
- при включенном зажигании и переключателе поворотов функционируют (прерывистое включение) лампы левого или правого борта.

Типовые прерыватели поворотов включают элементы, представленные на рисунке 3.1.

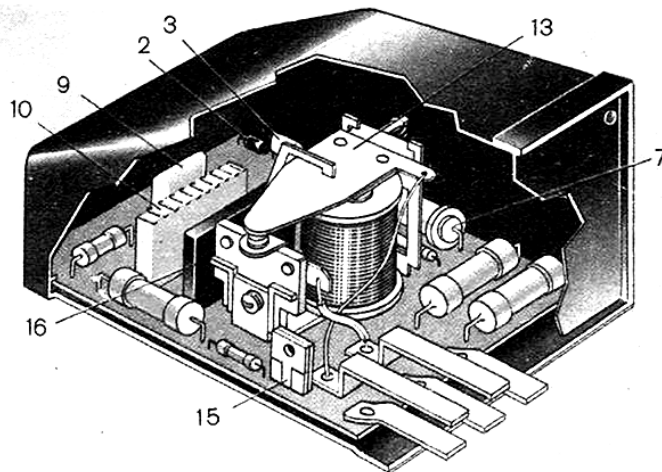
При включении замка зажигания 25 напряжение подается через частоты прерывания 16. Сигнал генератора 16 поступает в схему 10, которая управляет током в реле 13. Напряжение аккумуляторной батареи через контакты реле 13 подается к переключателю поворотов 21 и в случае его переключения в определенное положение подается к лампам поворотов 20, 22. Генератор частоты прерывания 16 начинает работать после замыкания контактов переключателя поворотов 21. Контрольная лампа сигнализации поворотов 19 на приборном щитке включается через транзисторный ключ 18.

Если при включении указателей поворотов или аварийной сигнализации сигнальные лампы не функционируют или мигают с нарушением частоты прерывания, то это указывает на неисправность прерывателя тока или на то, что напряжение аккумуляторной батареи отличается от номинального. В системах световой сигнализации с электромагнитными прерывателями частота мигания ламп зависит от их мощности и напряжения питания и контролируется с помощью герконов.

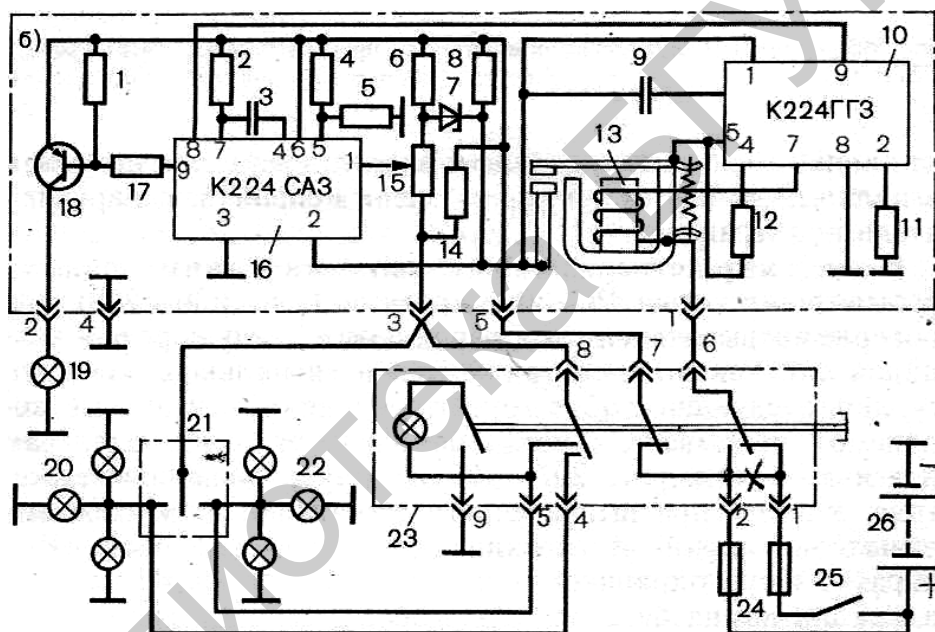
### **3.3 Блок электронного прерывателя указателей поворотов и аварийной сигнализации**

На рисунке 3.2 представлена схема блока электронного прерывателя указателей поворотов, смоделированная с помощью компьютерной программы PROTEUS 6.7. Блок состоит:

- из световых сигнализаторов;
- функциональных переключателей режима работы SW1, SW2;
- электронного реле поворотов на основе интегральных микросхем U1, U2, U3, U4, транзисторного ключа Q1 и электромагнитного реле RL1.



*a*



*б*

*a* – общий вид прерывателя; *б* – схема включения

- 1 – резистор МЛТ-0,5 – 1 кОм; 2 – резистор МЛТ-0,5 – 24 кОм; 3 – конденсатор К73-17 – 0,47 мкФ, 63 В; 4 – резистор МЛТ-1 – 910 Ом; 5 – резистор МЛТ-0,5 – 16 кОм; 6 – резистор МЛТ-1 – 1,5 кОм; 7 – стабилитрон КС113А; 8 – резистор МЛТ-2 – 120 Ом; 9 – конденсатор К73-17 – 0,68 мкФ, 63 В; 10 – микросхема К224ГГЗ; 11 – резистор МЛТ-1 – 510 кОм; 12 – резистор МЛТ-0,5 – 510 кОм; 13 – реле; 14 – резистор МЛТ-1 – 120 Ом; 15 – резистор переменный 6,8 кОм; 16 – микросхема К224СА3; 17 – резистор МЛТ-1 – 510 Ом; 18 – транзистор КТ626А; 19 – контрольная лампа указателя поворотов; 20 – лампы левого борта; 21 – переключатель поворотов; 22 – лампы правого борта; 23 – выключатель аварийной сигнализации; 24 – предохранители; 25 – выключатель зажигания; 26 – аккумуляторная батарея

Рисунок 3.1 – Электрическая схема прерывателя поворотов и аварийной сигнализации 23.374

При выключенных переключателях SW1, SW2 на вход (+) компаратора U1 через резистор R1 подается напряжение питания (+12 В) и на его выходе формируется положительное напряжение. Инвертор U3 преобразует его в низкий уровень напряжения, которое поступает на вход логического элемента И-НЕ U2, на выходе которого формируется высокий уровень напряжения. Это напряжение через R3 заряжает конденсатор C1 в течение определенного времени (~ 1 с). Отрицательный потенциал на конденсаторе формируется за счет инвертора U4. Отрицательное напряжение через резистор R4 подается на базу ключа Q1, он закрыт. Ток через обмотку реле RL1 не протекает, контакты реле находятся в положении «1».

При включении переключателя SW1 (или SW2) на лампы поворотов через R1 подается напряжение +12 В и они «загораются». Однако за счет тока, протекающего через R1 и лампы, создается падение напряжения на R1, т. е. уменьшается напряжение на входе (+) компаратора U1 и на его выходе формируется низкий уровень напряжения. Инвертор U3 преобразует его в высокий уровень и на выходе логического элемента U2 формируется высокий уровень напряжения, и конденсатор C1 заряжается. Напряжение на конденсаторе C1 некоторое время (~1 с) поддерживается на высоком уровне. Время заряда определяется номиналом R3. Низкий уровень напряжения на выходе U4 поддерживает ключ Q1 в закрытом состоянии.

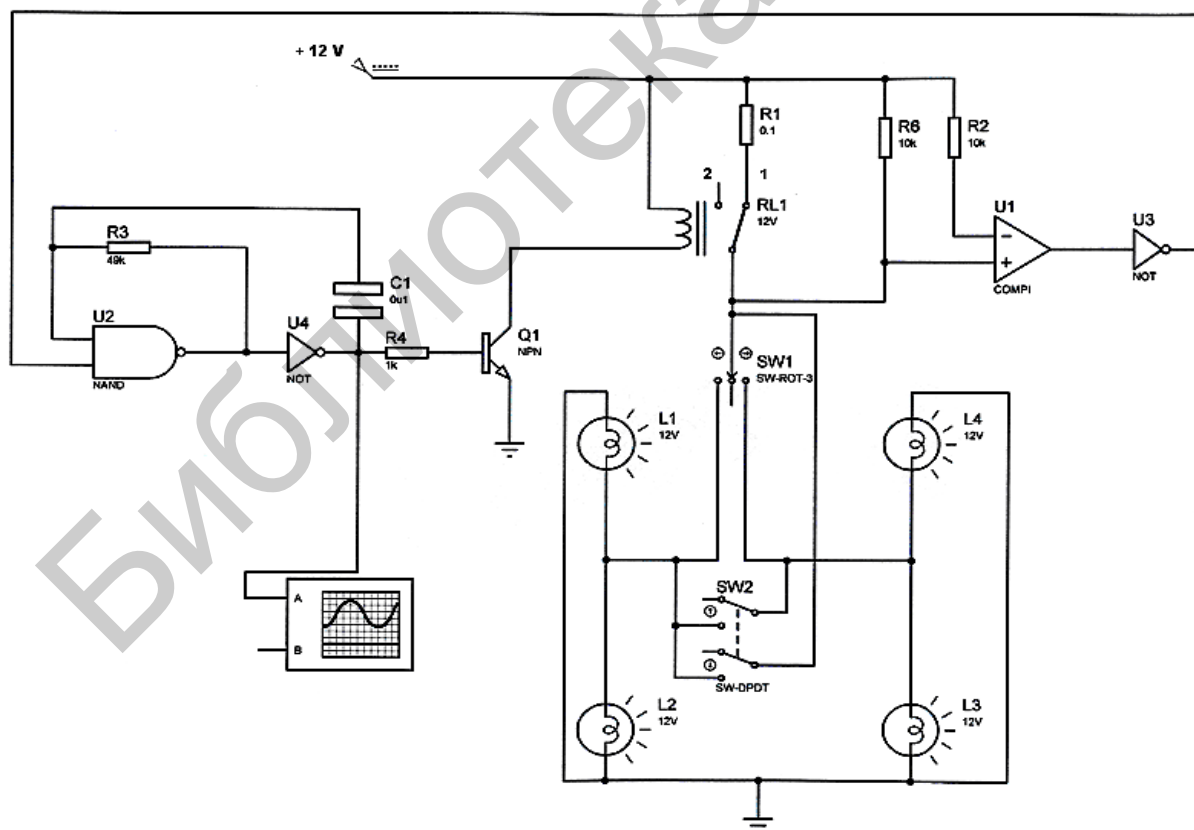


Рисунок 3.2 – Схема электронного прерывателя указателей поворотов и аварийной сигнализации

После разряда С1 через R3 и инвертор U4 напряжение на выходе U2 уменьшается. Инвертор U4 закрывается и на его выходе формируется положительное напряжение, открывая ключ Q1. Ток в обмотке реле RL1 переключает контакты в положение «2». Питание ламп поворота прерывается и они «гаснут».

Порядок выполнения лабораторной работы представлен в подразделе 1.3.

### **3.4 Контрольные вопросы**

1. При включении функциональных переключателей лампы не горят и не прерываются. Определить причину (неисправность).

2. Частота прерывания поворотов не соответствует стандартным. Определить причину (неисправность).

3. Лампы включены постоянно. Определить причину (неисправность).

4. Электронное реле поворотов работает в режиме «повороты», но не работает в режиме «аварийная сигнализация». Определить причину (неисправность).

5. При включении режима «повороты» включены все лампы. Определить причину (неисправность).

### **3.5 Содержание отчета**

1. Электрическая схема электронного реле поворотов.

2. Описание неисправности электронного реле поворотов.

3. Метод устранения неисправности (замена элемента, ремонт электропроводки и т. д.).

## Лабораторная работа №4

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ

Цель работы: изучение структуры и принципа работы мультиплексной системы управления освещением и световой сигнализацией; приобретение навыков диагностики и устранения (ремонта) неисправностей.

Приборы и принадлежности:

1. Схема электрическая принципиальная мультиплексной системы.
2. Компьютерная программа PROTEUS не ниже версии 6.7.
3. Инструкция пользователя программой (см. подраздел 1.3).
4. Порядок выполнения.
5. Персональный компьютер.

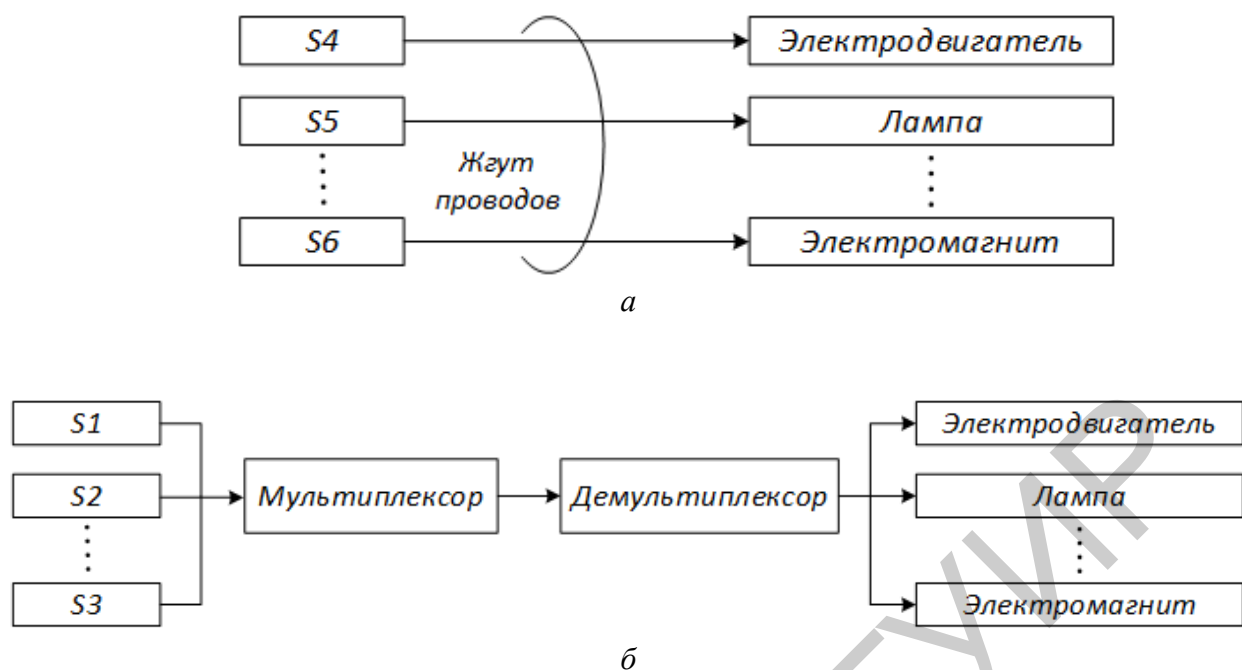
#### 4.1 Мультиплексная система

Двухпроводная мультиплексная система в автомобиле используется для передачи нескольких сигналов по одному сигнальному проводу. В настоящее время датчики и исполнительные устройства систем управления подключаются к электронному блоку управления (ЭБУ) с помощью жгутов проводов. Однако с увеличением числа электронных систем управления возрастает и количество датчиков и исполнительных механизмов. Соответственно растет и число соединительных проводов. Эффективным средством сокращения числа жгутов и снижения массы является мультиплексная система.

Мультиплексная система наряду с уменьшением объема жгутов и проводов делает более простым совместное использование датчиков. Сокращение числа жгутов позволяет существенно упростить конструкцию монтажа электропроводки в кузове и узлов соединения дверей с кузовом.

Сигналы, которые управляют исполнительными устройствами – электродвигателями, лампами, обрабатываются мультиплексором (устройство кодирования сигналов) и передаются к исполнительным устройствам по одному сигнальному проводу (рисунок 4.1). Прежде эти сигналы передавались по многочисленным отдельным проводам. На приемной стороне сигналы декодируются с помощью демультимплексора и поступают на исполнительные устройства. Мультиплексирование и демультимплексирование данных осуществляет управляющая программа микроконтроллера.

Применение мультиплексной системы связи в автомобиле представлено на рисунке 4.2. Выключатели 1, 2, 3, 4 систем управления в ней концентрируются на дверях, а связь с ЭБУ 6 обеспечивается с помощью световодов 5. ЭБУ системы выполняет следующие функции управления: блокировка и разблокировка дверей, поворот окна, изменение положения стекла в окнах, регулировка положения сидений, подогрев сидений, подсветка пепельницы и выключателей, освещение под передней панелью и освещение гнезда ключа зажигания.



а – традиционная; б – мультиплексная  
Рисунок 4.1 – Структура систем управления

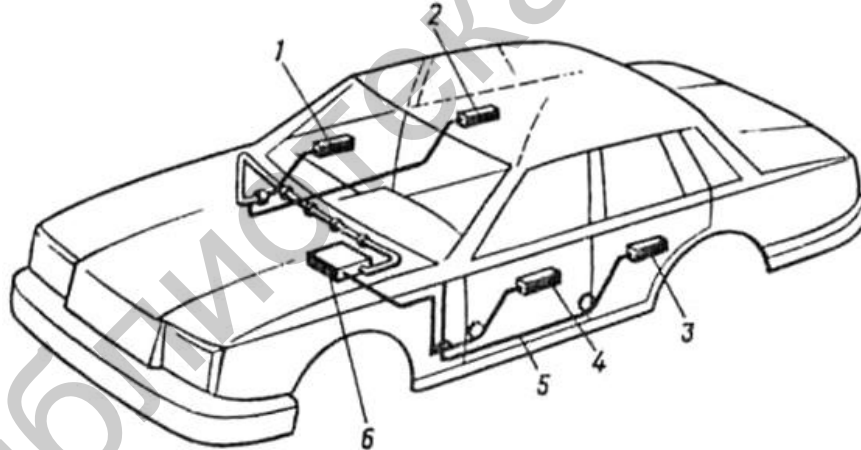
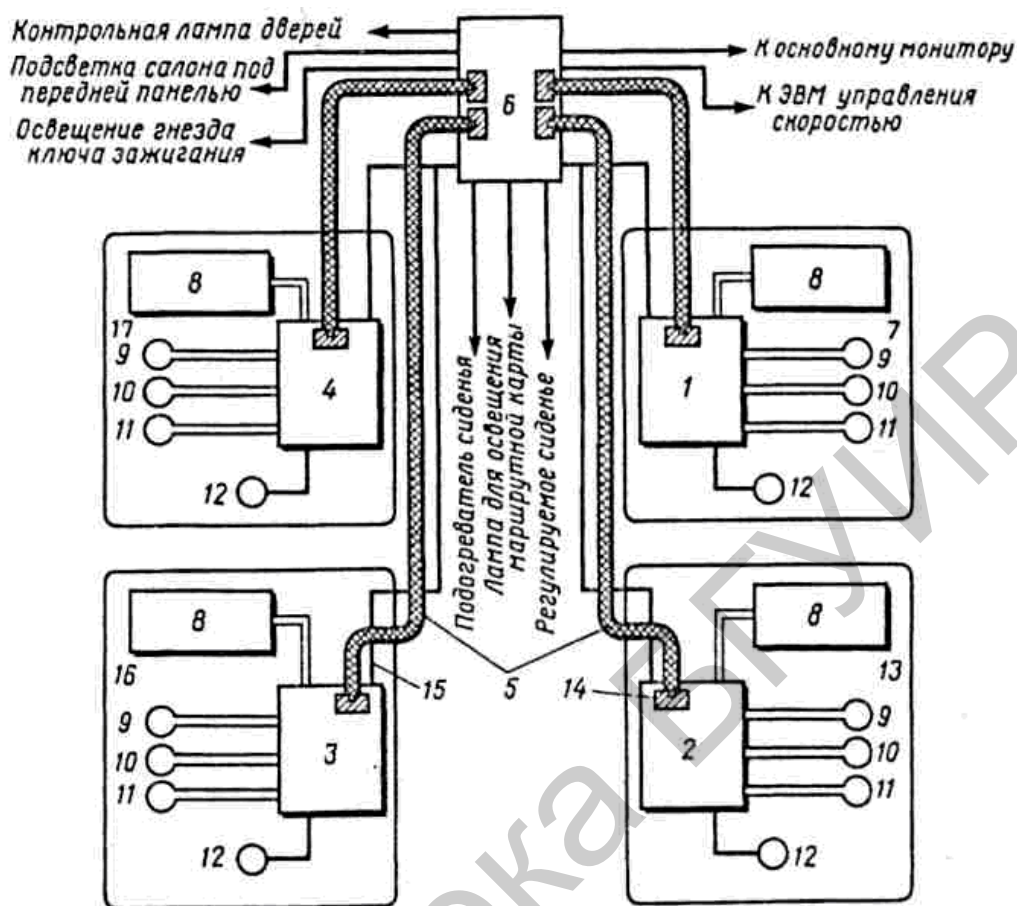


Рисунок 4.2 – Расположение элементов мультиплексной системы связи в автомобиле

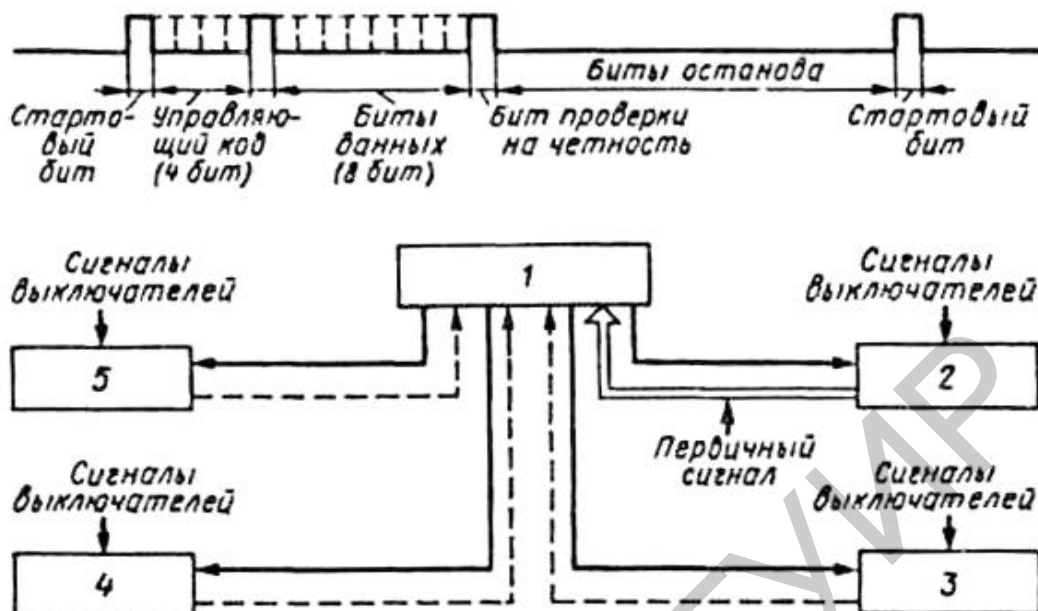
Система оптической связи (рисунок 4.2) состоит из оптических передатчиков 3 и приемников 7, а также световодов 5. В оптическом передатчике используется светодиод, преобразующий электрические сигналы в световые. В оптическом приемнике фотодиод преобразует световой сигнал, переданный по световоду, в электрический. Приемник и передатчик выполнены в единой конструкции в виде так называемого модуля связи. Передача данных между ЭБУ осуществляется асинхронным способом. При этом способе в начале и конце данных добавляются сигналы (так называемые стартовый бит и бит останова), которые синхронизируют работу приемных и передающих устройств.



1, 2 – соответственно передний и задний правые ЭБУ; 3, 4 – соответственно передний и задний левые ЭБУ; 5 – световоды; 6 – ЭБУ кузова; 7, 13 – соответственно передняя и задняя правые двери; 8 – выключатели; 9, 10 – электропривод стеклоподъемника; 11 – реле блокировки и разблокировки дверей; 12 – освещение прикуривателя; 14 – приемопередающий элемент; 15 – шина источника питания; 16, 17 – задняя и передняя двери автомобиля соответственно

Рисунок 4.3 – Функциональная схема мультиплексной системы автомобиля

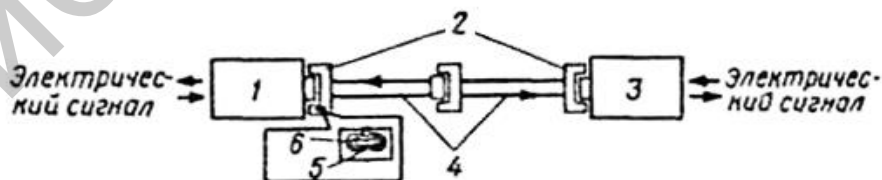
Такой способ получил наиболее широкое распространение, поскольку он обеспечивает достаточно надежную синхронизацию данных. Скорость передачи данных в мультиплексных сетях достигает 1 Мбит/с. Формат данных представлен на рисунке 4.4. Тип сигнала указывается в зоне управляющего кода, а содержание обработки и состояние выключателей – в зоне данных. ЭБУ 2, расположенный в передней правой двери, является ведущим элементом мультиплексной связи. Он генерирует 32-битовые последовательности управляющих импульсов (первичные сигналы), которые через ЭБУ кузова 1 передаются на ЭБУ в остальных дверях 3, 4, 5. ЭБУ записывают в зоне данных этих сигналов состояния выключателей и затем передают сигналы в ЭБУ кузова, который обрабатывает их и передает выходные сигналы на исполнительные устройства (см. рисунок 4.3).



1 – ЭБУ кузова; 2, 3 – соответственно передний и задний правые ЭБУ;  
4, 5 – соответственно передний и задний левые ЭБУ

Рисунок 4.4 – Формат данных

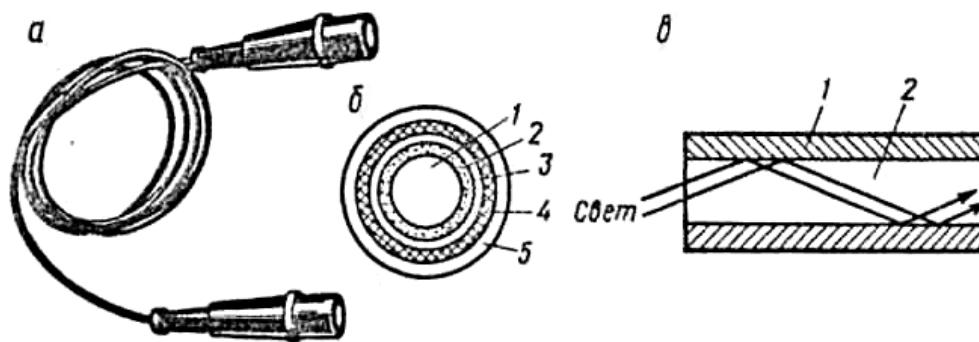
Световоды можно разделить на два типа – стеклянные и пластмассовые. В данной системе применяются пластмассовые световоды, которым свойственны большие потери и худшие характеристики передачи, чем стеклянным. Но пластмассовые световоды почти не ломаются при изгибах, дешевы и обеспечивают простоту соединения (рисунок 4.5). Распространение света достигается использованием материалов с различными коэффициентами преломления. Коэффициент преломления сердцевины 1 (рисунок 4.6, б, в) немного выше, чем оболочки 2. Свет полностью отражается на границе «оболочка – сердцевина» и распространяется вдоль волокна.



1, 3 – оптический приемопередатчик; 2 – оптический соединитель; 4 – световод;  
5, 6 – соответственно передающий и приемный каналы

Рисунок 4.5 – Система оптической связи





*а* – внешний вид; *б* – сечение; *в* – принцип распространения света

- 1* – сердцевина (пластмасса); *2* – оболочка; *3* – первое покрытие (усиливает механическую прочность); *4* – армирующий материал (предохраняет световод от растяжения);  
*5* – второе покрытие (защищает от внешних воздействий)

Рисунок 4.6 – Конструкция световода

На рисунке 4.7 представлена электрическая схема микропроцессорного блока управления световыми приборами автомобиля. Основными элементами системы являются:

- датчики управляющего сигнала D1...D6, которые представляют собой контактные устройства (выключатели, переключатели);
- микропроцессор (контроллер) U1, установленный в салоне автомобиля;
- интерфейс U2 передатчика;
- линия связи, представляющая собой либо двухпроводную систему (витая пара, CAN-шина, коаксиальный кабель), либо оптоволоконную (оптическую) линию;
- интерфейс приемника U4;
- микропроцессор (контроллер) U3, установленный в исполнительных устройствах;
- исполнительные устройства SD1...SD4 (световые приборы).

Данная система предназначена для управления световыми приборами автомобиля, в частности:

- SD1 – световой прибор ближнего света;
- SD2 – световой прибор дальнего света;
- SD3 – сигнализаторы поворота;
- SD4 – световые указатели габаритов.

Микроконтроллер U1 проводит циклический опрос состояния переключателей D1...D6. Состоянию «Включено» соответствует низкий логический уровень на входе микроконтроллера, состоянию «Выключено» – высокий. После опроса последнего переключателя формируется пакет данных, состоящий из стартового байта, байта данных, в котором содержится информация о положении переключателей, контрольной суммы и стопового байта. Далее этот пакет данных отправляется на микросхему интерфейса U2, после чего весь цикл повторяется.

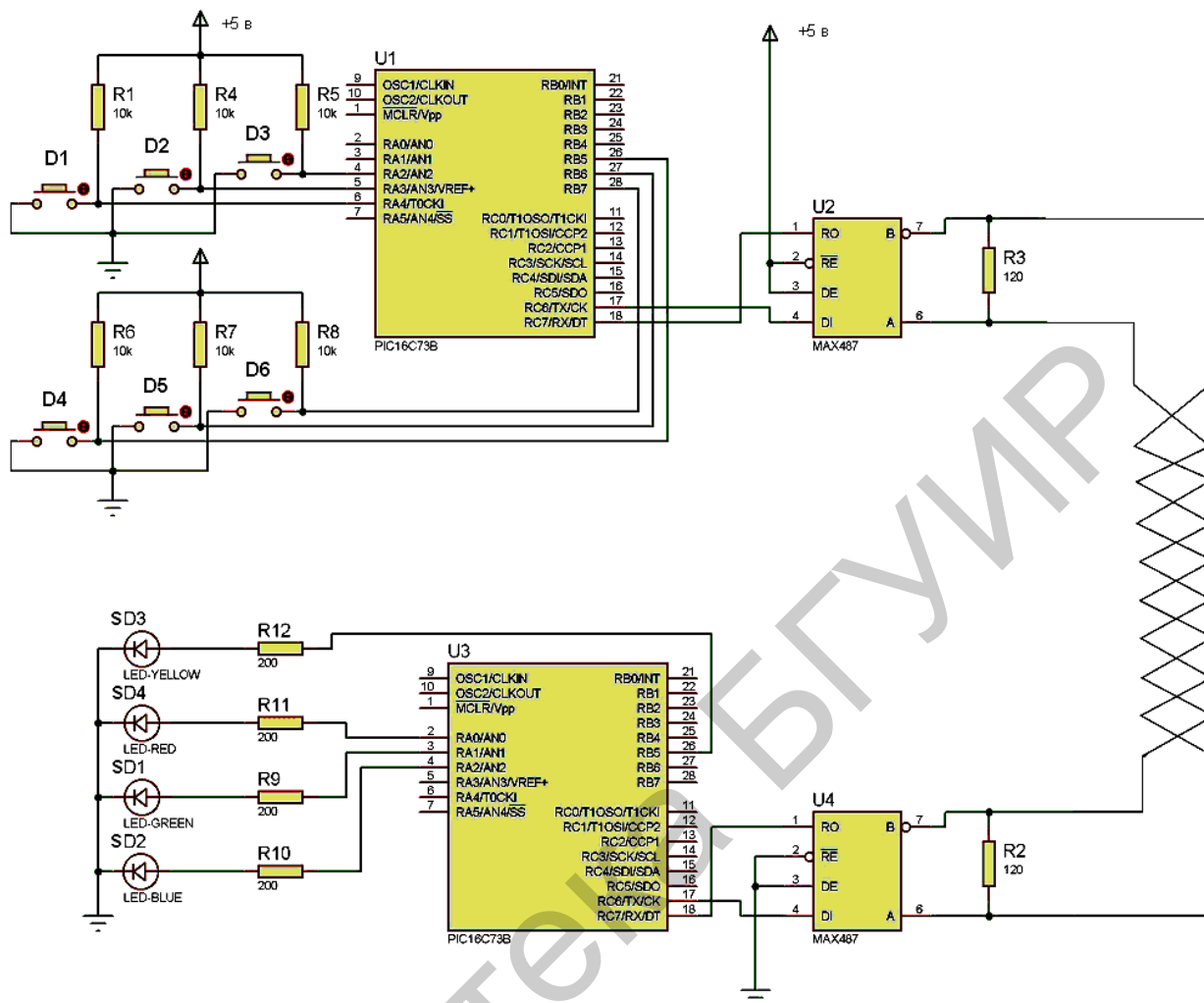


Рисунок 4.7 – Электрическая схема микропроцессорного блока управления световыми приборами автомобиля

Принцип работы микросхемы интерфейса заключается в формировании управляющего сигнала на входах R0 и D1, который разрешает передачу кода в линию связи. Одновременно микросхема интерфейса формирует разницу напряжений между проводниками при одной полярности, что означает логическая единица «1», при разной полярности означает логический ноль «0». Скорость передачи для двухпроводной линии зависит от ее длины и для расстояния до 10 м (что соответствует линиям связи в автомобиле) может достигать до 1000 кбит/с.

Микроконтроллер U3 в исполнительных устройствах получает через микросхему интерфейса U4 пакеты данных, расшифровывает код сигнала, выделяя данные о состоянии переключателей и исходя из этого принимает решение о включении определенной нагрузки (SD1...SD 4 на схеме).

При включении D4 формируется сигнал, управляющий сигнализатором поворота SD3.

При замыкании D6 формируется сигнал, управляющий габаритами SD4. Вторичное нажатие D6 включает «ближний свет» SD1. При необходимости включить «дальний свет» SD2 – замкнуть выключатель D3, а при повторном нажатии D3 система возвращается в положение «габариты – ближний свет».

Основные неисправности микропроцессорного блока управления мультиплексной системой связи могут быть следующие:

- отсутствие контакта в переключателях D4, D6, D3;
- неисправность микроконтроллеров U1, U2;
- отсутствие разрешающего его передачу (на интерфейсе U2) и приема (на интерфейсе U1) сигнала;
- повреждение (обрыв, короткое замыкание) в линии связи;
- неисправность элементов R1...R8, R10...R12.

Порядок выполнения лабораторной работы представлен в подразделе 1.3.

#### **4.2 Контрольные вопросы**

1. Объяснить принцип работы мультиплексной системы.
2. Определить неисправность и метод ремонта:
  - при включении D4 не включаются индикаторы поворота SD3;
  - при повторном нажатии (включении) D3 не включаются индикаторы «дальнего света» SD2;
  - при включении любых D3, D4 или D6 не работает ни один индикатор SD1...SD4;
  - при включении одного из D3, D4 или D6 включаются все индикаторы.

#### **4.3 Содержание отчета**

1. Структурная схема мультиплексной системы.
2. Описание неисправности.
3. Метод устранения (ремонта) неисправности.

## Лабораторная работа №5

### ДИАГНОСТИКА СТАРТЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

Цель работы: изучение конструкции и эксплуатационных параметров стартерных устройств, систем управления стартерными устройствами; приобретение навыков диагностики и устранения (ремонта) неисправностей.

Приборы и принадлежности:

1. Стенд SE-8 для испытания стартеров.
2. Схемы измерений параметров стартера.

#### 5.1 Стартерные устройства автомобиля

При пуске холодного бензинового двигателя из-за низкой температуры топлива, стенок впускного трубопровода и малой скорости перемещения в нем воздушного потока в смесеобразовании участвуют только легкоиспаряющиеся фракции бензина, поэтому пусковые качества бензина оценивают по температуре выкипания 10 % фракций. Пусковые свойства дизельного топлива оценивают по температуре выкипания 50 % фракций или по количеству фракций, выкипающих до температуры 300 °С.

Требуемые пусковые частоты для автомобильных бензиновых двигателей – 40...85 об/мин, а для дизелей – 50...200 об/мин. В системах управления электростартером (рисунок 5.1) предусмотрены электромагнитные тяговые реле, дополнительные реле и реле блокировки, обеспечивающие дистанционное включение стартера, его автоматическое отключение от аккумуляторной батареи после пуска двигателя и предотвращение включения стартера при работающем двигателе. Источником энергии в системах электростартерного пуска является стартерная аккумуляторная батарея – химический источник тока, поэтому в электростартерах используют электродвигатели постоянного тока.

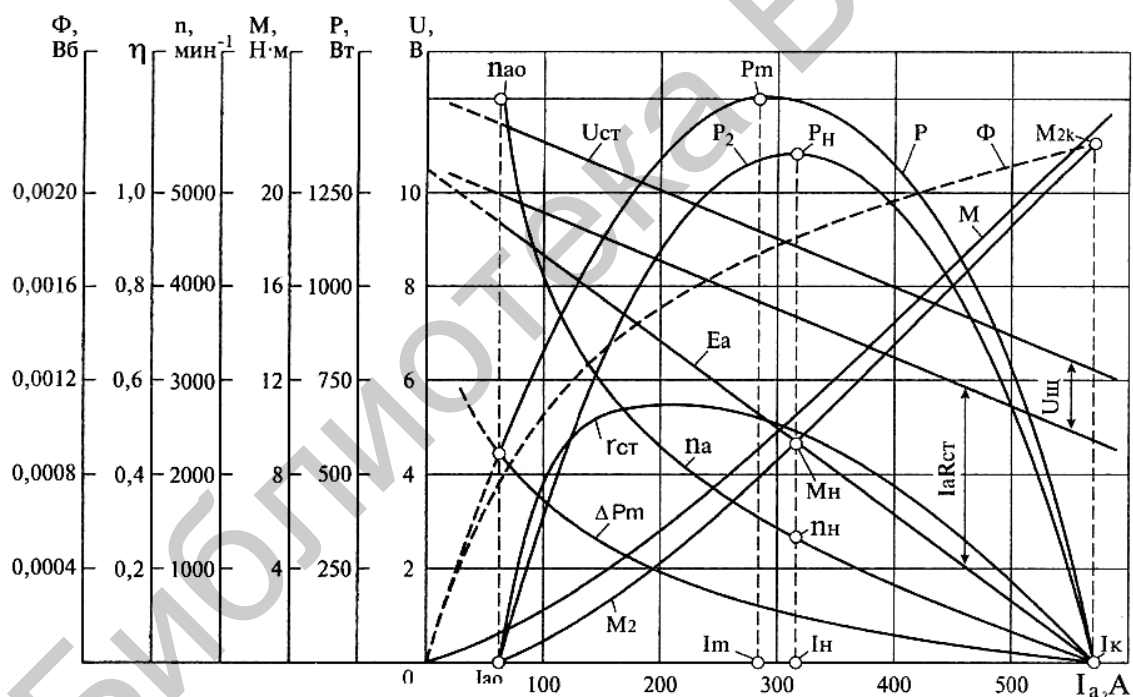
Рабочие характеристики стартерного электродвигателя приведены на рисунке 5.2. Они показывают связь между напряжением на электродвигателе стартера и его электрофизическими параметрами.

Емкость батареи измеряется в ампер-часах (А·ч) и зависит от температуры и разрядного тока (рисунок 5.3). Она уменьшается при увеличении разрядного тока и снижении температуры окружающей среды (особенно при минусовых ее значениях).

Номинальная емкость – это указываемая изготовителем в ампер-часах емкость, которая определяется в режиме 20-часового разряда полностью заряженной батареи. Величина тока разряда рассчитывается по формуле «емкость аккумулятора/20 ч». Напряжение на выводах батареи при этом должно оставаться на уровне не ниже 10,5 В. Например, разрядный ток батареи емкостью 60 А·ч должен быть равен:  $60 \text{ А} \cdot \text{ч} / 20 \text{ ч} = 3 \text{ А}$ .

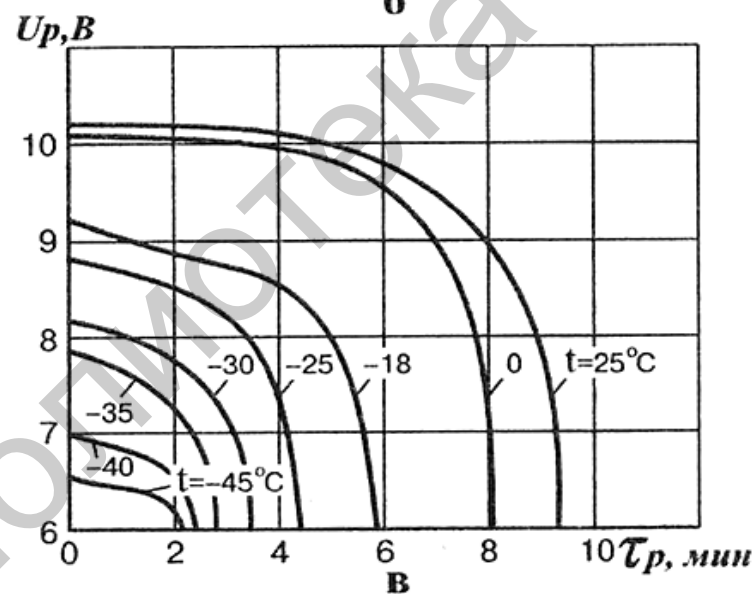
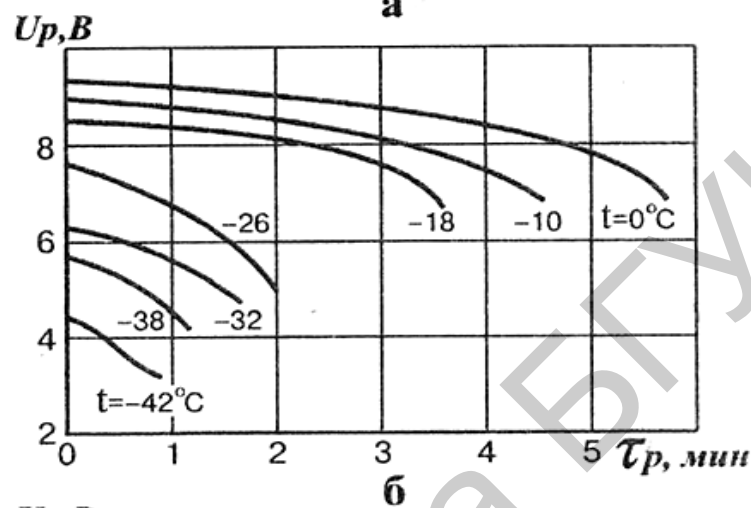
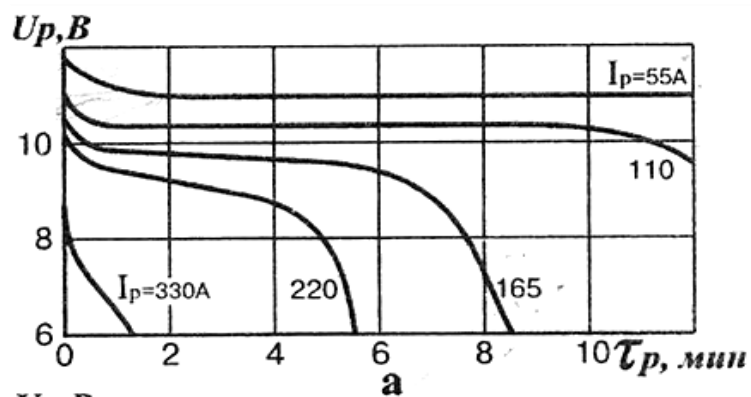


Рисунок 5.1 – Структурная схема системы пуска



$\Phi$  – магнитный поток в воздушном зазоре;  
 $\eta$  – КПД стартерного электродвигателя;  
 $n$  – число оборотов вала электродвигателя;  
 $M$  – крутящий момент;  
 $P$  – электромагнитная мощность;  
 $U$  – напряжение питания стартера  
 $U_{ст}$  – напряжение на стартере  
 $I_a$  – ток потребления стартером

Рисунок 5.2 – Рабочие характеристики стартерного электродвигателя



а – 6СТ-55 при температуре 20 °С;  
 б – 6СТ-90 при токе разряда 270 А;  
 в – 6СТ-190 TP при токе разряда 500 А:

$U_p$  – напряжение на выводах аккумуляторной батареи;  $\tau_p$  – ток разряда

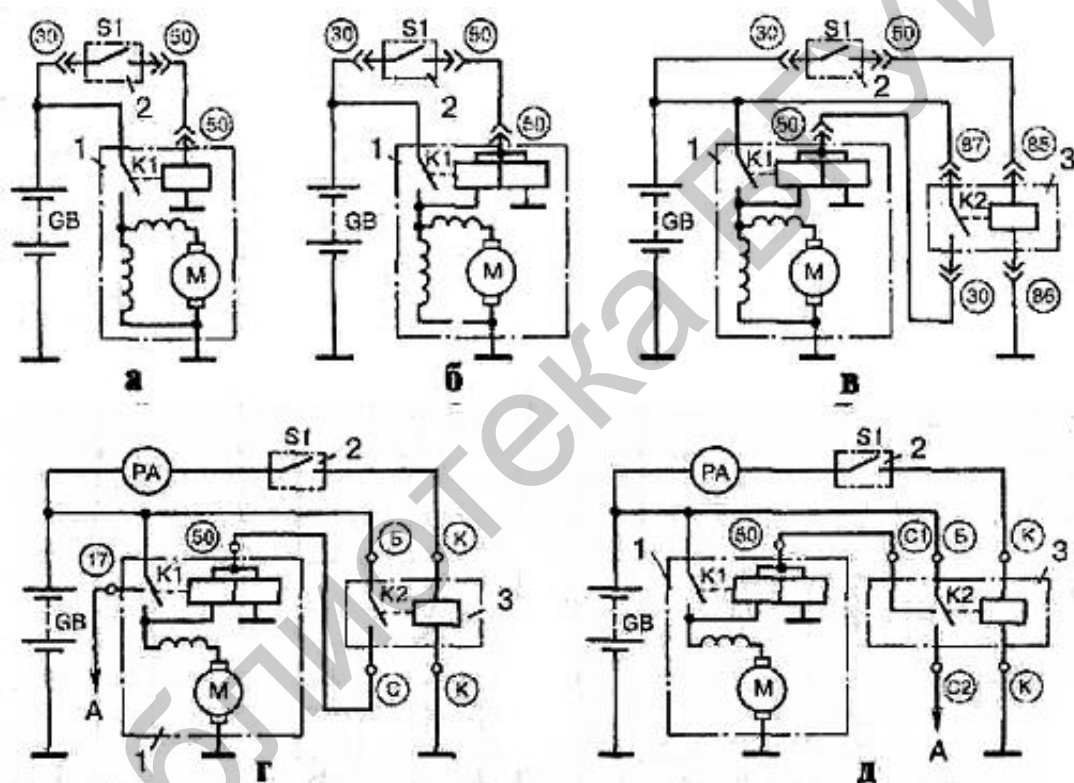
Рисунок 5.3 – Разрядные характеристики аккумуляторной батареи

Таким образом, батарея номинальной емкостью 60 А·ч должна отдавать ток силой 3 А в течение 20 ч, причем напряжение на ее выводах должно быть выше 10,5 В.

Ток холодной прокрутки – это указанный производителем ток, который способна отдавать новая полностью заряженная батарея при температуре минус 18 °С в течение установленного нормативом времени. Номинальное напряжение автомобильной батареи равно произведению номинального напряжения аккумулятора на число последовательно включенных аккумуляторов в батарее. В соответствии со стандартом номинальное напряжение свинцового аккумулятора равно 2 В, поэтому у аккумуляторной батареи оно должно составлять 12 В.

## 5.2 Управление стартерными устройствами

В зависимости от конструкции стартера, его электрофизических характеристик применяются различные схемы включения. Схемы включения стартерных устройств приведены на рисунке 5.4.



*а* – СТ221 с однообмоточным реле; *б* – СТ221 с двухобмоточным реле 29.3708 на первых моделях ВАЗ-2108; *в* – 29.3708 на автомобилях ВАЗ 2108, 2109; *г* – СТ130-А3; *д* – СТ230-Б1:

1 – электростартер; 2 – выключатель зажигания и стартера;  
3 – дополнительное реле (точка А – к выводу добавочного резистора)

Рисунок 5.4 – Схемы управления электростартерами

## 5.3 Назначение и конструкция стенда SE-8 для испытания стартеров

Стенд предназначен для испытаний стартеров малой и большой мощности, демонтированных с легковых и грузовых автомобилей, в частности:

- проверка электромагнитного реле (тягового реле);
- проверка холостого хода стартера;

– измерение момента вращения стартера во всем диапазоне оборотов и при полном торможении.

Диапазон измеряемых параметров:

- максимальная мощность испытываемого стартера 11 кВт;
- максимальный вращающий момент 150 Н·м;
- время измерения вращающего момента 3,0 с;
- время запоминания данных 15 с.

Внешний вид панелей измерительных приборов и подключений представлен на рисунке 5.5. В верхней части стенда находится измерительная панель, на которой размещены, главным образом, измерительные приборы. По обеим сторонам стенда предусмотрены кнопки включения и выключения электропитания стенда.

Амперметры взаимодействуют с соответствующими шунтами. Амперметр с пределом измерения 19,9 А взаимодействует с шунтом 10 А/60 мВ, амперметры 199,9 А и 199,9 А взаимодействует соответственно с шунтами 1000 А/60 мВ и 100 А/60 мВ, выбор предела измерения производится клавишным переключателем поз. 9. Наличие двух амперметров позволяет одновременно произвести измерение двух величин тока, например, тока нагрузки генератора и тока возбуждения. Вольтметр снабжен клавишным переключателем входа (поз. 13). Положение переключателя V200А – вольтметр измеряет напряжение между контактом (поз. 24 и 26) и массой стенда, положение переключателя V2000А – вольтметр измеряет напряжение между контактом (поз. 28) и массой стенда. Среднее положение переключателя – отключаются входы вольтметра от пробирного стенда и включается подсоединение с контактами, предназначенными для измерения постоянного напряжения, величиной не выше 40 В – тогда под контакты (поз. 12) необходимо подсоединить провода измерительных приборов. Изменение полярности напряжения или тока не влияет на показания, на индикаторе высветится знак «minus».

Цифровой измеритель тормозного момента стартера взаимодействует с тензометрическим датчиком давления. Диапазон измерения момента составляет 150 Н·м.

Все измерительные приборы обладают функцией, позволяющей запомнить результаты произведенных измерений с автоматическим сбросом через 15 с. Данная функция действует только после нажатия кнопки пуска стартера (поз. 41), т. е. при необходимости считывания пяти параметров одновременно, а именно:

- напряжения питания стартера;
- тока, проходящего через стартер;
- тока, проходящего через электромагнитный выключатель – бендикс;
- скорости вращения;
- вращающего момента.

Счетчик оборотов служит для измерения скорости вращения генераторов, автогенераторов и стартеров. Показания счетчика необходимо умножить на 10.



Счетчик взаимодействует с двумя оптоэлектронными датчиками. Один оптоэлектронный датчик размещен на оси шестерни системы измерения параметров стартеров, второй – на оси датчика оборотов автогенераторов и генераторов.

Работа двух датчиков одновременно запрещена в связи с тем, что показания счетчика оборотов в данной ситуации ошибочны.

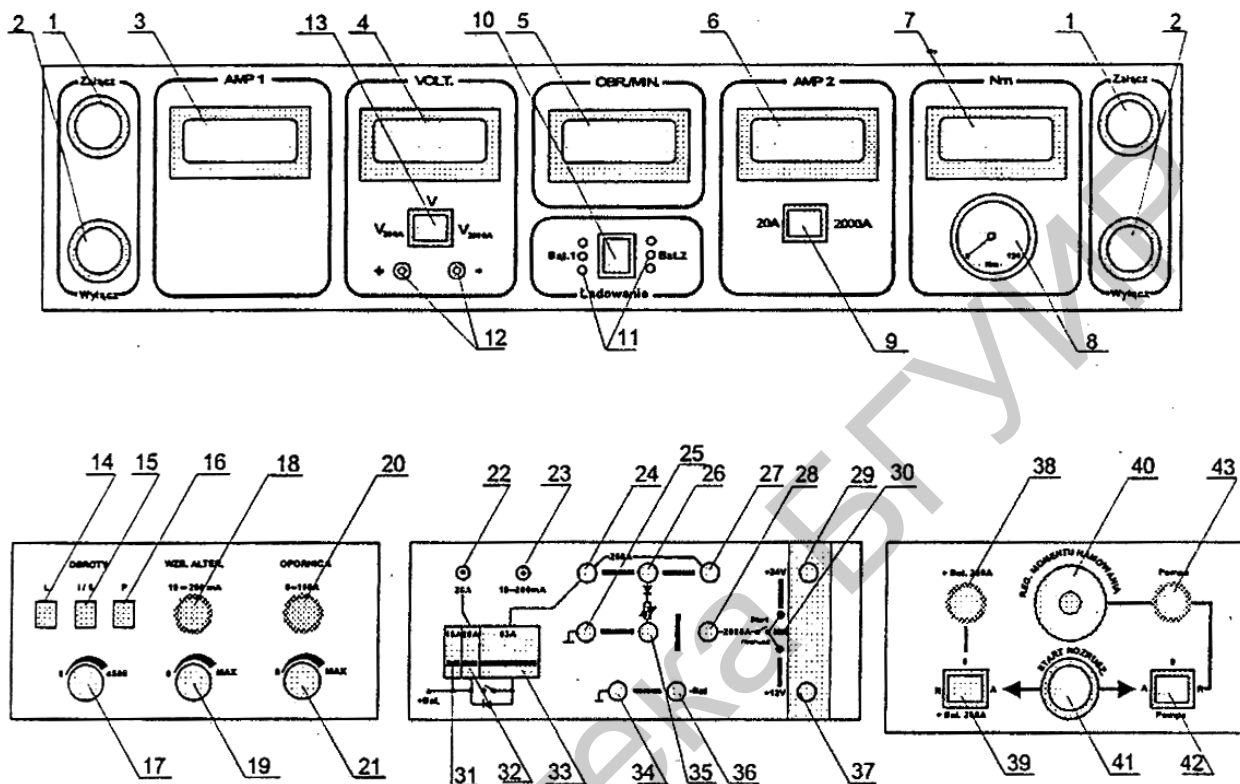


Рисунок 5.5 – Внешний вид панелей измерительных приборов и подключений

Обозначения элементов панелей стенда (рисунок 5.5):

1. Пуск стенда.
2. Выключение стенда.
3. Амперметр 199,9 А.
4. Вольтметр 40,0 В.
5. Тахометр 1999×10 об/мин.
6. Амперметр 1999 А/19,9 А.
7. Измеритель вращающего момента стартера.
8. Измеритель давления в системе торможения.
9. Переключатель диапазонов амперметра.
10. Включатель/Выключатель подзарядки аккумуляторов.
11. Показание зарядки аккумуляторов.
12. Контакты измерения напряжения.
13. Переключатель вольтметра.
14. Включатель левых оборотов двигателя.
15. Пуск/Остановка двигателя.

16. Включатель правых оборотов двигателя.
17. Регулятор скорости оборотов двигателя.
18. Индикатор возбуждения генератора.
19. Регулятор возбуждения 9-диодного генератора.
20. Индикатор включения электронного резисторного блока.
21. Регулятор электронного резисторного блока.
22. Контакт возбуждения генератора с электромеханическим регулятором.
23. Контакт возбуждения 9-диодного генератора.
24. Контакт «+» аккумулятора 200 А.
25. Контакт массы электронного резисторного блока.
26. Контакт «+» электронного резисторного блока.
27. Контакт шунта 200 А.
28. Контакт шунта 2000 А.
29. Контакт «+» аккумулятора 24 В.
30. Ползунок выбора напряжения аккумулятора.
31. Предохранитель 10 А.
32. Предохранитель 20 А.
33. Предохранитель 3×63 А.
34. Контакт «массы стенда».
35. Контакт «-» электронного резисторного блока.
36. Контакт «-» аккумулятора.
37. Контакт «+» аккумулятора 12 В.
38. Индикатор включения напряжения на контакт «+» аккумулятора 200 А.
39. Переключатель ручного или автоматического включения на контакт «+» аккумулятор 200 А.
40. Регулятор давления системы торможения.
41. Пуск стартера.
42. Переключатель ручного или автоматического включения насоса гидравлической системы.
43. Индикатор работы насоса.

Приступая к проведению измерений и контрольных испытаний электрооборудования, необходимо придерживаться следующих общих требований:

– все электрические приборы, предназначенные для испытаний, должны быть прочно закреплены на пробирном стенде вне зависимости от вида испытаний;

– при проведении испытаний вращающихся электроагрегатов необходимо соблюдать особую осторожность и обязательно использовать защитные кожуха на шестерне привода стартера и привода генератора;

– прежде чем приступить к подключению электроагрегатов, используемых при отдельных испытаниях, необходимо клавишные выключатели (поз. 39, 42) установить в положение «О», воротки потенциометров (поз. 17, 19, 21) повернуть влево до упора, а ползунком (поз. 30) выбрать соответствующее напряжение с аккумулятора 12 В или 24 В.

**ВНИМАНИЕ!** Контакты между «—» аккумулятора и массой стенда соединять только после выполнения всех монтажных операций и соединений электрооборудования. При выполнении электрических соединений необходимо обеспечить надежный контакт между контактами, гнездами и оконечниками соединительных проводов.

Данные отдельных испытаний электроагрегатов необходимо сравнить с техническими данными и требованиями, разработанными производителем этих агрегатов. После окончания испытания необходимо:

- выключить стенд кнопкой (поз. 2);
- демонтировать испытываемый агрегат;
- отключить от стенда все провода, используемые в ходе испытаний;
- отключить все зажимы;
- установить ползунок в среднем положении и в таком положении завернуть до упора воротки контактов (поз. 29, 37) – это отключает +12 и +24 В от аккумулятора.

**ВНИМАНИЕ!** В связи с требованиями производителя тензометрических датчиков давления (силы) необходимо после включения стенда выждать около 30 мин с целью определения условий работы измерительного мостика. За указанное время показания измерителя момента должны прийти к нулю.

#### **5.4 Проверка холостого хода стартера**

Цель проверки холостого хода стартера – определение исправности механической и электрической части стартера. Проверку произвести в следующем порядке:

- закрепить стартер в зажимном приспособлении, используя одну из двух систем крепления, и проверить правильность зацепления шестерен стартера с соответствующей шестерней стенда.

**ВНИМАНИЕ!** Необходимым условием проведения испытаний стартеров является соблюдение соответствия модулей зубьев зубьям сменных шестерней стенда. Система измерения оборотов и момента стартеров спроектирована для соотношения зубьев шестерни стенда с шестерней стартера, равного 5:1. Испытания стартеров, у которых количество зубьев не отвечает данному условию, разрешается, но в этом случае снятие показаний тахометра и измерителя момента требует дополнительных перерасчетов с использованием таблицы, входящей в данное руководство по эксплуатации;

- произвести подключения в соответствии со схемой, показанной на рисунке 5.6 (позиции указаны в соответствии с рисунком 5.5);
- установить переключатель вольтметра (поз. 13) и амперметра (поз. 9) в положение 2000 А;
- клавишный выключатель (поз. 39) установить в положение управления автоматического «А»;
- переключатель управления насосом (поз. 42) установить в положение «О»;

- выбрать ползунком 30 напряжение аккумулятора 12 В или 24 В;
- нажать и придержать кнопку (поз. 41) пуска стартера.

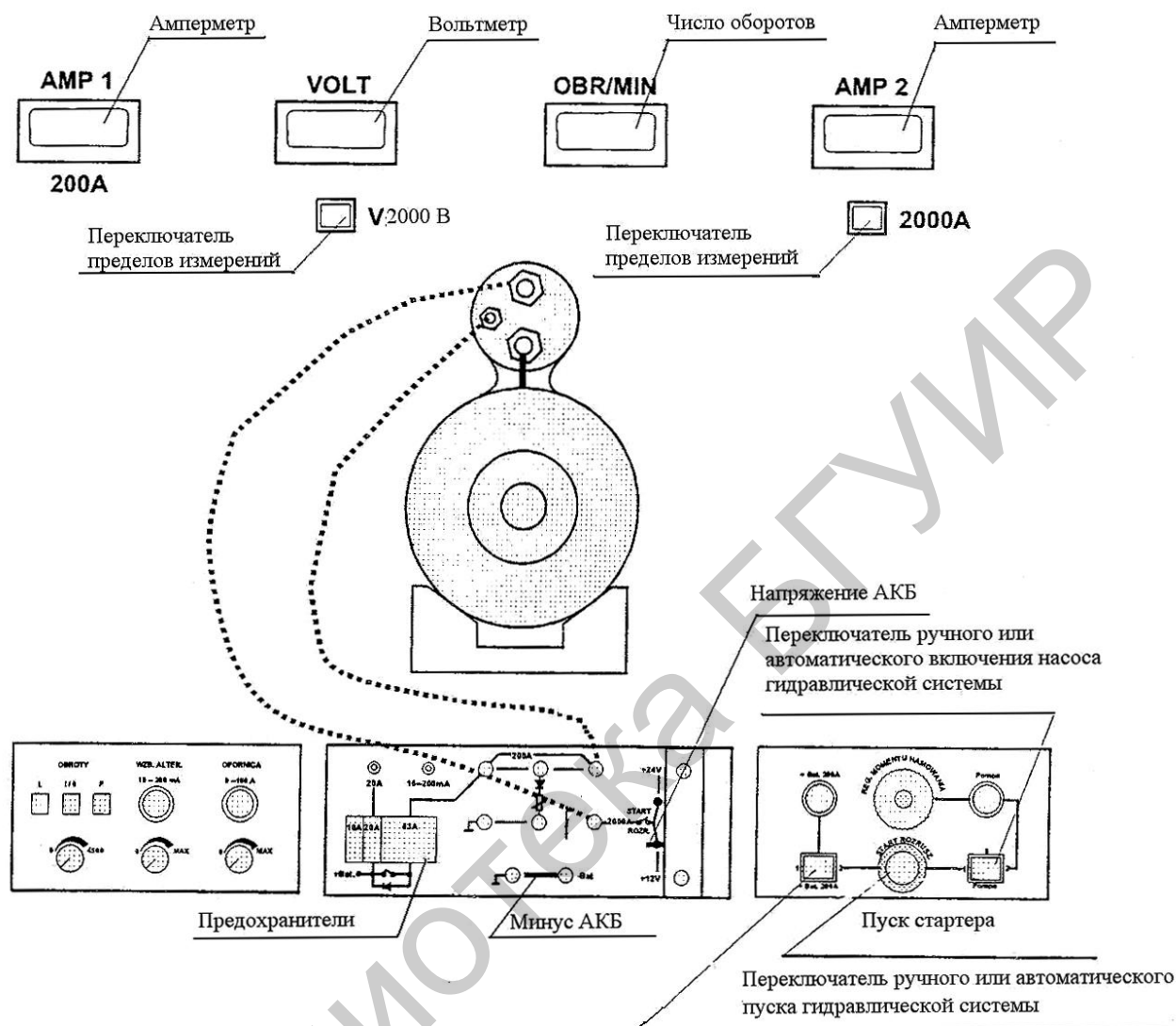


Рисунок 5.6 – Схема подключения стартера

Примерно 3 с стартер будет работать на холостом ходу, а результаты измерения скорости вращения, напряжения и токов двигателя и реле сохраняются на приборах около 15 с.

После автоматического выключения стартера отпустить кнопку 41 пуска.

Эту операцию повторить многократно с целью проверки правильности работы двигателя и реле стартера.

Если результаты измерений не соответствуют требованиям технических условий для испытываемого стартера, то это означает, что механические потери при вращении ротора велики, или обмотки ротора или статора показывают короткое замыкание. На холостом ходу не должно быть искрения на коллекторе.

## 5.5 Проверка электромагнитного реле (тягового реле)

Проверка электромагнитного реле (тягового реле) проводится в следующем порядке:

- закрепить стартер в зажимном приспособлении и отключить питающий провод между реле и статором стартера;
- произвести подключения в соответствии со схемой, показанной на рисунке 5.7 (позиции указаны в соответствии с рисунком 5.5);
- вороток регулятора (поз. 21) электронного резисторного блока установить в положении «О», т. е. повернуть влево до упора;
- выбрать ползунком (поз. 30) напряжение аккумулятора 12 В или 24 В;

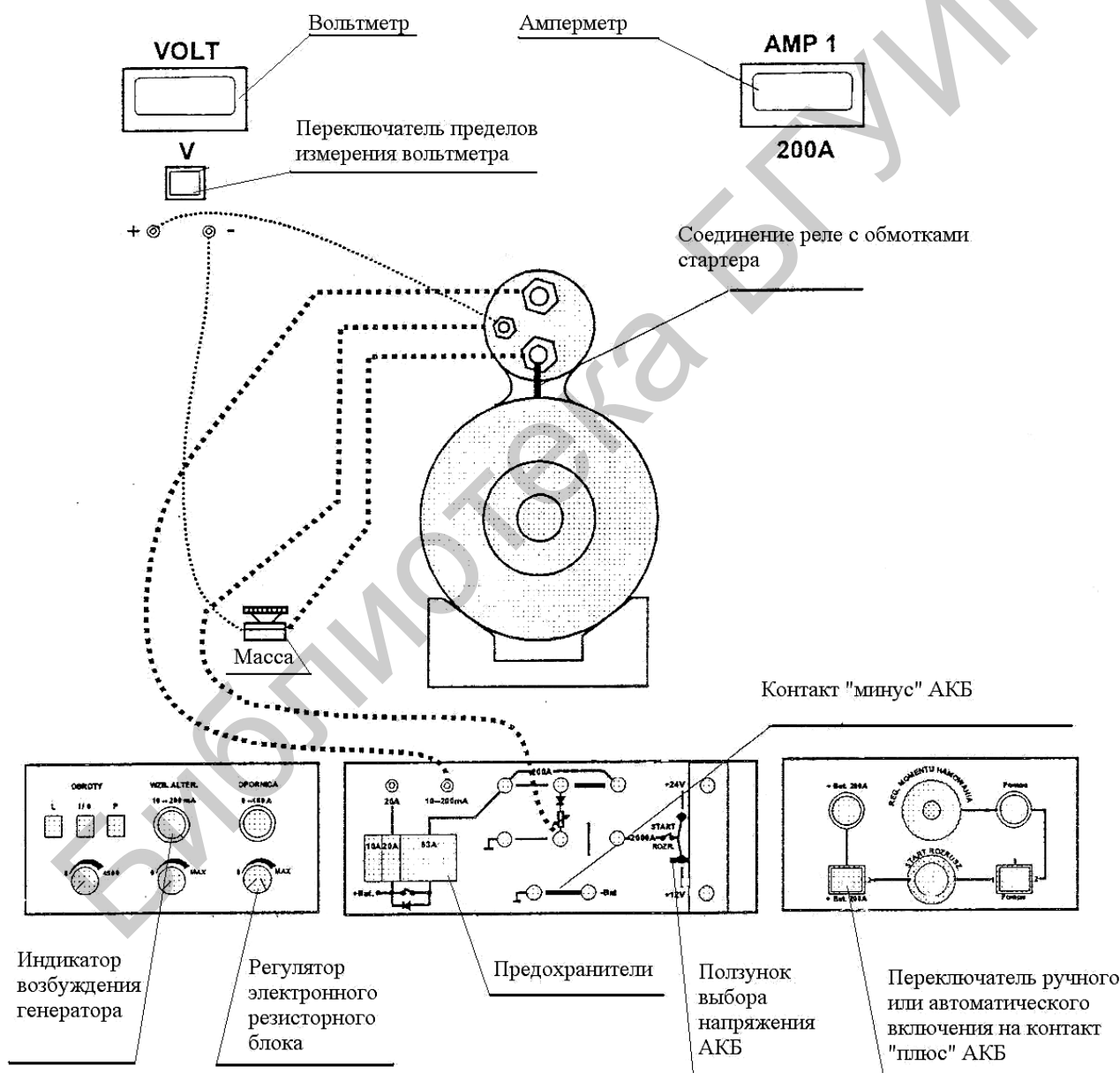


Рисунок 5.7 – Схема проверки тягового реле

– клавишный выключатель (поз. 39) установить в положение управления «R»;

– отсутствие светового сигнала подачи тока – контакты реле разъединены, тогда, поворачивая регулятор (поз. 21) электронного резисторного блока вправо, увеличивать ток, проходящий через катушку реле, до момента соединения его контактов – появится световой сигнал прохождения тока;

– снять показания амперметра и вольтметра;

– продолжая поворачивать регулятор (поз. 21) влево, уменьшать ток, проходящий через катушку реле, до момента размыкания контактов реле;

– снять показания амперметра и вольтметра.

В ходе испытания особое внимание обратить на величину напряжения включения и выключения реле.

### **5.6 Измерение момента вращения стартера под нагрузкой и при полном торможении**

Цель проверки – определение зависимости числа оборотов стартера от нагрузки на его валу. Произвести подключения в соответствии со схемой, показанной на рисунке 5.8 (позиции указаны в соответствии с рисунком 5.5):

– установить переключатель вольтметра (поз. 13) и амперметра (поз. 9) в положение 2000 А;

– выбрать напряжение аккумулятора (поз. 30) 12 В или 24 В;

– переключатель (поз. 39) управления насосом установить в положение управления ручного «R»;

– воротком (поз. 40) регулировочного клапана давления установить соответствующую величину давления;

– клавишный выключатель (поз. 39) установить в положение управления автоматического «А»;

– клавишный переключатель (поз. 42) управления насосом установить в положение управления автоматического «А»;

– нажать и придержать (примерно на 3 с) кнопку (поз. 41) пуска стартера.

Результаты измерения скорости вращения, напряжения и токов двигателя и реле сохраняются на приборах около 15 с.

Эту операцию повторить многократно при различном (по указанию преподавателя) давлении в гидравлической системе с целью проверки правильности работы двигателя и реле стартера.

Если результаты измерений не соответствуют требованиям технических условий для испытываемого стартера, то это означает, что механические потери при вращении ротора велики, или обмотки ротора или статора показывают короткое замыкание. На холостом ходу не должно быть искрения на коллекторе.

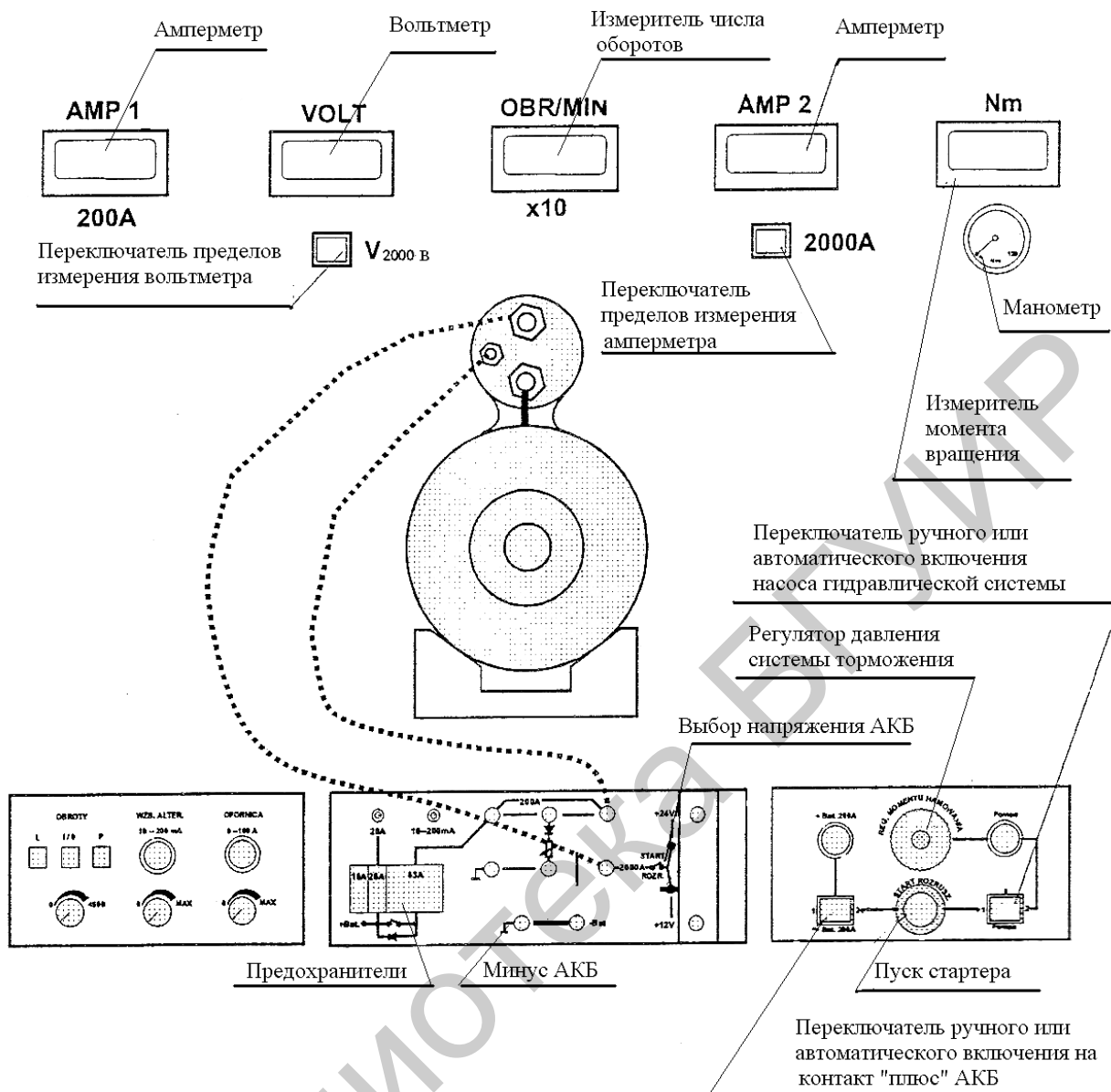


Рисунок 5.8 – Схема измерения момента вращения стартера под нагрузкой и при полном торможении

### 5.7 Контрольные вопросы

1. Объяснить назначение элементов и работу системы пуска стартера.
2. Назвать основные параметры стартера и их определения.
3. В каких моментах пуска двигателя реализуется режим холостого хода?
4. Объяснить назначение тягового реле.
5. Объяснить зависимость момента вращения от режимов работы стартера.
6. Как происходит отключение стартера после пуска двигателя?

### 5.8 Содержание отчета

1. Схема диагностики выбранного параметра стартера.
2. Результаты измерения.
3. Анализ неисправности.

## Лабораторная работа №6

### ДИАГНОСТИКА ГЕНЕРАТОРА АВТОМОБИЛЯ

Цель работы: изучение конструкции и эксплуатационных параметров генератора, систем управления генератором; приобретение навыков диагностики и устранения неисправностей.

Приборы и принадлежности:

1. Стенд SE-8 для испытания генератора
2. Схемы измерений параметров генератора.

Система энергоснабжения автомобиля состоит из аккумуляторной батареи (АКБ) и генераторной установки.

Генераторная установка обеспечивает питанием электропотребителей, включенных в бортовую сеть автомобиля и заряжает его аккумуляторную батарею при работающем двигателе. Генераторная установка состоит из электрогенератора и регулятора напряжения. Они вместе с элементами контроля работоспособности и защиты от возможных аварийных режимов образуют систему электроснабжения автомобиля. Даже на холостом ходу двигателя генератор должен развивать мощность, достаточную для электропитания наиболее важных потребителей. В мировой практике генераторные установки на холостом ходу двигателя развивают 40...50 % от номинальной мощности.

Напряжение в бортовой сети автомобиля должно быть стабильно в широком диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузок. Превышение напряжения сверх допустимых пределов или понижение напряжения служит причиной выхода из строя аккумуляторной батареи. Увеличение напряжения на 10 % сверх номинального снижает срок службы ламп примерно на 50 %.

Генераторные установки рассчитаны на номинальное напряжение 14 и 28 В. Напряжение 28 В характерно для автомобилей с дизельным двигателем. Однако на дизельных автомобилях возможна и двухуровневая система: 14 В – непосредственно на генераторе для электроснабжения основных потребителей, 28 В – на выходе трансформаторно-выпрямительного блока для подзарядки аккумуляторной батареи постоянным током. Однако известно, что механическую энергию можно преобразовать в электрическую только посредством переменного тока. Поэтому ранее автомобили снабжались выпрямителем-коллектором со щетками в генераторах постоянного тока, а теперь – полупроводниковым выпрямителем.

#### 6.1 Принцип работы электрогенератора

Преобразование механической энергии, которую автомобильный генератор получает от двигателя внутреннего сгорания через ременную передачу, в электрическую происходит, как и в любом генераторе, в соответствии с явле-



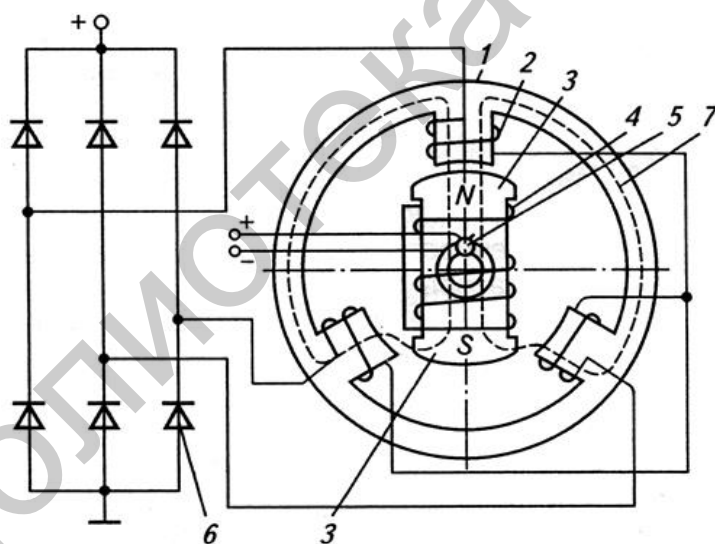
нием электромагнитной индукции. Магнитный поток создается в обмотке возбуждения вращающегося ротора при протекании в ней регулируемого электрического тока. Совокупность катушек образует в генераторе обмотку статора.

Частота напряжения генератора  $f$  зависит от частоты вращения ротора  $n$  и числа пар полюсов генератора  $p$ :

$$f = \frac{p \cdot n}{60}, \text{ Гц.}$$

По частоте переменного тока генератора можно измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, что и используется в реальных схемах подключения тахометра.

Обмотка статора как отечественных, так и зарубежных генераторов, трехфазная. Она состоит из трех обмоток фаз, которые иногда называют просто фазами, токи и напряжения в которых смещены на 120 электрических градусов, как показано на рисунке 6.1. Фазы могут соединяться в «звезду» или «треугольник». При этом различают фазные и линейные напряжения и токи. Фазные напряжения действуют между выводами обмоток фаз, а токи протекают в этих обмотках, линейные напряжения действуют между проводами, соединяющими обмотку статора с выпрямителем.



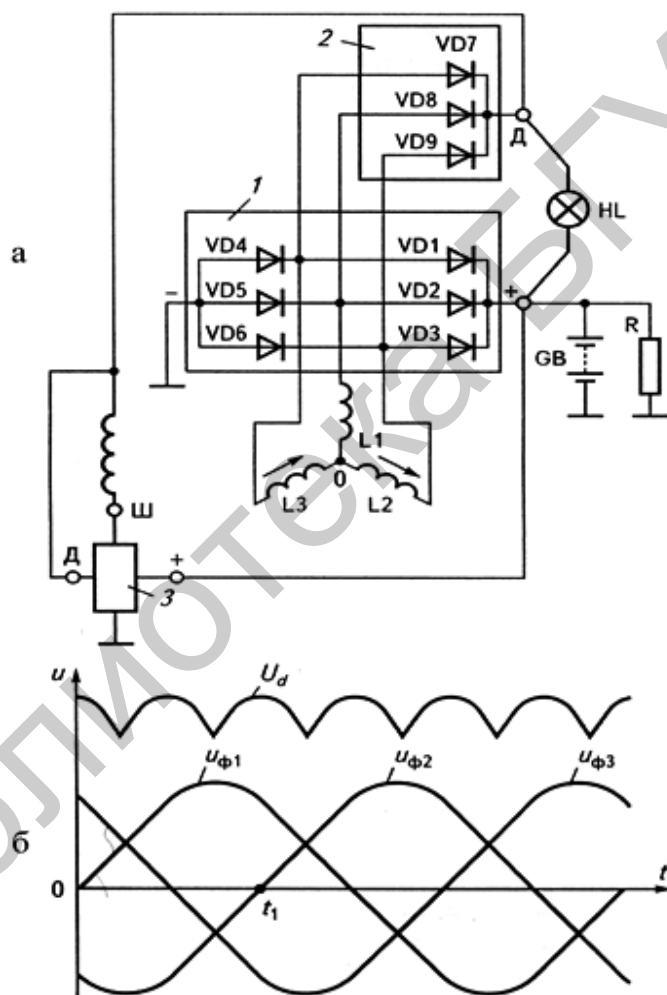
1 – магнитопровод статора; 2 – обмотка статора; 3 – полюсы ротора; 4 – обмотка возбуждения; 5 – кольца и щетки; 6 – выпрямитель; 7 – направление магнитного потока

Рисунок 6.1 – Схема вентильного генератора

При соединении в «треугольник» фазные токи в 1,73 раза меньше линейных, в то время как у «звезды» линейные и фазные токи равны. Это значит, что при том же отдаваемом генератором токе ток в обмотках фаз при соединении в «треугольник» значительно меньше, чем у «звезды». Поэтому в генераторах большой мощности довольно часто применяют соединение в «треугольник»,

т. к. при меньших токах обмотки можно наматывать более тонким проводом. Однако линейное напряжение у «звезды» в 1,73 раза больше фазного, в то время как у «треугольника» они равны, и для получения такого же выходного напряжения при тех же частотах вращения ротора «треугольник» требует соответствующего увеличения числа витков его фаз по сравнению со «звездой».

Выпрямитель 1 генератора (рисунок 6.2, а) содержит шесть диодов, три из которых – VD1, VD3, VD6 – с выводом «+» генератора, а три – VD2, VD4, VD6 – с выводом «-». К выпрямителю подведены выводы фазных обмоток статора генератора (на рисунке показано соединение в «звезду»). Наведенные в обмотках фаз переменные напряжения сдвинуты на  $120^\circ$ , что характерно для трехфазной системы.



1 – трехфазный мостовой выпрямитель; 2 – дополнительный выпрямитель;  
3 – регулятор напряжения

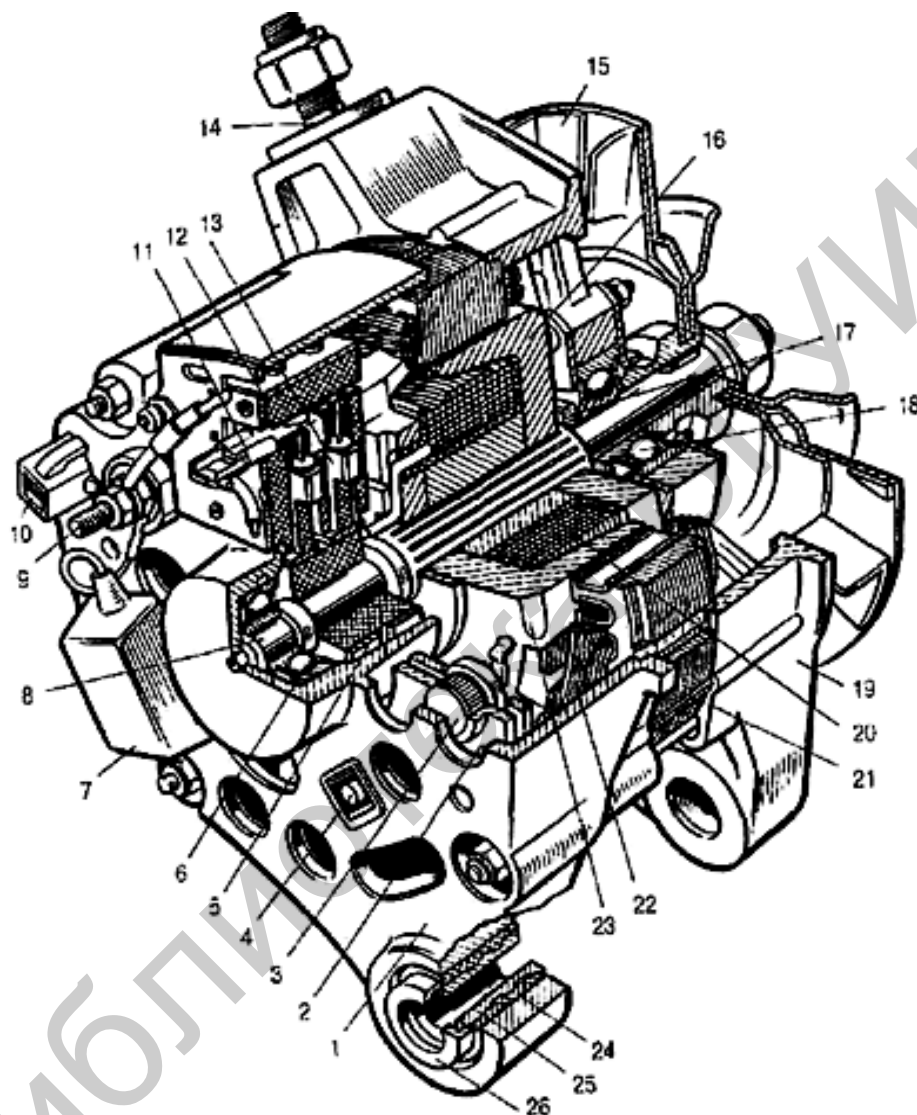
Рисунок 6.2 – Схема генераторной установки (а) и диаграммы напряжений (б)

Выпрямители некоторых генераторов имеют дополнительный выпрямитель 2. Такая схема позволяет увеличить мощность генератора на 15...20 % за счет действия третьих гармонических составляющих фазного напряжения.

## 6.2 Конструкции генераторов

Существенным недостатком щеточных генераторов является наличие контактного узла, состоящего из электрических щеток и колец, через который к вращающейся обмотке возбуждения ротора подводится ток. Узел этот подвержен изнашиванию.

Конструкция вентильного щеточного генератора представлена на рисунке 6.3.

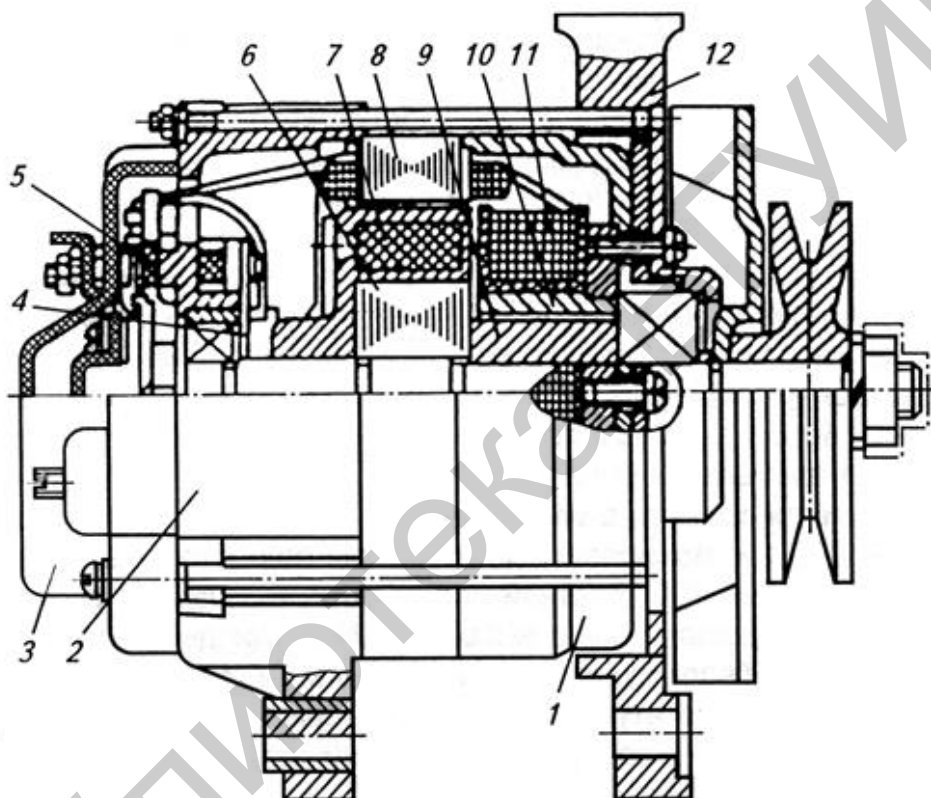


1 – крышка со стороны контактных колец; 2 – выпрямительный блок; 3 – вентиль (диод) выпрямительного блока; 4 – винт крепления выпрямительного блока; 5 – контактное кольцо; 6 – задний шарикоподшипник; 7 – конденсатор; 8 – вал ротора; 9 – вывод «30» генератора; 10 – вывод «61» генератора; 11 – вывод регулятора напряжения; 12 – регулятор напряжения; 13 – щетка; 14 – шпилька крепления генератора к натяжной планке; 15 – шкив с вентилятором; 16 – полюсной наконечник ротора; 17 – дистанционная втулка; 18 – передний шарикоподшипник; 19 – крышка со стороны привода; 20 – обмотка ротора; 21 – статор; 22 – обмотка статора; 23 – полюсный наконечник ротора; 24 – буферная втулка; 25 – втулка; 26 – подвижная втулка

Рисунок 6.3 – Вентильный щеточный генератор с клювообразной магнитной системой

Бесщеточные генераторы существенно отличаются от генераторов с ключевой магнитной системой.

В бесщеточном вентильном генераторе, показанном на рисунке 6.4, неподвижная обмотка возбуждения (индукторный генератор) представляет собой многолучевую стальную звездочку. На вал ротора генератора надета втулка 9, в которую через дополнительный воздушный зазор проходит магнитный поток из втулки индуктора. Между зубцами пакета ротора встроены постоянные магниты. Эти магниты кроме повышения мощности генератора обеспечивают его надежное самовозбуждение, т. е. возможность работы генератора при отключенной аккумуляторной батарее.



1 – передняя крышка; 2 – задняя крышка; 3 – кожух; 4 – выпрямительный блок; 5 – блок регулятора напряжения; 6 – пакет ротора; 7 – фланец с постоянными магнитами; 8 – статор; 9 – втулка ротора; 10 – индуктор; 11 – обмотка возбуждения; 12 – подшипниковый щит

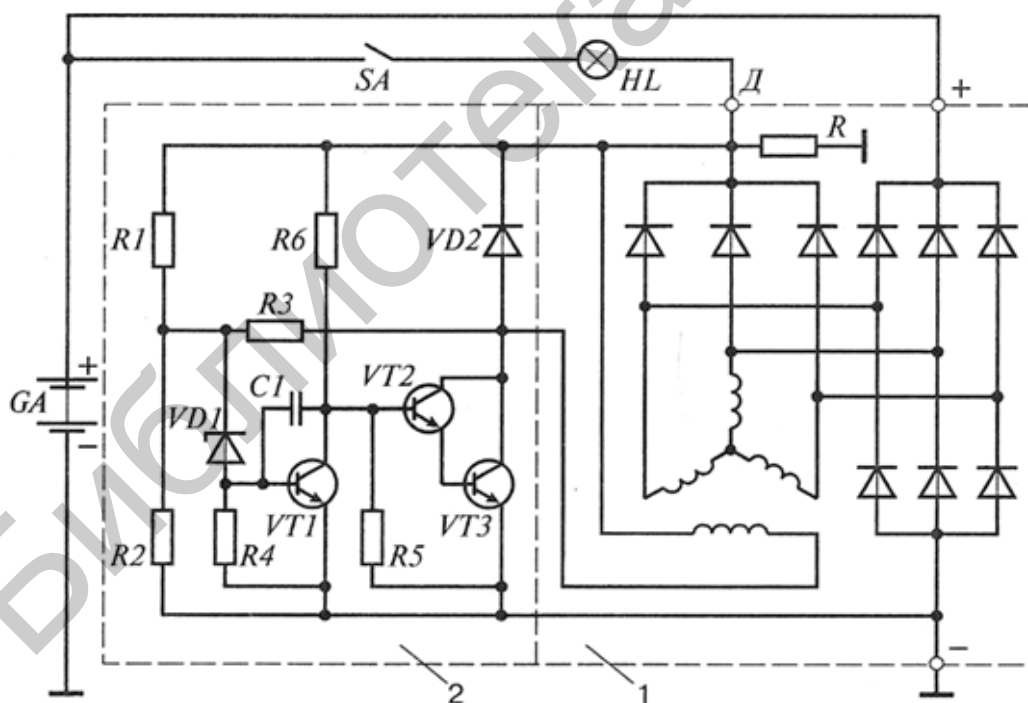
Рисунок 6.4 – Бесщеточный генератор

Магнитный поток, проходящий из ротора в статор через зубцы звездочки ротора, велик, а в промежутках между зубцами (по воздуху) мал. При вращении ротора напротив катушек обмоток фаз статора последовательно оказываются то зубцы, то впадины ротора. Пронизывающий их магнитный поток изменяется по величине, и в катушках появляется переменное напряжение.

### 6.3 Регулятор напряжения генератора

Рассмотрим принцип работы регулятора напряжения на примере простейшей схемы, близкой к отечественному регулятору напряжения Я112А1 и регулятору ЕЕ14V3 фирмы BOSCH (рисунок 6.5). Регулятор 2 на схеме работает в комплекте с генератором 1, имеющим дополнительный выпрямитель обмотки возбуждения. В качестве измерительного элемента используется стабилитрон. Транзисторы управляют током в обмотке возбуждения. Напряжение к стабилитрону VD1 подводится от выхода генератора Д через делитель напряжения на резисторах R1, R2. Пока напряжение генератора невелико и на стабилитроне оно ниже напряжения стабилизации, стабилитрон закрыт, ток через него, а следовательно, и в базовой цепи транзистора VT1 не протекает, транзистор VT1 закрыт. В этом случае ток через резистор R6 от вывода Д поступает в базовую цепь транзистора VT2, он открывается вместе с транзистором VT3. При этом через обмотку возбуждения генератора протекает ток. Если напряжение генератора возросло, например, из-за увеличения частоты вращения его ротора, то возрастает и напряжение на стабилитроне VD1 до его открывания.

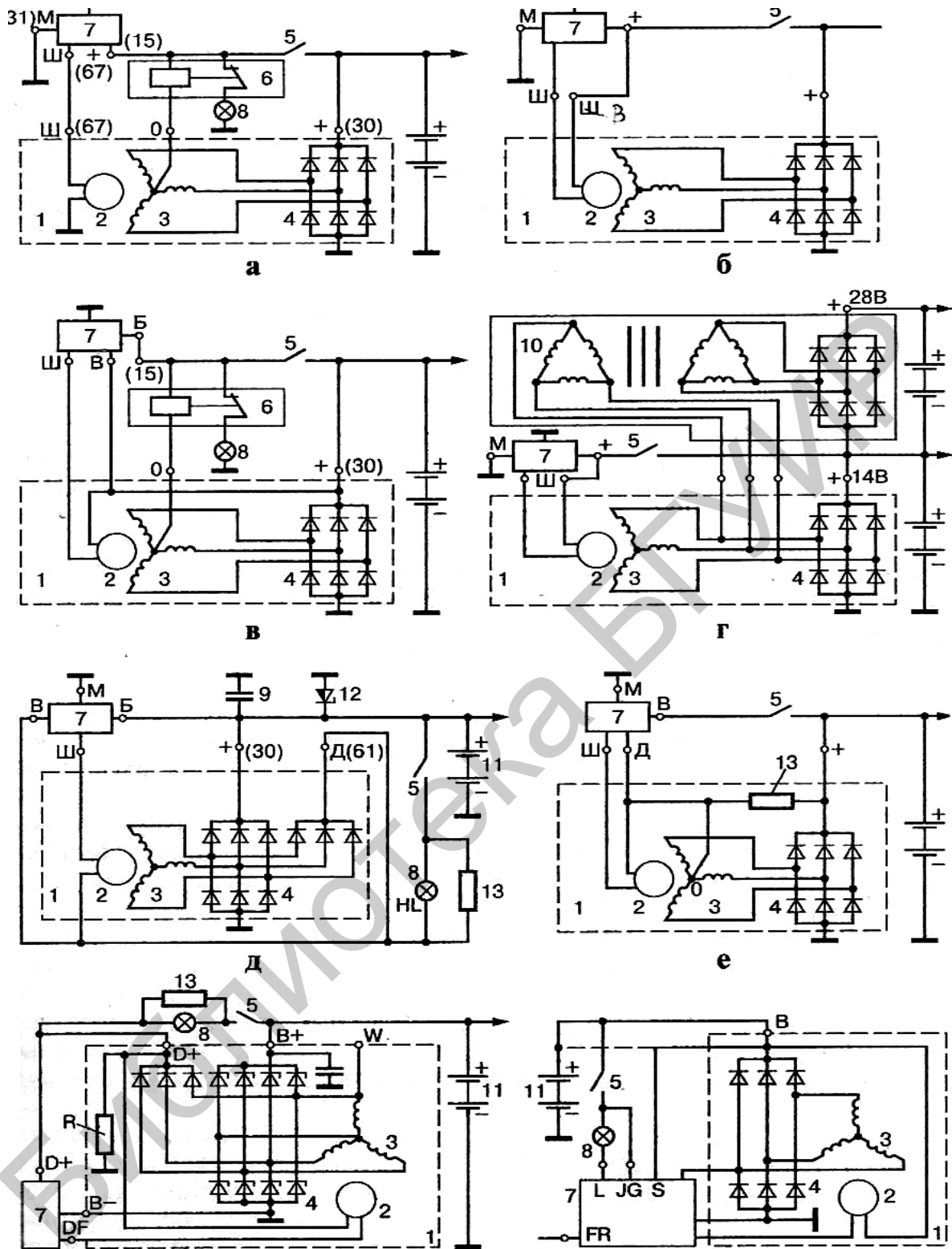
При достижении этим напряжением величины напряжения стабилизации стабилитрон VD1 пробивается, ток через него начинает поступать в базовую цепь транзистора VT1, который открывается, составной транзистор VT2–VT3 закрывается, снижая ток в цепи питания обмотки возбуждения.



1 – генератор; 2 – регулятор

Рисунок 6.5 – Схема электронного регулятора напряжения

Принципиальные электрические схемы генераторных установок приведены на рисунке 6.6.



**Ж** **З**  
 1 – генератор; 2 – обмотка возбуждения; 3 – обмотка статора; 4 – выпрямитель;  
 5 – выключатель; 6 – реле контрольной лампы; 7 – регулятор напряжения;  
 8 – контрольная лампа; 9 – помехоподавительный конденсатор;  
 10 – трансформаторно-выпрямительный блок; 11 – аккумуляторная батарея;  
 12 – стабилитрон защиты от всплесков напряжения; 13 – резистор

Рисунок 6.6 – Схемы генераторных установок

Генераторные установки могут иметь следующие обозначения выводов: «плюс» силового выпрямителя: «+», В, 30, В+, ВАТ; «масса»: «-», D-, 31, В-, М, Е, GRD; вывод обмотки возбуждения: Ш, 67, DF, F, EXC, E, FLD; вывод для соединения с лампой контроля исправности (обычно «плюс» дополнительного выпрямителя, там где он есть): D, D+, 61, L, WL, IND; вывод фазы: W, R, STA; вывод нулевой точки обмотки статора: 0, Мр; вывод регулятора напряжения для подсоединения его в бортовую сеть, обычно к «+» аккумуляторной батарее: Б, 15, S; вывод регулятора напряжения для питания его от выключателя зажигания: /G; вывод регулятора напряжения для соединения его с бортовым компьютером: FR, F.

Различают два типа невзаимозаменяемых регуляторов напряжения: в одном типе (рисунок 6.6, а) выходной коммутирующий элемент регулятора напряжения соединяет вывод обмотки возбуждения генератора с «+» бортовой сети, в другом типе (рисунок 6.6, б, в) – с «-» бортовой сети. Транзисторные регуляторы напряжения второго типа являются более распространенными.

Чтобы на стоянке аккумуляторная батарея не разряжалась, цепь обмотки возбуждения генератора (рисунок 6.6, а, б) запитывается через выключатель зажигания. Однако при этом контакты выключателя коммутируют ток до 5 А, что неблагоприятно сказывается на их сроке службы. Разгрузить контакты выключателя можно, используя промежуточное реле, но более результативно, если через выключатель зажигания запитывается лишь цепь управления регулятора напряжения (рисунок 6.6, в), потребляющая ток силой в доли ампера. Прерывание тока в цепи управления выключателем зажигания переводит электронное реле регулятора в выключенное состояние, что не позволяет току протекать через обмотку возбуждения.

Поэтому более перспективной является схема на рисунке 6.6, д. В этой схеме обмотка возбуждения имеет свой дополнительный выпрямитель, состоящий из трех диодов. К выводу Д этого выпрямителя и подсоединяется обмотка возбуждения генератора. Схема допускает некоторый разряд аккумуляторной батареи малыми токами по цепи регулятора напряжения и при длительной стоянке рекомендуется снимать наконечник провода с клеммы «+» аккумуляторной батареи.

В схему на рисунке 6.6, д введено подвозбуждение генератора от аккумуляторной батареи через контрольную лампу 8. Небольшой ток, поступающий в обмотку возбуждения через эту лампу от аккумуляторной батареи, достаточен для возбуждения генератора и в то же время не может существенно влиять на разряд аккумуляторной батареи. Обычно параллельно контрольной лампе включают резистор 13, чтобы даже в случае перегорания контрольной лампы генератор мог возбудиться. Контрольная лампа в схеме на рисунке 6.6, д является одновременно и элементом контроля работоспособности генераторной установки.

В схеме применен стабилитрон 12, гасящий всплески напряжения, опасные для электронной аппаратуры. С целью контроля работоспособности в схеме рисунка 6.6, а введены реле с нормально замкнутыми контактами, через которые получает питание контрольная лампа 8. Эта лампа загорается после включения

замка зажигания и гаснет после пуска двигателя, т. к. под действием напряжения от генератора реле, обмотка которого подключена к нулевой точке обмотки статора, разрывает свои нормально замкнутые контакты и отключает контрольную лампу 8 от цепи питания. Если лампа 8 при работающем двигателе горит, значит, генераторная установка неисправна. В некоторых случаях обмотка реле контрольной лампы 6 подключается на вывод фазы генератора.

Схема на рисунке 6.6, е характерна для генераторных установок с номинальным напряжением 28 В. В этой схеме обмотка возбуждения включена на нулевую точку обмотки статора генератора, т. е. питается напряжением, вдвое меньшим, чем напряжение генератора. При этом приблизительно вдвое снижаются и величины импульсов напряжения, возникающих при работе генераторной установки, что благоприятно сказывается на надежности работы полупроводниковых элементов регулятора напряжения. Резистор 13 служит тем же целям, что и контрольная лампа в схеме рисунка 6.6, д, т. е. обеспечивает уверенное возбуждение генератора. На автомобилях с дизельными двигателями может применяться генераторная установка на два уровня напряжения 14/28 В. Второй уровень 28 В используется для зарядки аккумуляторной батареи, работающей при пуске двигателя внутреннего сгорания.

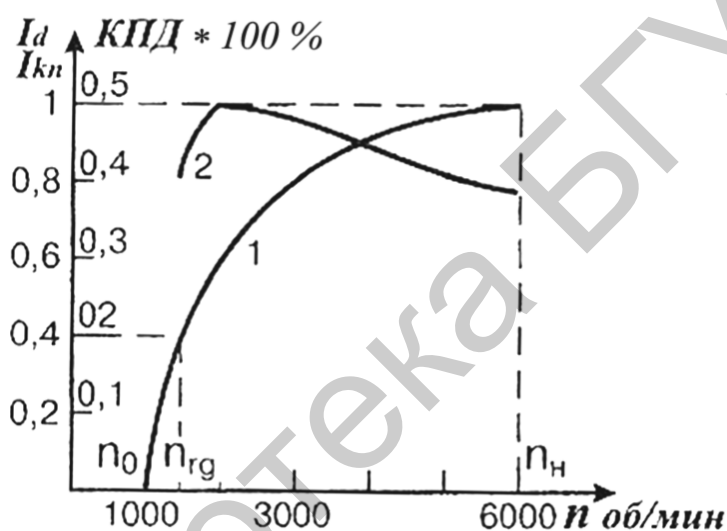
Для получения второго уровня используется электронный удвоитель напряжения или трансформаторно-выпрямительный блок (ТВБ), как это показано на рисунке 6.6, г. В системе на два уровня напряжения регулятор стабилизирует только первый уровень напряжения 14 В. Второй уровень возникает посредством трансформации и последующего выпрямления ТВБ переменного тока генератора. Коэффициент трансформации трансформатора ТВБ близок к единице.

В некоторых генераторных установках зарубежного и отечественного производства регулятор напряжения поддерживает напряжение не на силовом выводе генератора «+», а на выводе его дополнительного выпрямителя, как показано на схеме рисунка 6.6, ж. Схема является модификацией схемы рисунка 6.6, д с устранением ее недостатка – разряда аккумуляторной батареи регулятора напряжения при длительной стоянке. Такое исполнение схемы генераторной установки возможно потому, что разница напряжения на клеммах «+» и Д невелика. На рисунке 6.6, ж показана схема с дополнительным плечом выпрямителя, выполненная на стабилитронах, которые в нормальном режиме работают, как обычные выпрямительные диоды, а в аварийных режимах предотвращают появление опасных всплесков напряжения. Резистор R подключен к регулятору вывода фаз, применение которого расширяет диапазон регулирования выходного напряжения. В этом случае схема генераторной установки упрощается, но усложняется схема регулятора напряжения, т. к. на него переносятся функции предотвращения разряда аккумуляторной батареи на цепь возбуждения генератора при неработающем двигателе автомобиля и управления лампой контроля работоспособного состояния генераторной установки. На вход регулятора может подаваться напряжение генератора или аккумуляторной батареи (пунктир на рисунке 6.6, з), а иногда и оба эти напряжения сразу. Стабилитрон 12 защищает



от всплесков напряжения. Схема выпрямителя на стабилитронах может быть использована в любой из приведенных схем. Некоторые фирмы применяют включение контрольной лампы через разделительный диод, а в схемах на рисунке 6.6, ж, з ее включение идет через контактное реле. В этом случае обмотка реле включается на место контрольной лампы. Если генераторная установка работает в комплексе с датчиком температуры электролита, она имеет дополнительные выводы для его подсоединения. Генераторы на большие выходные токи могут иметь параллельное включение диодов выпрямителя. Для защиты цепей генераторной установки обычно применяют предохранители в цепях контрольной лампы, соединениях регулятора с аккумуляторной батареей, а также в цепи питания аккумуляторной батареи.

Выходные характеристики генераторной установки представлены на рисунке 6.7.



1 – токоскоростная характеристика; 2 – КПД генератора:

$I_d$  – ток генератора;  $I_{kn}$  – номинальный ток генератора, достаточный для питания потребителей энергии на автомобиле;  $n$  – частота вращения генератора

Рисунок 6.7 – Выходные характеристики генераторной установки

#### 6.4 Назначение и конструкция стенда SE-8 для испытания генераторов

Демонтированный с транспортного средства генератор необходимо осмотреть с точки зрения общего технического состояния и определить электрические параметры, а именно:

- номинальное напряжение генератора;
- условия электрического возбуждения;
- номинальный ток нагрузки.

**ВНИМАНИЕ!** При креплении генераторов следует обратить особое внимание на их правильную стабильную установку и соответствующее положение по отношению к ременному шкиву привода.

Перед пуском привода нужно обязательно опустить защитный кожух.

Внешний вид панелей измерительных приборов и подключений, обозначения элементов панели стенда, а также описание его работы представлены в лабораторной работе №5 (см. рисунок 5.5).

### **6.5 Испытание генераторов с 6-диодным выпрямителем без регуляторов напряжения**

Цель данной проверки – определение условий возбуждения генератора с 6-диодным выпрямителем без регуляторов напряжения, его электрических параметров во время работы без нагрузки и под нагрузкой.

Проверку произвести в следующем порядке:

- закрепить генератор в зажимном приспособлении и, сохраняя соосность, соединить с приводом при помощи соответствующего клинового ремня;
- произвести подсоединения согласно рисунку 6.8;
- выбрать напряжение аккумулятора (поз. 30) 12 В или 24 В;
- произвести измерение тока, проходящего через обмотку возбуждения;
- клавишный выключатель (поз. 9) находится в положении «ВЫКЛЮЧ.»
- переключатель вольтметра (поз. 13) установить в положение V200В;
- включая на короткое время клавишный выключатель (поз. 39) – положение «R», проверить, не поступает ли обратный ток;
- опустить защитный кожух привода;
- запустить (поз. 15) двигатель в направлении, соответствующем направлению оборотов испытываемого генератора (поз. 14, 16);
- плавно увеличивать (поз. 17) обороты до момента появления номинального напряжения на выходе генератора (величина напряжения измеряется и высвечивается на вольтметре);
- снять показания тахометра (поз. 5), определяя, являются ли соответствующими минимальные обороты, необходимые для получения номинального напряжения;
- снять показания величины напряжения на генераторе, работающем без нагрузки, и определить, является ли напряжение соответствующим;
- повышая обороты двигателя (поз. 17) и поворачивая вправо потенциометр (поз. 21) регулировки резисторного блока, увеличивать нагрузку генератора, снять показания вольтметра и амперметра;
- дальнейшее увеличение оборотов и связанного с этим роста напряжения генератора приводит в действие электронную систему защиты резисторного блока от перенапряжения, нагружая генератор током определенной величины и играя роль стабилизатора соответственно 15- и 30-вольтового;

– поворачивая вправо вороток (поз. 17) регулировки резисторного блока, довести напряжение на генераторе до номинальной величины, т. е. около 14,5 или 29 В для генератора 24 В.

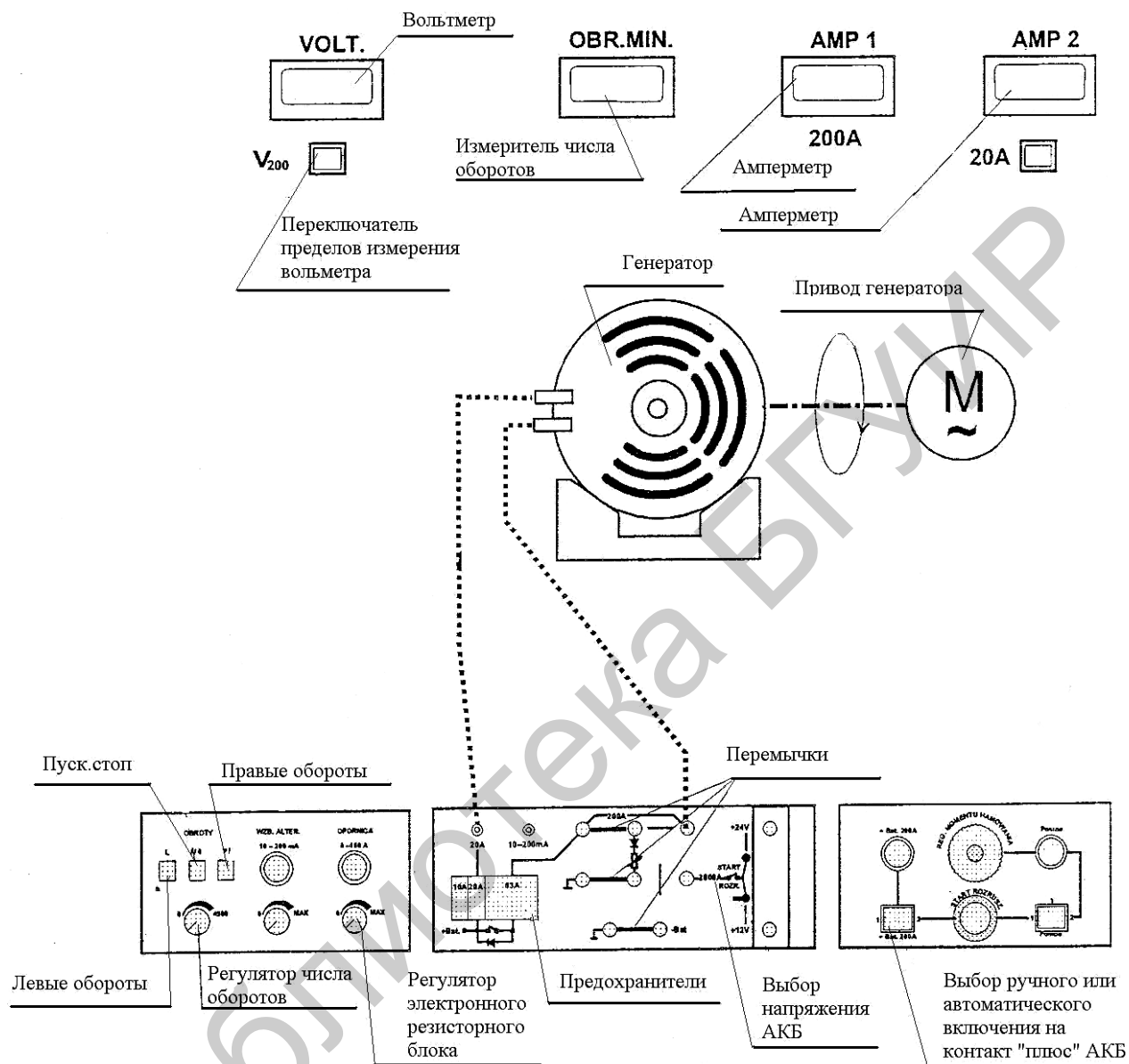


Рисунок 6.8 – Схема включения генератора с 6-диодным выпрямителем без регулятора напряжения

**ВНИМАНИЕ!** Время работы генератора на номинальных показателях сократить до необходимого минимума в связи с возможностью его перегрева и повреждения.

## **6.6 Испытание генераторов с 6-диодным выпрямителем**

### **с электронным или электромеханическим регулятором напряжения**

Цель данной проверки – определение условий возбуждения генератора с 6-диодным выпрямителем с электронным или электромеханическим регулятором напряжения, его электрических параметров во время работы без нагрузки и под нагрузкой.

Проверку произвести в следующем порядке:

- закрепить генератор в зажимном приспособлении и, сохраняя соосность, соединить с двигателем при помощи соответствующего клинового ремня;
- произвести подсоединения согласно рисунку 6.9;
- выбрать напряжение аккумулятора 12 В или 24 В;
- закрепить регулятор генератора в зажимном приспособлении массы;
- клавишный выключатель находится в положении «О»;
- переключатель вольтметра установить в положение V200В;
- переключатель амперметра установить в положение 20 А;
- включая на короткое время клавишный выключатель – положение «R», проверить, не поступает ли обратный ток;
- опустить защитный кожух привода;
- запустить двигатель в направлении, соответствующем направлению оборотов испытываемого генератора;
- плавно увеличивать обороты до момента появления номинального напряжения на выходе альтернатора (величина напряжения измеряется и высвечивается на вольтметре);
- снять показания тахометра, определяя, являются ли соответствующими минимальные обороты, необходимые для получения номинального напряжения;
- снять показания величины напряжения на генераторе, работающем без нагрузки и определить, является ли напряжение соответствующим;
- повышая обороты двигателя и поворачивая вправо потенциометр регулировки резисторного блока, увеличивать нагрузку альтернатора, наблюдая за показаниями вольтметра и амперметра.

Испытание закончить после получения номинальных электрических параметров генератора.

Время работы генератора на номинальных показателях сократить до необходимого минимума в связи с возможностью его перегрева и повреждения.

Указанные испытания можно проводить в следующих случаях:

- при взаимодействии с электронным резисторным блоком и аккумуляторами через диодный выпрямитель – клавиша (поз. 39) выключена;
- клавишный выключатель находится в положении «О» (электронный резисторный блок не нагружает аккумулятор).

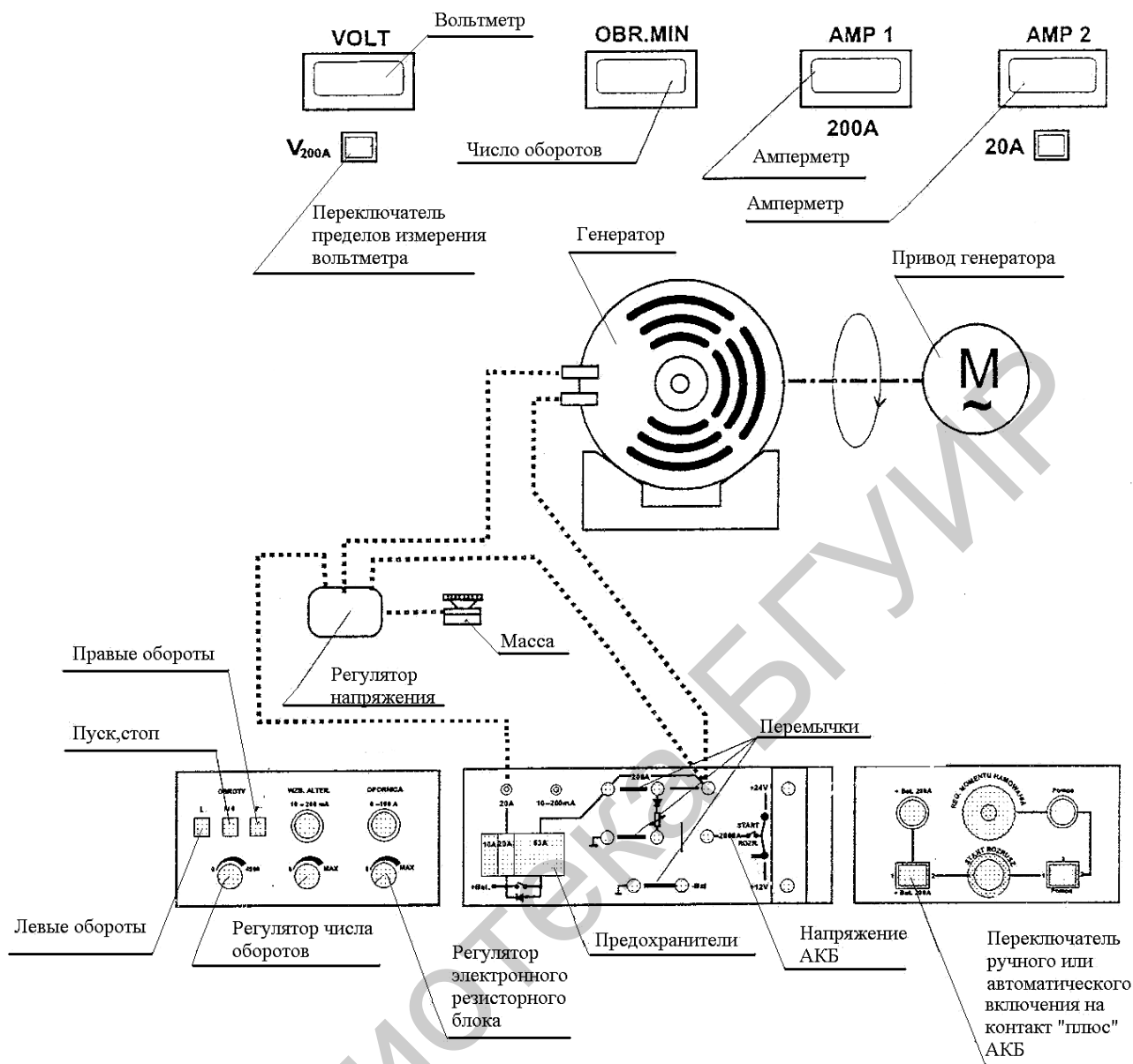


Рисунок 6.9 – Соединение генератора с 6-диодным выпрямителем с электронным или электромеханическим регулятором напряжения

### 6.7 Испытание генераторов с 9-диодным выпрямителем с электронным регулятором

Цель данной проверки – определение условий возбуждения генератора, его электрических параметров во время работы без нагрузки и под нагрузкой.

Порядок проведения проверки следующий:

- закрепить генератора в зажимном приспособлении и, сохраняя соосность, соединить с приводом при помощи соответствующего клинового ремня;
- произвести подсоединения согласно рисунку 6.10;

- выбрать (поз. 30) напряжение аккумулятора 12 В или 24 В;
- клавишный выключатель (поз. 39) находится в положении «ВЫКЛЮЧ.»;
- переключатель вольтметра (поз. 13) установить в положение V200А;
- переключатель амперметра (поз. 9) установить в положении 20А;
- включая на короткое время клавишный выключатель (поз. 39), проверить, не поступает ли обратный ток;
- потенциометром регулировки тока возбуждения (поз. 19) установить величину, соответствующую для испытываемого генератора, – поступление тока через обмотку возбуждения сопровождается световым сигналом;
- опустить защитный кожух привода;
- запустить (поз. 15) двигатель в направлении, соответствующем направлению оборотов испытываемого генератора;
- плавно увеличивать (поз. 17) обороты до момента исчезновения светового сигнала – это момент возбуждения генератора; снять показания тахометра, определяя, являются ли соответствующими минимальные обороты, необходимые для возбуждения генератора;
- снять показания величины напряжения на генераторе, работающем без нагрузки, и определить, является ли напряжение соответствующим;
- повышая обороты двигателя (поз. 17) и поворачивая вправо потенциометр регулировки резисторного блока (поз. 21), увеличивать нагрузку генератора, наблюдая за показаниями вольтметра и амперметра.

Испытание закончить после получения номинальных электрических параметров генератора. Время работы генератора на номинальных показателях сократить до необходимого минимума в связи с возможностью его перегрева и повреждения. Указанные испытания можно проводить при взаимодействии с электронным резисторным блоком и аккумуляторами через диодный выпрямитель: клавиша (поз. 39) выключена – положение «О» (электронный резисторный блок не нагружает аккумулятор).

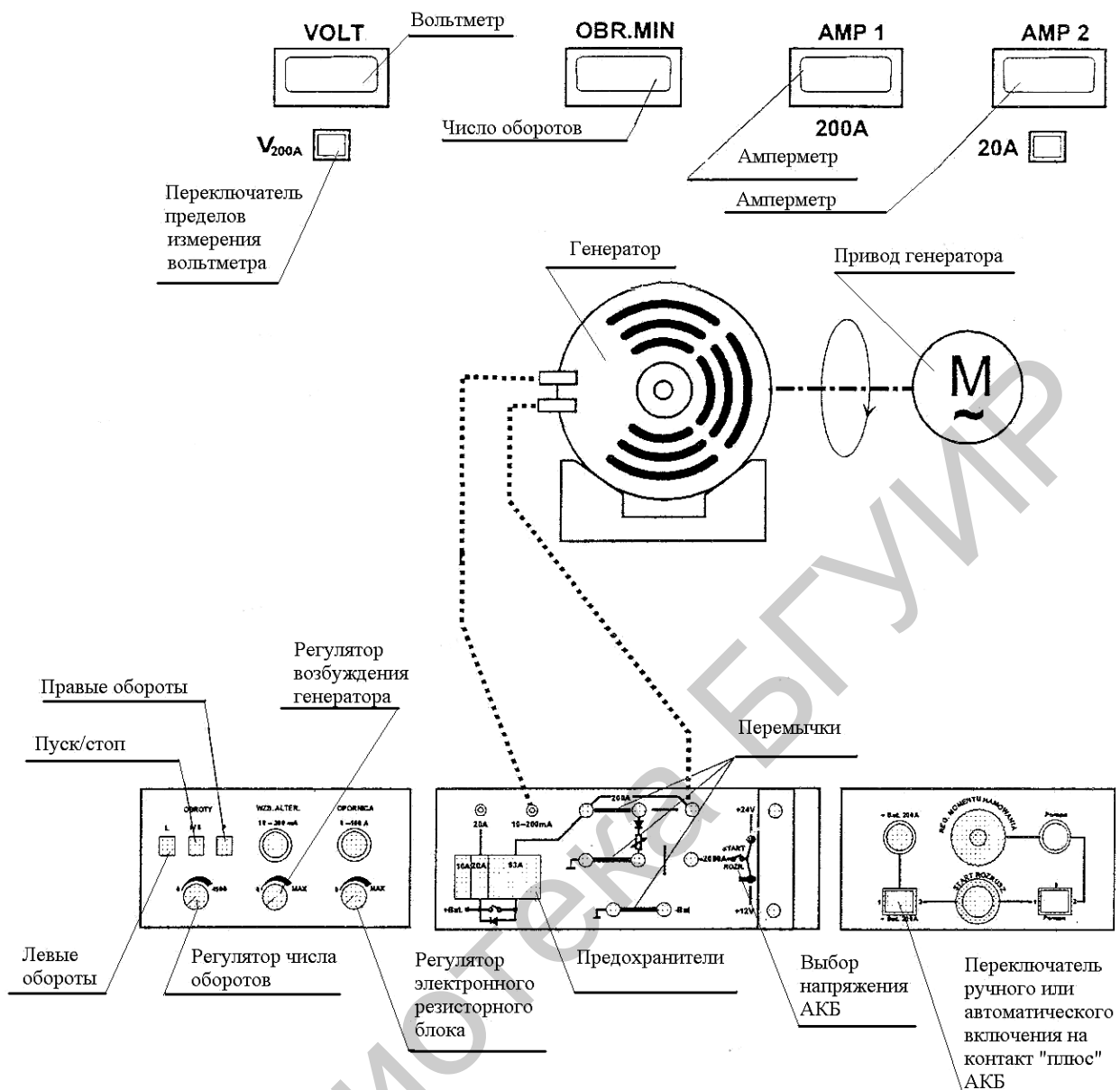


Рисунок 6.10 – Подключение генератора с 9-диодным выпрямителем с электронным регулятором

## 6.8 Испытание диодов

В это испытание входят три теста, представленные ниже:

### 1. Испытание на пробой или обрыв:

- отключить испытываемый диод от обмотки и соединить с контактами согласно схеме, представленной на рисунке 6.11.
- выбрать напряжение аккумулятора 24 В (поз. 30);
- регулятор тока возбуждения (поз. 19) установить на максимум, т. е. 200 мА;
- ток, проходящий через диод, должен вызвать появление светового сигнала сигнализации возбуждения генератора (поз. 18);
- поменять полюса испытываемого диода;
- световой сигнализатор (поз. 18) возбуждения не светится;

- пропускание тока через диод только в направлении проводимости свидетельствует об исправности диода;
- пропускание тока через диод в обоих направлениях свидетельствует о наличии пробоя;
- отсутствие света в световом сигнализаторе в обоих направлениях свидетельствует о разрыве.

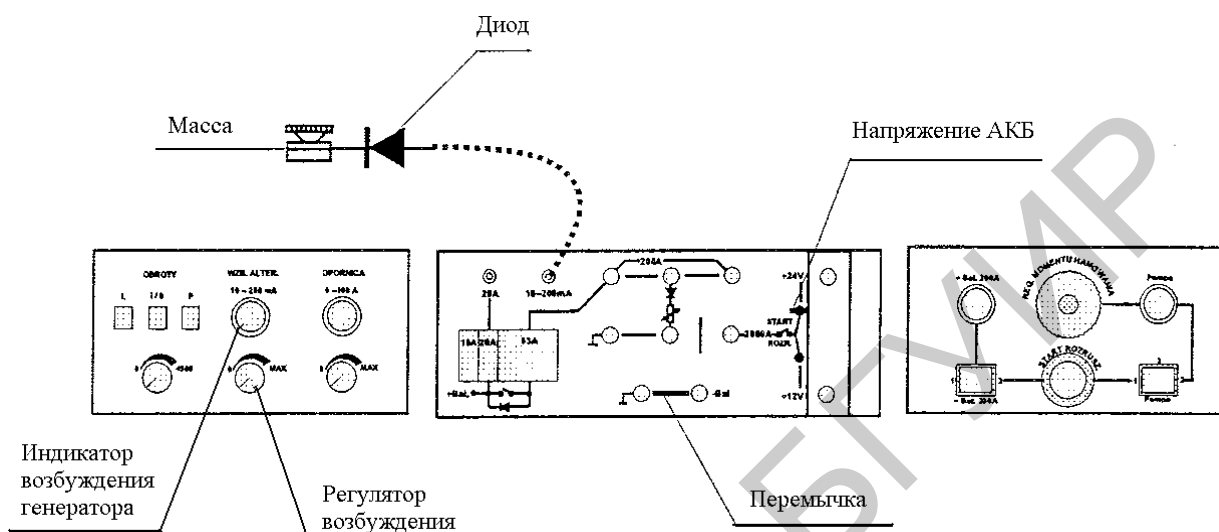


Рисунок 6.11 – Схема измерения диода на пробой или обрыв

## 2. Проверка проводимости диода, включенного в обратном направлении:

- произвести подключения согласно схеме, представленной на рисунке 6.12.
- выбрать напряжение аккумулятора 24 В (поз. 30);
- регулятор тока возбуждения (поз. 19) установить на минимум, т. е. 10 мА;
- даже неполное свечение лампы сигнализатора возбуждения (поз. 18) означает, что диод проводит в обратном направлении, что свидетельствует о его повреждении – повышенной проводимости (пробое).

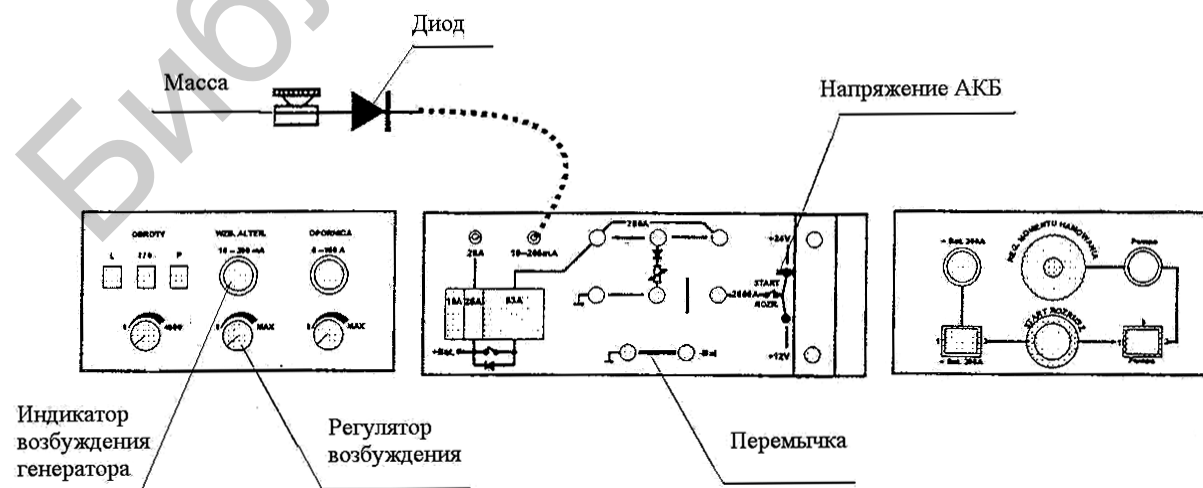


Рисунок 6.12 – Схема измерения обратной проводимости диода



### 3. Проверка падения напряжения при прямом включении:

- произвести подключения согласно схеме, представленной на рисунке 6.13;
- выбрать напряжение (поз. 30) аккумулятора 12 В;
- переключатель вольтметра (поз. 13) установить в среднее положение «V»;
- клавишный выключатель (поз. 39) установить в положение «ВКЛЮЧ.» – ручное управление «R»;
- поворачивая вправо потенциометр-регулятор (поз. 21) электронного резисторного блока, увеличивать ток в цепи до получения номинальных параметров тока проводимости диода, который высвечивается на амперметре AMP1 (поз. 3);
- не изменяя положения потенциометра (поз. 21), клавишный выключатель (поз. 39) переключить на положение автоматического включения напряжения «А», сблокированного с кнопкой (поз. 41) «Пуск стартера»;
- нажать до упора кнопку пуска стартера и удерживать ее, вследствие этого примерно на 3 с с аккумулятора на диод будет подано напряжение, вызывая прохождение установленного ранее тока. В это время производится замер тока и напряжения проводимости диода, а данные измерений сохраняются в течение 15 с;
- проверить, является ли соответствующим падение напряжения на диоде.

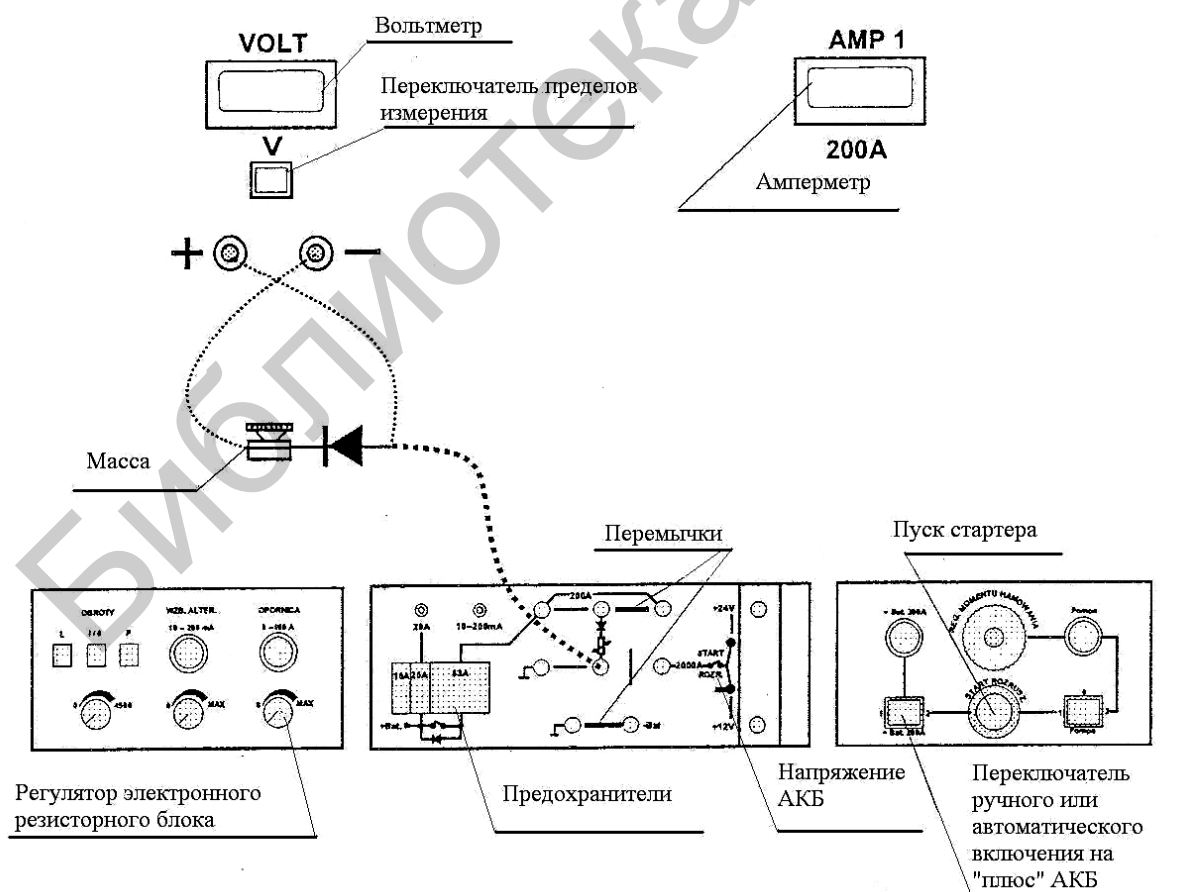


Рисунок 6.13 – Схема проверки напряжения проводимости диода

В ходе данного испытания необходимо внимательно следить, чтобы не допустить перегрева диода и его повреждения. Данный вид испытаний может применяться для выпрямительных диодов с номинальным током свыше 5 А.

**ВНИМАНИЕ!** При креплении генераторов следует обратить особое внимание на их правильную стабильную установку и соответствующее положение по отношению к ременному шкиву привода. Перед пуском привода нужно обязательно опустить защитный кожух.

### 6.9 Проверка на разрыв в обмотках статора и ротора

Произвести подключения для статора «а» по отношению к ротору «б» согласно схеме, представленной на рисунке 6.14:

- установить регулятор тока возбуждения генератора (поз. 19) в правое крайнее положение;
- световой сигнал диода «возбуждение генератора» (поз 18) свидетельствует о целостности цепи, а отсутствие сигнала – о разрыве.

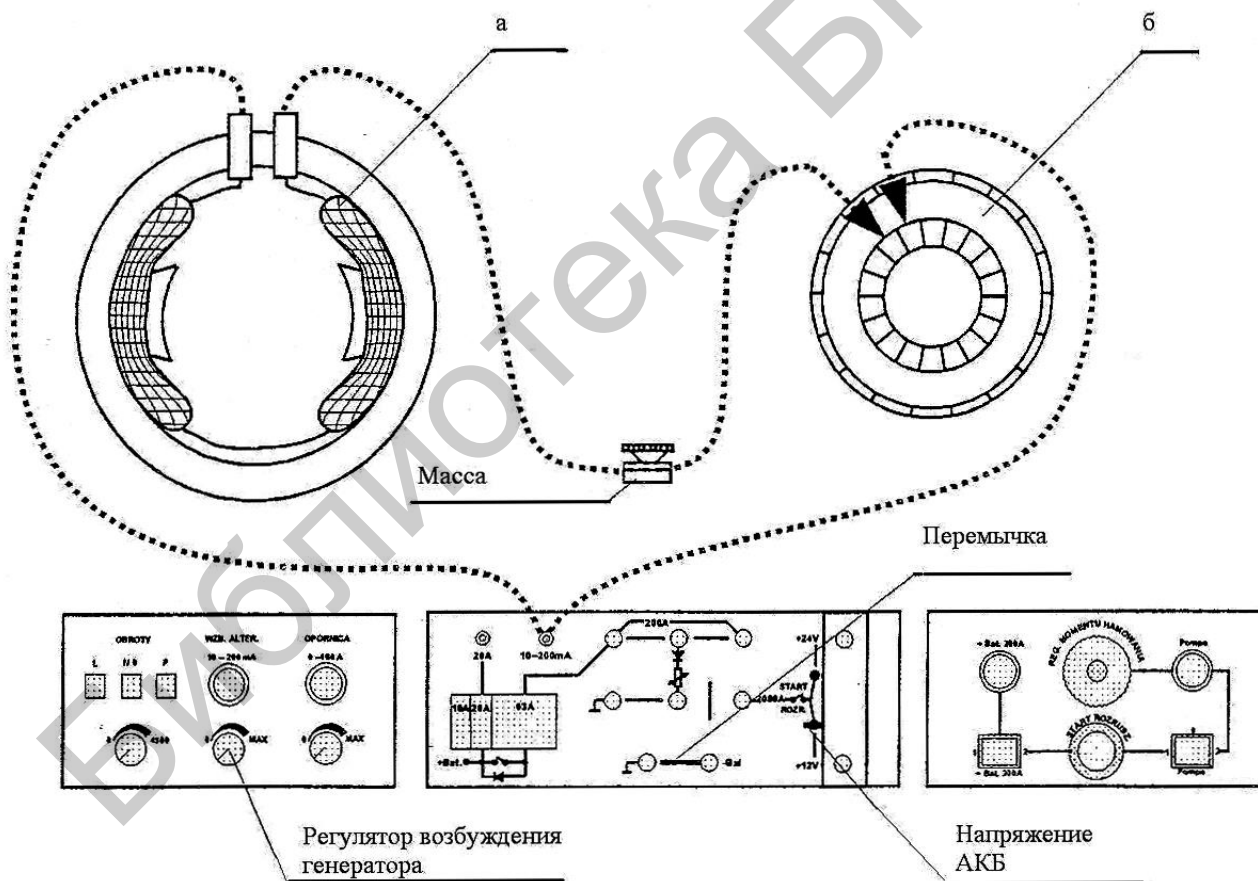


Рисунок 6.14 – Схема проверки на разрыв обмоток статора и ротора

## 6.10 Проверка холостого хода генератора

Цель данного вида испытаний – определение минимального числа оборотов, при котором генератор выдает номинальное напряжение. С этой целью необходимо произвести следующие операции:

- закрепить генератор в зажимном приспособлении и, сохраняя соосность, соединить с приводом при помощи соответствующего клинового ремня;
- выбрать напряжение аккумулятора (поз. 30) 12 В или 24 В;
- клавишный выключатель (поз. 39) находится в положении «ВЫКЛЮЧ.»;
- переключатель вольтметра (поз. 13) установить в положение V200В;
- произвести подсоединения согласно рисунку 6.15;
- опустить защитный кожух привода;
- запустить двигатель (поз. 15) в направлении (поз. 14, 16), соответствующем направлению оборотов испытываемого генератора;
- плавно увеличивать обороты (поз. 17), наблюдая за показаниями вольтметра.

По достижении номинального напряжения при соответствующих данному типу генератора оборотах прекратить испытание.

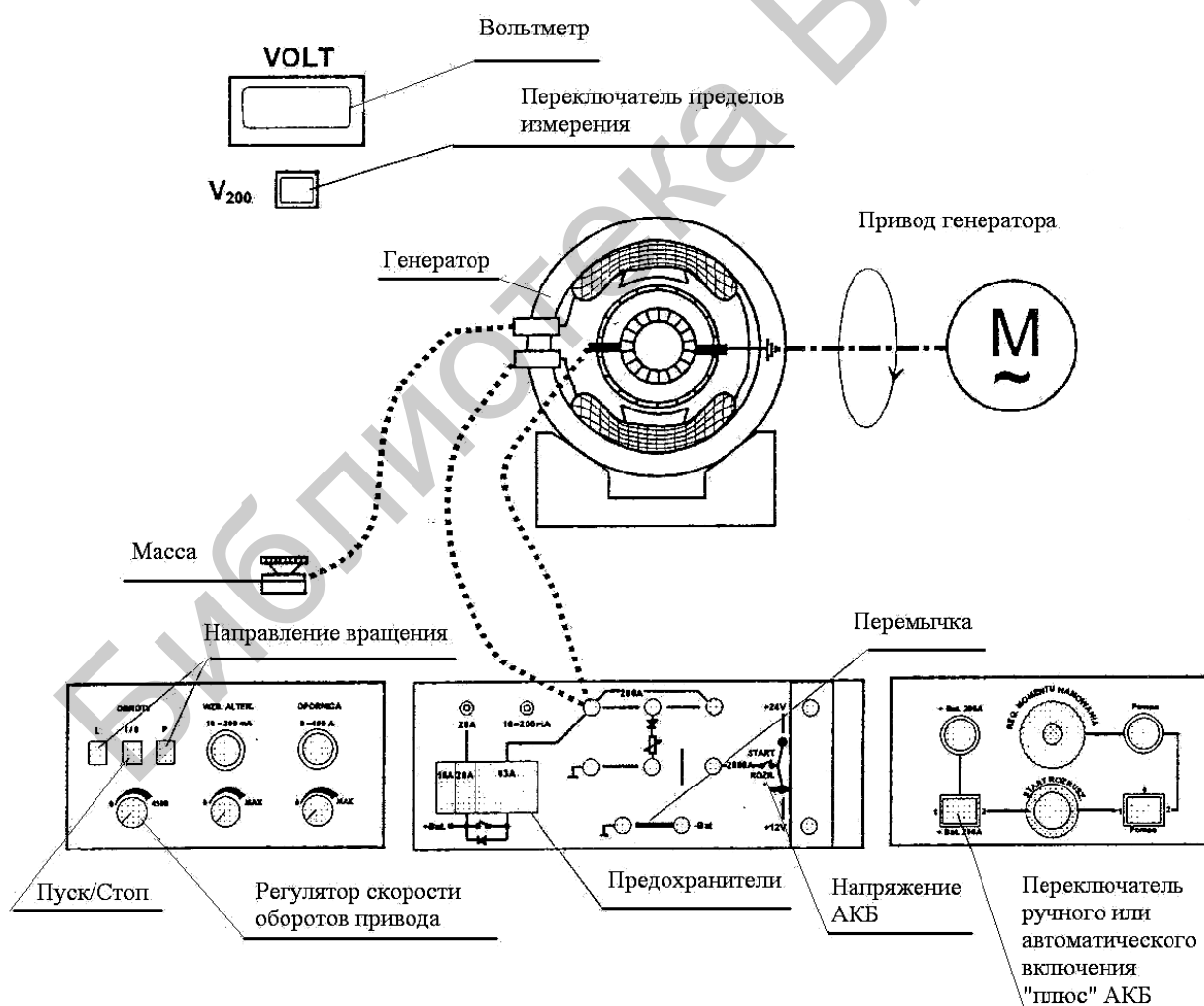


Рисунок 6.15 – Схема проверки холостого хода генератора

### **6.11 Проверка работы генератора под нагрузкой без регулятора**

Цель данного испытания – определить условия, при которых генератор выдает номинальное напряжение под нагрузкой. Для этого необходимо выполнить следующие операции:

- закрепить генератор в зажимном приспособлении и, сохраняя соосность, соединить с приводом при помощи соответствующего клинового ремня;
- произвести подсоединения согласно рисунку 6.16;
- выбрать напряжение (поз. 30) аккумулятора 12 В или 24 В;
- клавишный выключатель (поз. 39) находится в положении «ВЫКЛЮЧ.»;
- вороток регулировки электронного резисторного блока (поз. 21) повернуть влево до упора;
- переключатель вольтметра (поз. 13) установить в положение V200В;
- запустить двигатель (привод генератора поз. 15) в направлении, соответствующем направлению оборотов испытываемого генератора;
- плавно увеличивать обороты (поз. 17) до момента появления номинального напряжения на выходе генератора (величина напряжения измеряется и высвечивается на вольтметре);
- снять показания тахометра, определяя, являются ли соответствующими минимальные обороты, необходимые для получения номинального напряжения;
- при дальнейшем увеличении оборотов и связанного с этим роста напряжения генератора электронная система защиты резисторного блока от перенапряжения нагружает генератор током определенной величины, выполняет роль стабилизатора соответственно 15- и 30-вольтового.

Дальнейшее повышение оборотов двигателя привода способствует повышению нагрузки генератора.

Испытание закончить после получения номинальных электрических параметров генератора.

### **6.12 Контрольные вопросы**

1. Описать конструкцию и принцип работы автомобильного генератора.
2. Объяснить принцип регулирования выходного напряжения генератора.
3. Определить возможные неисправности выпрямительного моста и методы их диагностики.
4. Объяснить принцип работы электронного регулятора напряжения.
5. Описать конструкцию и принцип работы бесщеточного генератора.
6. Объяснить схемы включения генераторов.

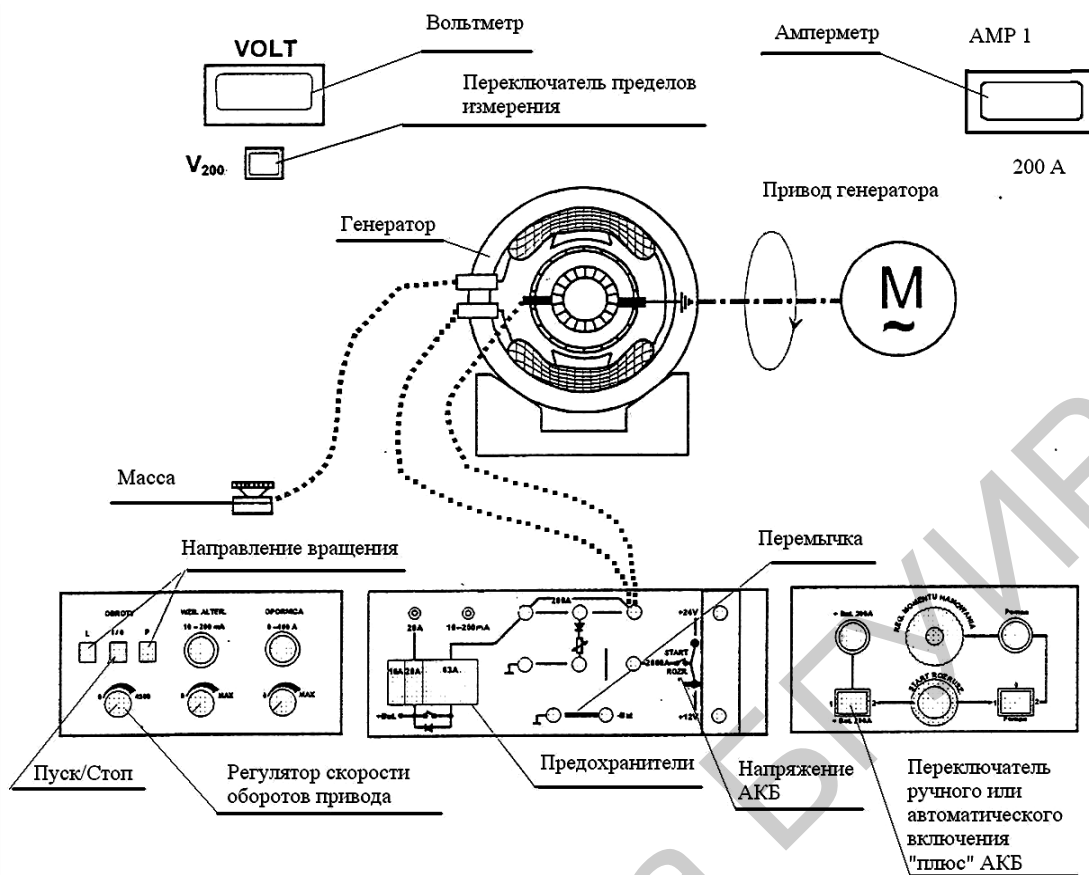


Рисунок 6.16 – Схема проверки работы генератора под нагрузкой без регулятора

### 6.13 Содержание отчета

1. Схема диагностики выбранного параметра генератора.
2. Результаты измерения.
3. Анализ неисправности.

## Литература

1. Техническая эксплуатация автомобилей. В 3 ч. Ч. 1 : Теоретические основы технической эксплуатации / Е. Л. Савич, А. С. Сай; под общ. ред. Е. Л. Савич. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2015. – 426 с.
2. Молибошко, Л. А. Компьютерные модели автомобилей : учебник / Л. А. Молибошко. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 295 с.
3. Набоких, В. А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов / В. А. Набоких. – М. : Форум : Инфра-М, 2013. – 288 с.
4. Савич, Е. Л. Легковые автомобили / Е. Л. Савич. – М. : Новое знание, 2015. – 768 с.
5. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон ; пер. с англ. – М. : НТ-Пресс, 2008. – 576 с.
6. Иванов, А. М. Основы конструкции автомобиля / А. М. Иванов. – М. : За рулем, 2006. – 336 с.
7. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учеб. пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. – М. : НИЦ ИНФРА-М ; Минск : Новое знание, 2013. – 448 с.
8. Набоких, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов / В. А. Набоких. – М. : Академия, 2010. – 240 с.
9. Чишков, Ю. П. Электрооборудование автомобилей : учеб. пособие / Ю. П. Чишков, А. В. Акимов. – М. : За рулем, 2004. – 384 с.
10. Тимофеев, Ю. Л. Электрооборудование автомобилей / Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. – М. : Транспорт, 1994. – 304 с.
11. Гаврилов, К. Л. Моторная диагностика / К. Л. Гаврилов. – М. : МарТ, 2005. – 312 с.
12. Ходасевич, А. Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобиля. В 5 ч. Ч. 5 : Электронные системы зажигания. Контроллеры систем управления смесеобразованием, зажиганием, двигателем / А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич. – М. : ДМК-Пресс, 2006. – 209 с.
13. Астратов, Б. В. Электронное оборудование автомобилей / Б. В. Астратов, Д. А. Соснин, А. А. Тюнин. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 288 с.
14. Акимов, А. В. Генераторы зарубежных автомобилей / А. В. Акимов, С. В. Акимов, Л. П. Лейкин. – М. : За рулем, 1998. – 80 с.
15. Попков, А. Н. Устройство, обслуживание и ремонт автоматических трансмиссий : учеб. пособие / А. Н. Попков. – М. : РОКО, 2003. – 332 с.

*Учебное издание*

**Стешенко Павел Павлович  
Журавлёв Вадим Игоревич  
Лапочкин Сергей Сергеевич**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ДИАГНОСТИКА  
И РЕМОНТ АВТОТЕХНИКИ.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

**ПОСОБИЕ**

*Редактор М. А. Зайцева  
Корректор Е. Н. Батурчик  
Компьютерная правка, оригинал-макет В. М. Задоя*

Подписано в печать 05.02.2019. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 3,84. Уч.-изд. л. 4,0. Тираж 50 экз. Заказ 234.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
ЛП №02330/264 от 14.04.2014.  
220013, Минск, П. Бровки, 6