

Липецкий государственный технический университет

Кафедра автомобилей и тракторов

А. В. Белецкий

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по курсу
"Электрооборудование тяговых и транспортных машин"
для студентов специальности 150100 дневного и очно-заочного
отделений

629.113
Б - 435

Белецкий А.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТЯГОВЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН" ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 150100 ДНЕВНОГО И ОЧНО-ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЙ / Липецк: ЛГТУ, 2002. 32 с.

Предназначены для студентов дневного и очно-заочного отделений специальности 150100.

Методические указания содержат рекомендации и методики проведения лабораторных работ, контрольные вопросы и справочные данные по электрическим машинам.

Ил. 8. Табл. 13.

Рецензент Игнатенко В. И.

© Липецкий государственный
технический университет, 2003

Общие указания

Лабораторные работы по курсу "Электрооборудование тяговых и транспортных машин" выполняются студентами специальности 150100 дневного и очно-заочного отделений с применением специального оборудования и стендовых установок и предполагают наличие устойчивых знаний студентов в области электротехники, электроники, математики и конструкции автомобилей и тракторов.

Целью лабораторных работ является закрепление теоретических положений, полученных студентами на лекциях, и формирование практических навыков в эксплуатации, ремонте и техническом обслуживании приборов электрооборудования.

Прежде чем приступить к экспериментальной части работы, необходимо изучить данные методические указания, четко представить цель проведения опыта, характер и теоретические положения изучаемых явлений. Необходимо детально ознакомиться со схемой измерений, элементами стендовой установки, последовательностью выполнения работы. Для этого в каждой работе сформулирована цель, описаны схема установки, применяемое оборудование и изложен ход работы.

Методика проведения лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся бригадами студентов из 3 - 5 человек. Перед началом занятий каждый студент должен уяснить правила техники безопасности при проведении работ, название проводимой работы и методику проведения экспериментов, подготовить описание лабораторной работы, включающее в себя титульный лист, цель работы, приборы и оборудование, схему установки, таблицы для занесения результатов измерений.

Отчет по лабораторным работам выполняется каждым студентом самостоятельно на листах формата А4 и оформляется согласно стандартам ЛГТУ, отраженным в соответствующих методических указаниях. Отчет должен содержать титульный лист с названием и номером работы, её цель, перечень применяемых приборов и оборудования, электрическую схему установки, таблицы с результатами измерений, проведенные расчеты по результатам испытаний, графики на миллиметровой бумаге и выводы.

К выполнению каждой следующей работы допускаются студенты, выполнившие и успешно защитившие предыдущую.

Во время выполнения лабораторных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности, изложенные ниже.

Техника безопасности во время проведения лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ, во избежание несчастных случаев, студенты обязаны выполнять следующие требования техники безопасности.

При работе с контрольно-испытательными стендами:

1. Перед началом сборки электрической схемы убедиться в том, что стенд обесточен и выключатель на панели управления стенда находится в состоянии "0" (отключен).

2. При сборке электрической схемы обратить внимание на то, чтобы зажимы и разъемы были надежно закреплены, а соединительные провода были удалены от вращающихся частей стенда на безопасное расстояние.

3. Перед запуском стенда необходимо убедиться в том, что исследуемые приборы, защитные щитки и приспособления правильно установлены и надежно закреплены.

4. После сборки электрической схемы сообщить преподавателю и учебному мастеру о готовности к проведению испытаний.

5. Категорически запрещается самостоятельно включать стендовую установку без разрешения учебного мастера или преподавателя.

6. В случае возникновения неисправностей во время проведения работы необходимо немедленно обесточить стендовую установку и сообщить о неисправности учебному мастеру или преподавателю. Запрещается самостоятельно устранять возникшие неисправности.

7. Во время проведения лабораторных работ необходимо соблюдать дисциплину и порядок.

8. Не допускается проводить работы в верхней одежде, с распушенными косынками, шарфами, рукавами, галстуками и другими свисающими частями одежды.

9. Запрещается оставлять включенный стенд без надзора. По окончании работ стенд необходимо обесточить.

При работе с аккумуляторными батареями:

1. При работе необходимо пользоваться спецодеждой: резиновыми фартуком и перчатками.

2. При проведении работ соблюдать осторожность, не допускать распыления электролита. При попадании электролита на участок тела или одежду немедленно смыть кислоту сильной струей воды, а затем промыть загрязненный участок теплой водой с мылом. При попадании электролита на контакты приборов или поверхность аккумуляторной батареи промыть загрязненные места водой и нейтрализовать кислоту 10%-ным раствором питьевой соды.

3. По окончании работы с аккумуляторными батареями вымыть руки теплой водой с мылом.

При работе с измерительными приборами, питающимися от сети переменного тока 220 вольт:

1. При выполнении лабораторных работ запрещается самостоятельно включать и выключать приборы.

2. Запрещается работать с незаземленными измерительными приборами.

3. Запрещается самостоятельно устранять возникшие неисправности. При возникновении неисправности немедленно поставить в известность преподавателя или учебного мастера.

Инструктаж по технике безопасности проводит преподаватель на первом занятии в лаборатории. В случае нарушения настоящих требований техники безопасности проводится повторный инструктаж, а лица, допустившие нарушения, от проведения работ отстраняются.

Основы работы с контрольно-испытательным стендом Э242

Контрольно-испытательный стенд Э242 предназначен для оценки технического состояния генераторов, реле-регуляторов, стартеров, указателей поворотов, электродвигателей и других приборов и устройств систем электрооборудования тяговых и транспортных машин.

Стенд позволяет измерять частоту вращения генераторов и стартеров, крутящий момент стартеров, силу тока, напряжение и сопротивление электрических цепей.

Электрическая часть стенда содержит асинхронный приводной трехфазный электродвигатель переменного тока мощностью 2,2 кВт с цепями управления; регулируемый стабилизатор напряжения с нагрузкой до 3 А, напряжением до 28 В с защитой от перегрузок; силовой выпрямитель с нагрузкой до 1500 А, напряжением 12–24 В с защитой от перегрузок; стробоскопический измеритель частоты вращения роторов электрических машин; измеритель крутящего момента стартеров.

Органы управления стендом конструктивно расположены на двух панелях: верхней панели приборов и нижней панели управления (рис. 1).

Стенд включается в сеть выключателем 3, имеющим два положения: "0" - выключено и "1" - включено. При включении стенда загорается сигнальная лампа 1. На панели управления стенда также расположены выключатель стабилизатора напряжения 4 с регулятором 2, позволяющим плавно регулировать напряжение, поступающее на клеммную колодку 22. Если во время испытаний самопроизвольно сработала защита стабилизатора (пропало напряжение на колодке 22), необходимо выключить стенд на 15 секунд выключателем 3, после чего продолжить эксперимент, убедившись в отсутствии замыкания в цепях нагрузки стабилизатора. Если же срабатывание защиты связано с замыканием в цепях, подключенных к клеммной колодке 22, стенд необходимо выключить и включить после ликвидации замыкания. Переключатель режимов работы 5 служит для выбора номинального напряжения испытываемого оборудования (12 или 24 В) и напряжения, вырабатываемого стабилизатором (3...16 В или 8...30 В). О величине номинального напряжения испытываемого оборудования сигнализируют лампы 11. Зажим 6 предназначен для соединения силового выпрямителя со стартером.

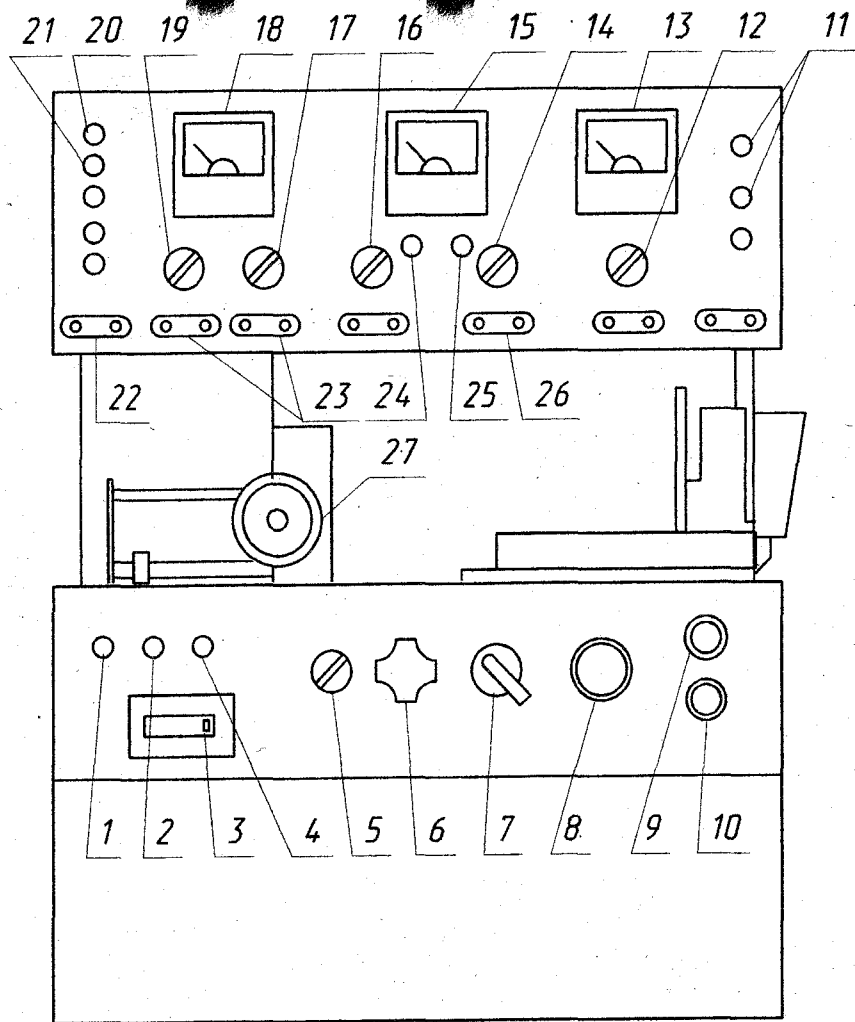


Рис.1. Органы управления контрольно-испытательным стендом для проверки электрооборудования Э242

Переключатель нагрузки 7 позволяет ступенчато увеличивать ток нагрузки электрических машин, а реостат 8 плавно изменяет ток нагрузки в пределах установленных переключателем 7.

Кнопка "Пуск" 9, в зависимости от положения переключателя режимов работы стенда 16, включает либо приводной электродвигатель стенда, либо силовой выпрямитель, а в крайнем правом положении переключателя 16 включается двигатель, и выпрямитель. Числа, обозначенные на позициях переключателя

16, указывают на модуль и число зубьев приводной шестерни испытуемого стартера. Кнопка 10 "Стоп" выключает приводной электродвигатель и силовой выпрямитель.

На панели приборов расположен вольтметр 18. Переключатель вольтметра 19 позволяет измерять напряжение в нагрузке (в положении " U_{2-4} "), на клеммных колодках 23 и напряжение стабилизатора (в положении " U_p "). Переключатель 17 изменяет пределы показаний вольтметра.

Комбинированный прибор 15 предназначен для измерения крутящего момента стартеров в стоповом режиме и сопротивления электрических цепей. Режим работы прибора определяется переключателем 14. Регулятор 24 позволяет грубо регулировать частоту вспышек стробоскопа измерителя частоты вращения, а регулятор 25 - устанавливать стрелку прибора на ноль при измерении сопротивлений. Стробоскоп крепится на правой боковой панели стенда в специальном кармане. В корпусе стробоскопа установлен резистор для плавного регулирования частоты вспышек. Подключение цепей для измерения сопротивлений производится посредством клеммной колодки 26.

При измерении частоты вращения роторов электрических машин вблизи крайнего по часовой стрелке положения регулятора 24 возможно прекращение работы осветителя из-за срабатывания защиты, т.к. в этом режиме стробоскоп потребляет чрезмерно большой ток. Для восстановления работы осветителя необходимо регулятор 24 повернуть против часовой стрелки до упора и выключить на 15 секунд стенд выключателем 3, после чего продолжить эксперимент.

Амперметр 13 позволяет измерять ток до 1500 А в зависимости от положения переключателя пределов 12. Клемма 20 соединена с клеммой 6 и служит для питания обмоток втягивающих реле при испытаниях стартеров. Клемма 21 предназначена для подключения нагрузочного реостата к электрическим машинам.

Проверяемые генераторы устанавливаются на каретке натяжного устройства на призмах и крепятся цепным зажимом. Маховик 27 предназначен для натяжения приводного ремня при испытаниях генераторов. Ремень должен прогибаться на 10-15 мм при приложении в его середине нагрузки 75 Н. Проверяемые стартеры крепятся на тормозном устройстве либо за фланец болтами к вертикальной стойке, либо на регулируемых призмах зажимной скобой.

Перед включением стенда следует убедиться в том, что нагрузка отключена - переключатель нагрузки 7 и реостат нагрузки 8 должны быть повернутыми против часовой стрелки до упора.

Стабилизатор напряжения, используемый для питания обмоток возбуждения генераторов, во избежание срабатывания защиты при переходных процессах в силовых цепях, необходимо включать только после запуска приводного электродвигателя. Перед включением стабилизатора регулятор 2 должен быть повернут против часовой стрелки до упора.

При возникновении аварийной ситуации или неисправности стенд необходимо отключить переключателем 3.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ"

Цель работы

1. Изучить конструкцию, принцип работы и технические характеристики аккумуляторных батарей.
2. Изучить способы проверки технического состояния аккумуляторных батарей, научиться пользоваться предназначенными для этого приборами.
3. Оценить техническое состояние аккумуляторной батареи и сделать вывод о её исправности.

Приборы и оборудование

Аккумуляторные батареи, стеклянная трубка диаметром 5...8 мм, денсиметр с пипеткой со шкалой 1,1...1,3 г/см³, термометр, тестер универсальный ТЛ-4М, Ц43101 или М890Г, аккумуляторный пробник или нагрузочная вилка ЛЭ2, Э107, Э108 или аналогичные, ветошь, перчатки, фарук, раствор соды пищевой 10%-ный.

Порядок выполнения работы

1. Определить марку исследуемой аккумуляторной батареи.
2. Определить температуру электролита t_3 , °С в одной из банок.
3. Измерить электродвижущую силу аккумуляторной батареи, используя универсальный тестер.
4. Измерить в каждой банке следующие величины:
 - уровень электролита h_i , мм, $i=1...6$;
 - плотность электролита $\gamma_{эi}$, г/см³, $i=1...6$;
 - электродвижущую силу каждого аккумулятора нагрузочной вилкой с отключенным балластным резистором \mathcal{E}_i , В, $i=1...6$;
 - напряжение на выводах каждого аккумулятора нагрузочной вилкой с подключенным балластным резистором U_i , В, $i=1...6$. Данный опыт необходимо проводить по возможности быстро, не допуская разряда аккумуляторной батареи. Сопротивление балластного резистора выбирается в соответствии с руководством по эксплуатации нагрузочной вилки в зависимости от емкости аккумуляторной батареи. Так, для исправной, полностью заряженной аккумуляторной батареи в конце пятой секунды напряжение должно быть не менее 1,7 В

при проверке нагрузочной вилкой ЛЭ2, и не менее 1,4 В при проверке нагрузочной вилкой Э108;

- падение напряжения на мастике и крышках моноблока ΔU_i , В, $i=1...6$.

Для определения падения напряжения на мастике и крышках необходимо один зажим вольтметра соединить с одноименным выводом аккумуляторной батареи, а другим касаться крышек, мастики и стенок моноблока. Отклонение стрелки прибора от нулевого деления шкалы укажет на наличие тока утечки.

Данные измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1

Марка аккумуляторной батареи					
Температура электролита t_3 , °С					
№ банки	h_i , мм	$\gamma_{эi}$, г/см ³	\mathcal{E}_i , В	U_i , В	ΔU_i , В
1					
2					
3					
4					
5					
6					

5. Определить среднюю плотность электролита $\bar{\gamma}_3$, г/см³:

$$\bar{\gamma}_3 = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \gamma_{эi};$$

6. Определить плотность электролита, приведенную к 25°С γ'_3 , г/см³:

$$\gamma'_3 = \bar{\gamma}_3 - 0,0007 \times (25 - t_3);$$

где t_3 , °С - температура электролита в одной из банок батареи.

7. Определить степень разряженности аккумуляторной батареи ΔC , %:

$$\Delta C = \frac{\gamma_3 - \gamma'_3}{\gamma_3 - \gamma_p} \times 100 \%$$

где γ_3 - плотность электролита в полностью заряженной батарее, принимается 1,27 г/см³;

γ_p - плотность электролита в полностью разряженной батарее, принимается $1,11 \text{ г/см}^3$.

8. Результаты расчетов занести в таблицу 2.

Таблица 2

Средняя плотность электролита $\bar{\gamma}_э, \text{ г/см}^3$	
Приведенная плотность электролита $\gamma'_э, \text{ г/см}^3$	
Степень разряженности аккумуляторной батареи $\Delta C, \%$	

9. Сделать вывод о техническом состоянии аккумуляторной батареи, в котором отразить следующие вопросы:
- возможность дальнейшей эксплуатации аккумуляторной батареи;
- необходимость обслуживания аккумуляторной батареи;
- неисправности батареи, выявленные в процессе работы, и меры по их устранению.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите об устройстве кислотной аккумуляторной батареи.
2. Какие способы заряда аккумуляторных батарей вы знаете, и когда они применяются?
3. Какие способы проверки состояния кислотных аккумуляторных батарей вы знаете?
4. Как выбрать силу зарядного тока аккумуляторной батареи?
5. Чем опасен перезаряд аккумуляторной батареи?
6. Какие основные неисправности возникают в аккумуляторной батарее?
7. Что такое сульфатация, где и почему она возникает?
8. Как бороться с сульфатацией и не допустить её появления?
9. Как изменяется плотность электролита в зависимости от режима работы батареи и от температуры окружающей среды?
10. Как правильно подготовить к эксплуатации новую аккумуляторную батарею?
11. От чего происходит разрушение положительных пластин? Какими конструктивными решениями продляют их срок службы?
12. Какие химические процессы происходят при заряде и разряде аккумуляторной батареи?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО И ПОСТОЯННОГО ТОКА И РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОРОВ"

Цель работы

1. Научиться пользоваться измерительными приборами для определения технического состояния генераторов переменного и постоянного тока и реле-регуляторов.
2. Изучить методику определения технического состояния реле-регуляторов, генераторов и их составных частей.
3. Определить параметры генераторов и сделать вывод о техническом состоянии следующих генераторов:
 - а) вентильного генератора переменного тока с аксиальным возбуждением и генератора переменного тока с ключообразным ротором;
 - б) генератора постоянного тока.
4. Испытать реле-регулятор на стендовой установке и сделать вывод о его техническом состоянии.

Приборы и оборудование

Стенд для проверки приборов электрооборудования Э242, пробник универсальный ПУ-31, тестер универсальный ТЛ-4М, Ц43101 или М890G, индикатор сопротивлений ММВ или мост постоянного тока МО-68 (или аналогичный), генераторы переменного тока Г250, Г306, 13.3701, 32.3701, 46.3701 и др., генераторы постоянного тока Г108, Г130 и др., реле-регуляторы 121.3702, РР350, Я112А, Я112В и др., лампа накаливания номинальным напряжением 12 вольт и мощностью 20-30 ватт, соединительные провода и монтажные зажимы.

Порядок выполнения работы

1. Проверить техническое состояние генератора переменного тока.
 - 1) Проверить состояние обмотки возбуждения, закрепленной на роторе у генераторов с ключообразным ротором или на передней крышке у генераторов с аксиальным возбуждением:
 - индикатором сопротивлений ММВ либо мостом постоянного тока МО-68, либо прибором М890G измерить сопротивление обмотки возбуждения. Если сопротивление обмотки меньше определенной величины (приложение 1), в обмотке имеется межвитковое замыкание, если сопротивление обмотки не определяется (бесконечно велико) - в обмотке имеется обрыв;
 - используя универсальный пробник или тестер, убедиться в наличии или отсутствии замыкания обмотки на корпус генератора.

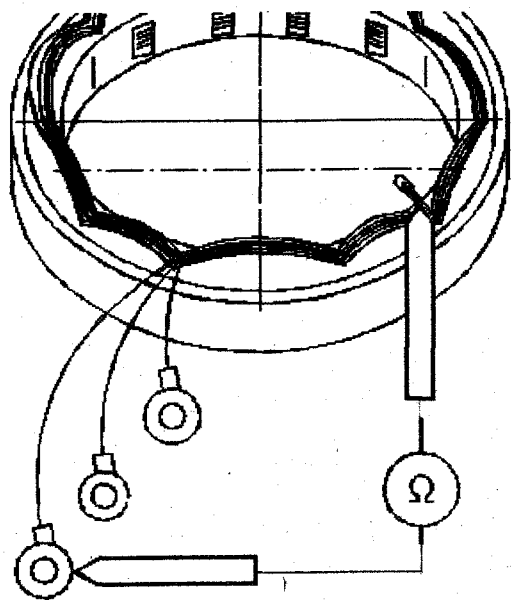


Рис.2. Измерение сопротивления обмоток статора генератора переменного тока

2) Проверить состояние обмоток статора:

- с помощью тестера убедиться в отсутствии или наличии замыкания на корпус каждого вывода обмотки;

- индикатором сопротивлений ММВ, либо мостом постоянного тока МО-68 измерить сопротивление обмоток (рис.2). Если сопротивление меньше определенной величины (приложение 1), в обмотке имеется межвитковое замыкание; если сопротивление обмотки не определяется (бесконечно велико) - в обмотке имеется обрыв. Необходимо помнить о том, что в случае соединения обмоток треугольником сопротивление каждой обмотки в отдельности измерить не удастся. Для этого трижды измеряется сопротивление попарно соединенных соседних обмоток. Для определения сопротивления каждой обмотки необходимо в соответствии с законом Ома для участка цепи решить систему из трех уравнений.

3) Проверить исправность выпрямительных диодов измерением их сопротивления омметром в прямом и обратном направлениях. У исправного диода при прямом подключении сопротивление будет не более 200 Ом, а при обрат-

ном включении - несколько сот килоом. В пробитом диоде сопротивление составляет единицы Ом и в прямом, и в обратном направлениях, а в случае обрыва сопротивление не определяется (бесконечно велико).

2. Проверить техническое состояние генератора постоянного тока.

1) Проверить состояние обмотки возбуждения, закрепленной на статоре:

- индикатором сопротивлений ММВ либо мостом постоянного тока МО-68 измерить сопротивление обмотки возбуждения; если сопротивление обмотки меньше определенной величины (приложение 1), в обмотке имеется межвитковое замыкание; если сопротивление обмотки не определяется (бесконечно велико) - в обмотке имеется обрыв;

- используя универсальный пробник или тестер, убедиться в наличии или отсутствии замыкания обмотки на корпус генератора.

2) Проверить состояние обмотки ротора:

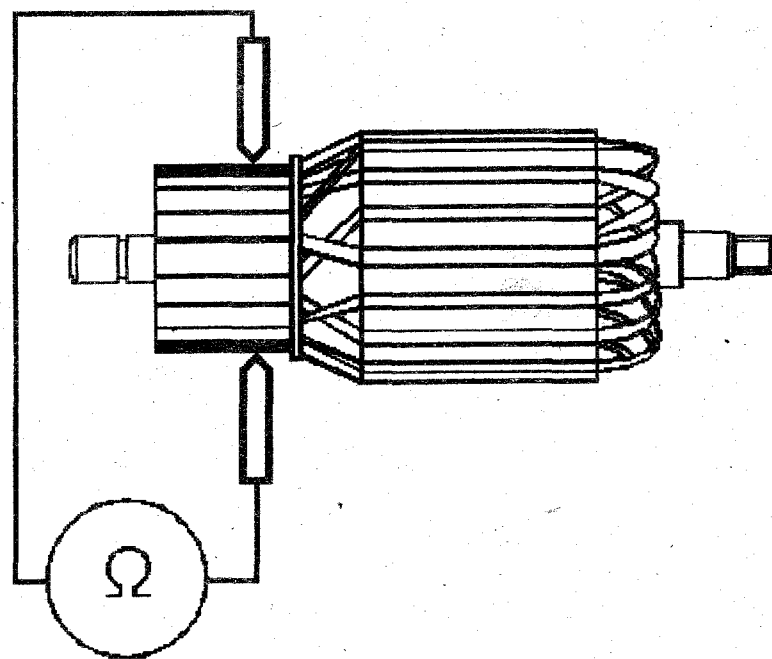


Рис.3. Измерение сопротивления обмотки ротора

- с помощью тестера убедиться в отсутствии или наличии замыкания на корпус пластин коллектора;

- используя индикатор сопротивлений ММВ либо мост постоянного тока МО-68, определить сопротивление каждой обмотки ротора (рис.3), постепенно

поворачивая ротор на 180°. Если сопротивление одной из обмоток меньше, чем соседних, то имеет место межвитковое замыкание; если сопротивление обмотки не определяется (бесконечно велико) - в обмотке имеется обрыв.

Данные, полученные в результате измерений по пп.1 и 2, занести в таблицу 1.

Таблица 1

Марка генератора	Обмотка возбуждения			Рабочая обмотка		
	R, Ом	Наличие замыкания на корпус	Наличие межвитк. замыкания	R, Ом	Наличие замыкания на корпус	Наличие межвитк. замыкания
Генератор переменного тока						
Генератор постоянного тока						

При определении сопротивлений обмоток электрических машин следует помнить, что часто их величина составляет доли Ома. В связи с этим правильно сопротивление обмоток можно определить только специальными электрическими измерительными приборами, измерительная часть которых собрана по мостовой схеме. К ним относятся индикатор сопротивлений ММВ, мост постоянного тока МО-68 и аналогичные. Широко используемые при электрических измерениях универсальные измерительные приборы (тестеры) для измерения малых сопротивлений непригодны.

3. Убедиться в исправности механической части генераторов: подшипников и щеточных узлов. Щетки должны плотно прилегать к поверхностям трения, не должны иметь щелков и трещин. Измерить высоту щеток в свободном состоянии и сравнить полученные данные с допустимыми значениями (приложение 1).

4. Собрать электрическую схему для проверки реле-регуляторов (рис.4). При испытаниях следует помнить, что различают два типа невзаимозаменяемых реле-регуляторов: для питания обмотки возбуждения, один из выводов которой соединен с "-" бортовой сети (рис.4,а), и для питания обмотки возбуждения, один из выводов которой соединен с "+" бортовой сети (рис.4,б).

5. Проверить исправность реле-регулятора, определив порог срабатывания реле по показанию вольтметра в момент зажигания лампы, плавно увеличивая испытательное напряжение. В качестве источника испытательного напряжения используется стабилизатор напряжения стенда Э242. Если напряжение на выводе "Ш" (или "67") постоянно и не зависит от величины испытательного напряжения, реле-регулятор неисправен.

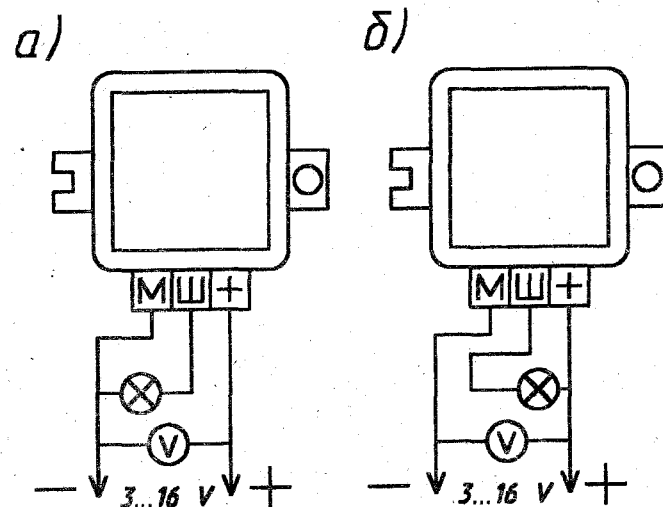


Рис.4. Электрическая схема для проверки реле-регуляторов:
 а - реле-регуляторы РР310, РР139, РР350, РР362, РР380, РН1-РН4, 12.3702, 17.3702, 121.3702, 201.3702; б - реле-регуляторы РР132, РР356, 13.3702, 23.3702

Для проверки интегральных реле-регуляторов необходимо пользоваться схемой испытаний, представленной на рис.5.

6. Используя данные таблицы 1 приложения, сделать вывод о техническом состоянии генераторов и реле-регулятора, в котором отразить следующие вопросы:

- наличие или отсутствие неисправностей в генераторах переменного и постоянного тока и реле-регуляторе;
- возможность дальнейшей эксплуатации данных приборов;
- пути устранения замеченных неисправностей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроен генератор переменного и постоянного тока?
2. Каковы преимущества и недостатки генераторов постоянного и переменного тока?
3. Как определить наличие повреждений в статорной обмотке генератора переменного тока?

4. Как определить наличие повреждений в обмотке возбуждения у генераторов постоянного и переменного тока?
5. Как проверить исправность диодного выпрямителя?
6. Как проверить исправность якоря у генератора постоянного тока?
7. Как проверить исправность щеточного узла у генератора переменного тока?
8. Как классифицируются и чем отличаются конструктивно генераторы переменного тока?

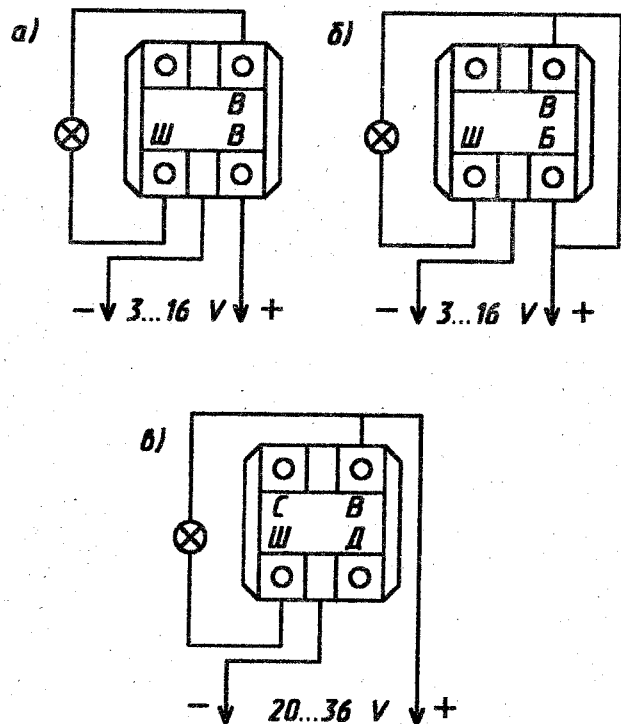


Рис.5. Схема проверки работоспособности интегральных регуляторов напряжения:
а - Я112А; б - Я112В; в - Я120

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

"ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА"

Цель работы

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием для исследования характеристик генератора переменного тока и научиться правильно ими пользоваться.
2. Изучить принцип действия генераторов и реле-регуляторов, получить и исследовать основные характеристики генератора переменного тока и характеристики совместной работы генератора и реле-регулятора.
3. Изучить принцип регулирования напряжения в генераторных установках и научиться выявлять неисправности в системе генератор-реле-регулятор.

Приборы и оборудование

Генератор переменного тока Г250, реле-регулятор РР-362 или 121.3702, стенд для проверки приборов электрооборудования Э242, тестер универсальный ТЛ-4М, Ц43101 или М890G, контактные провода и монтажные зажимы.

Порядок выполнения работы

1. Согласно рис.6 собрать электрическую схему испытаний генератора переменного тока.

Для измерения силы тока, протекающего через обмотку возбуждения, необходимо использовать тестер ТЛ-4М, а для измерения силы тока и напряжения нагрузки - приборы стенда Э242. В качестве источника напряжения для питания обмотки возбуждения используется стабилизатор напряжения стенда Э242.

- надеть приводной ремень на малый шкив стенда, надежно закрепить генератор, не допуская перекоса приводного ремня;
- нанести мелом метку длиной 20-30 мм на шкиве генератора в радиальном направлении;
- установить переключатель 17 вольтметра на предел "20 В";
- включить стробоскопический измеритель частоты вращения ротора генератора, установив переключатель 14 в положение 3;
- переключатель 19 установить в положение "U₂₋₄";
- клемму 21 стенда соединить с клеммой "+" генератора, положительный вывод колодки 22 соединить с отрицательной клеммой тестера, включенного на предел "3А" или более; положительную клемму тестера соединить с клеммой "Ш" генератора, а отрицательный вывод колодки 22 закрепить на его корпусе;
- отключить нагрузку, повернув переключатель 7 и реостат нагрузки 8 против часовой стрелки до упора;

- переключатель 16 установить в положение "□" и опустить защитный кожух.

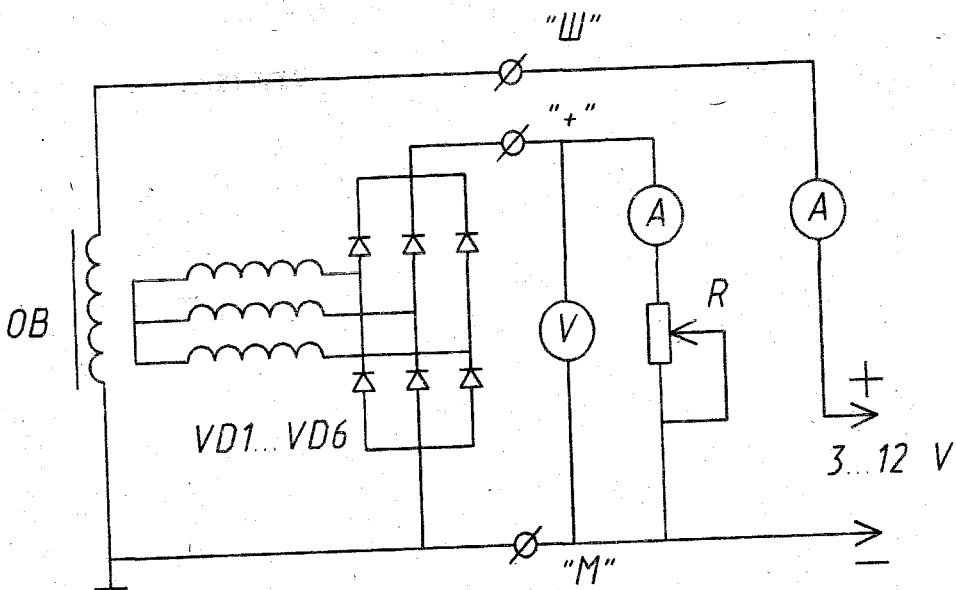


Рис.6. Схема установки для снятия характеристик генератора при независимом возбуждении:

OB - обмотка возбуждения генератора, VD1...VD6 - выпрямитель, V - вольтметр, A - амперметр, R - нагрузочный реостат

2. Снять характеристику холостого хода генератора при независимом возбуждении - функцию эдс генератора E_G от тока возбуждения I_B . Провести два опыта для разных скоростей вращения ротора генератора:
 - включить приводной электродвигатель кнопкой 9;
 - убедиться, что регулятор 2 повернут до упора против часовой стрелки, включить тумблером 4 стабилизатор напряжения;
 - ступенчато увеличивая ток возбуждения вращением регулятора стабилизатора напряжения 2, снять шесть точек зависимости $E_G(I_B)$, величину эдс определить вольтметром 18, а величину тока возбуждения - тестером;
 - измерить частоту вращения ротора генератора, добившись неподвижного положения метки на шкиве вращением регулятора 24 и регулятора в корпусе

стробоскопа; значение частоты вращения ротора генератора определить по показаниям прибора 15;

- повторить опыт для другой скорости вращения ротора генератора, переставив приводной ремень на большой шкив стэнда;
- выключить стеновую установку выключателем 3;
- результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	n = об/мин		n = об/мин		
	I_B, A	E_G, B	I_B, A	E_G, B	E_{GT}, B
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3. Снять внешнюю характеристику генератора при независимом возбуждении - зависимость напряжения генератора U_G от силы тока нагрузки I_H .

Сохранив прежнее положение органов управления стеном и переставив приводной ремень на малый шкив стэнда, провести два опыта для разных скоростей вращения ротора генератора:

- установить переключатель 12 пределов измерения амперметра 13 в положение "150 A";
- включить электродвигатель стэнда кнопкой 9;
- включить стабилизатор стэнда тумблером 4 и установить регулятором 2 величину тока возбуждения генератора по заданию преподавателя;
- измерить частоту вращения ротора генератора, добившись неподвижного положения метки вращением регулятора 24 и регулятора в корпусе стробоскопа; значение частоты вращения ротора генератора определить по показаниям прибора 15;
- снять три точки зависимости $U_G(I_H)$ при положении "30A" переключателя 7 и три точки при положении "60A"; при токе нагрузки более 30 A, во избежание перегрева нагрузочных резисторов, нельзя проводить эксперимент более 10 секунд;
- выключить стеновую установку выключателем 3;
- повторить опыт для другой скорости вращения ротора генератора, переставив приводной ремень на большой шкив стэнда;

- результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2

№ опыта	n = об/мин		n = об/мин		
	I_H, A	U_G, B	I_H, A	U_G, B	$P_G, Bт$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

4. Снять внешнюю характеристику при параллельном возбуждении для совместной работы генератора и реле регулятора.

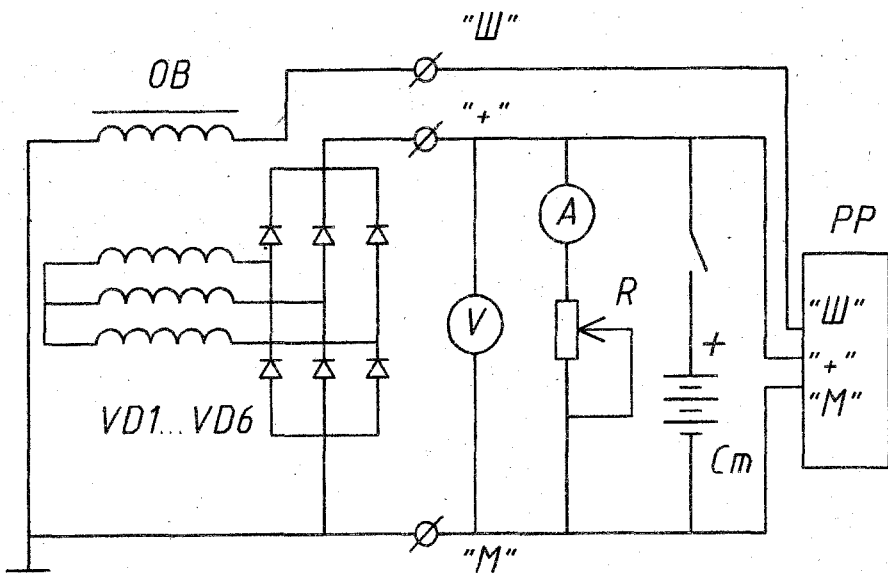


Рис.7. Схема установки для снятия характеристик генератора при параллельном возбуждении:

OB - обмотка возбуждения генератора, VD1..VD6 - выпрямитель, V - вольтметр, A - амперметр, R - нагрузочный реостат, Cm - стабилизатор стенда, PP - реле-регулятор

Провести два опыта для разной частоты вращения ротора генератора, состав электрическую схему согласно рис.7:

- отсоединить от обмотки возбуждения положительный провод стабилизатора напряжения;
- соединить клеммы "Ш" или "67" реле-регулятора и генератора;
- соединить клеммы "+" или "15" реле-регулятора и генератора с клеммой 21 стенда;
- включить электродвигатель стенда кнопкой 9;
- включить стабилизатор стенда тумблером 4;
- кратковременно подать напряжение стабилизатора на клемму "+" реле-регулятора;
- измерить частоту вращения ротора генератора, добившись неподвижного положения метки вращением регулятора 24 и регулятора в корпусе стробоскопа; значение частоты вращения ротора генератора определить по показаниям прибора 15;
- снять три точки зависимости $U_G(I_H)$ при положении "30А" переключателя 7 и три точки при положении "60А"; при токе нагрузки более 30 А, во избежание перегрева нагрузочных резисторов, нельзя проводить эксперимент более 10 секунд;
- выключить стендовую установку выключателем 3;
- повторить опыт для другой скорости вращения ротора генератора, переставив приводной ремень на большой шкив стенда;
- результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3

№ опыта	n = об/мин		n = об/мин	
	I_H, A	U_G, B	I_H, A	U_G, B
1				
2				
3				
4				
5				
6				

5. Произвести проверку генератора переменного тока сопоставлением опытных и паспортных данных:

- установить приводной ремень на малый шкив стенда;
- установить переключатель 19 в положение "U_p";
- включить приводной электродвигатель кнопкой 9;

- тумблером 4 включить стабилизатор напряжения и регулятором 2 установить по вольтметру 18 напряжение возбуждения U_B (приложение 2);
- установить переключателем 7 и реостатом 8 контролируруемую величину тока нагрузки I_N (приложение 2);
- измерить частоту вращения ротора генератора, добившись неподвижного положения метки вращением регулятора 24 и регулятора в корпусе стробоскопа; значение частоты вращения ротора генератора определить по показаниям прибора 15;
- установить переключатель 19 в положение " $U_{2.4}$ " и определить напряжения нагрузки по вольтметру 18;
- результат измерения занести в таблицу 4.

Таблица 4

Частота вращения якоря генератора $n =$			об/мин		
Контролируемые параметры		Опытные данные			
$U_B, В$	$U_G, В$	$I_N, А$	$U_B, В$	$U_G, В$	$I_N, А$

6. Для первого опыта холостого хода рассчитать постоянную генератора C_G исходя из зависимости:

$$C_G = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^3 \frac{E_{Gi}}{I_{Bi}},$$

где n_1 - частота вращения ротора генератора в первом опыте, об/мин.

Для расчета следует использовать три точки линейного участка характеристики $E_G(I_B)$.

7. Рассчитать теоретические значения эдс генератора E_{GT} для второго опыта, используя опытные значения тока возбуждения I_B и зависимость

$$E_{GT} = C_G n_2 I_B,$$

где n_2 - частота вращения ротора генератора во втором опыте, об/мин.

Полученные значения занести в таблицу 1.

8. По результатам второго опыта п.4 (при максимальной частоте вращения ротора) определить мощность генератора

$$P_{Gi} = U_{Gi} I_{Ni}$$

Результаты расчетов занести в таблицу 2.

9. Построить три характеристики холостого хода $E_G(I_B)$: экспериментальные кривые для первого и второго опытов и теоретическую кривую для второго опыта.

10. Построить две внешних характеристики при независимом возбуждении $U_G(I_N)$ для первого и второго опытов.

11. Построить две внешних характеристики при параллельном возбуждении $U_G(I_N)$ для совместной работы генератора и реле-регулятора.

12. Сделать вывод о проделанной работе, в котором отразить следующие вопросы:

- дать анализ характеристикам холостого хода генератора переменного тока, объяснить поведение полученных кривых, сравнить полученные во втором опыте холостого хода данные с расчетными и сделать вывод о степени их соответствия;

- дать анализ внешним характеристикам генератора с независимым возбуждением и с параллельным при совместной работе с реле-регулятором;

- сделать заключение о соответствии параметров испытуемого генератора паспортным данным.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается принцип регулирования напряжения в бортовой сети автомобиля?
2. Как работает простейший реле-регулятор?
3. Какую форму имеет кривая зависимости эдс генератора от тока возбуждения и почему?
4. Как работает диодный выпрямитель?
5. Нарисуйте схему генераторной установки и обозначьте её элементы.
6. Какие характеристики генератора вы исследовали в лабораторной работе?
7. Как определить мощность генератора переменного тока?
8. Определите последовательность действий при поиске неисправности в системе электрооборудования, если амперметр не показывает зарядку аккумуляторных батарей.
9. Можно ли генератор переменного тока возбудить без аккумуляторной батареи и почему?
11. Все ли реле-регуляторы взаимозаменяемы и почему?
10. Как проверить исправность реле-регулятора?

"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАРТЕРА"

Цель работы

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием для определения технического состояния стартеров и научиться правильно ими пользоваться.
2. Определить технические характеристики стартера и исправность его составных элементов.

Приборы и оборудование

Стартер СТ-4А, СТ-230 или аналогичный, стенд для проверки приборов электрооборудования Э242, индикатор сопротивлений ММВ или мост постоянного тока МО-68, тестер универсальный ТЛ-4М, Ц43101 или М890G, контактные провода и монтажные зажимы.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую схему испытаний согласно рис.8.

Стартер СТ-4А, СТ-368 закрепить к вертикальной стойке двумя болтами через промежуточное кольцо. Стартер СТ-230 и др. крепятся к вертикальной стойке без использования промежуточного кольца.

- клемму 6 силового выпрямителя стенда соединить с клеммой стартера, к которой присоединена обмотка возбуждения;
 - переключатель 12 перевести в положение "1500 А". Переключатель 5 установить в положение "12В", реостат 8 и переключатель нагрузки 7 повернуть против часовой стрелки до упора;
 - переключатель режимов работы стенда 16 установить в положение, соответствующее числу зубьев и модулю приводной шестерни испытуемого стартера (приложение 3, приложение 4);
 - переключатель 19 установить в положение "20 В", клеммы 20 и 21 стенда должны оставаться неподключенными;
 - на торце муфты свободного хода нанести мелом радиальную метку длиной 15-20 мм;
 - включить стробоскопический измеритель частоты вращения ротора стартера, установив переключатель 14 в положение 3.
2. Снять характеристики стартера в режиме холостого хода:
 - включить стенд выключателем 3 и запустить стартер кнопкой 9;

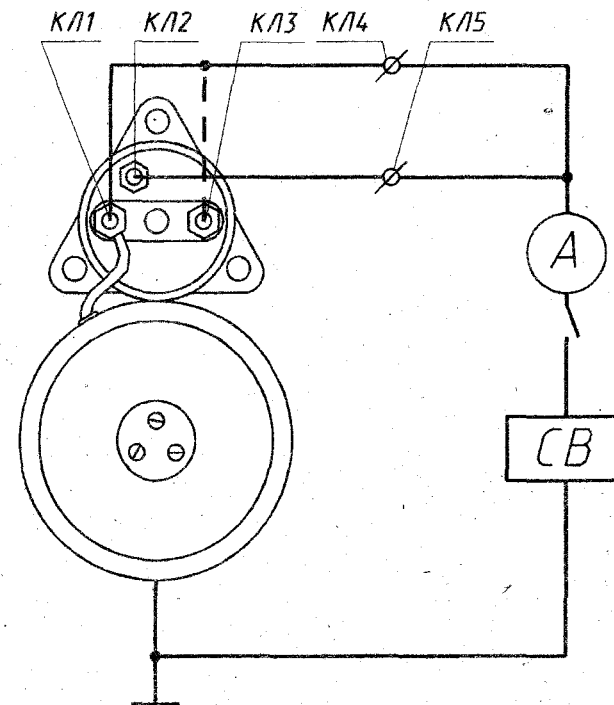


Рис.8 Схема установки для испытаний стартера:

К11 - клемма, соединенная с обмоткой возбуждения; *К12* - клемма включения втягивающего реле; *К13* - клемма для подключения аккумуляторной батареи; *К14* - клемма 6 стенда; *К15* - клемма 20 стенда; *A* - амперметр; *CB* - силовой выпрямитель стенда

- измерить частоту вращения ротора стартера, добившись неподвижного положения метки на муфте свободного хода вращением регулятора 24 и регулятора в корпусе стробоскопа; значение частоты вращения ротора стартера определить по показаниям прибора 15;
- определить ток, потребляемый стартером в режиме холостого хода по показаниям амперметра 13;
- отключить стартер кнопкой 10;

Опыт выполнить три раза, результаты измерений занести в таблицу 1.

3. Определить характеристики стартера в режиме полного торможения. Во избежание перегрева стартера проводить опыт необходимо быстро, не более 10 секунд, с перерывом между включениями 5 минут.

- сохранив прежнее положение органов управления стендом, соединить клемму 20 с клеммой втягивающего реле;

Таблица 1

№ опыта	Опыт холостого хода		Опыт полного торможения	
	$n_{\text{хх}}$, об/мин	$I_{\text{ст}}$, А	$M_{\text{ст}}$, Нм	$I_{\text{ст}}$, А
1				
2				
3				
Среднее				

- провод от клеммы 6 стенда соединить с клеммой стартера для подключения аккумуляторной батареи;

- переключатель 14 установить в положение "25 Нм" (против часовой стрелки до упора);

- включить стартер кнопкой 9;

- определить момент стартера в режиме полного торможения по прибору 15. При этом следует учитывать поправочный коэффициент, указанный на стенде в зависимости от положения переключателя 14, а также поправочный коэффициент, учитывающий число зубьев приводной шестерни (приложение 4)

- определить ток, потребляемый стартером, по амперметру 13;

- отключить стартер кнопкой 10;

4. Рассчитать средние значения величин, полученных при проведении опытов холостого хода и полного торможения. Результаты расчетов занести в таблицу 1.

5. Проверить электрические характеристики втягивающего реле:

- снять провод, соединяющий клемму 6 стенда со стартером;

- переключатель пределов измерения амперметра 12 перевести в положение "500 А";

- включить кнопкой 9 силовой выпрямитель; втягивающее реле должно сработать;

- по показаниям амперметра 13 определить величину тока, потребляемого втягивающим реле.

Провести опыт три раза, затем выключить стенд выключателем 3. Рассчитать среднее значение тока, потребляемого втягивающим реле, и записать полученное значение в таблицу 2.

6. Проверить техническое состояние стартера:

- используя универсальный пробник или тестер, убедиться в наличии или отсутствии замыкания обмотки возбуждения на корпус стартера;

- с помощью тестера также убедиться в отсутствии или наличии замыкания на корпус пластин коллектора;

- используя универсальный пробник или тестер убедиться в наличии или отсутствии обрыва в обмотках ротора и статора;

- индикатором сопротивлений ММВ или мостом постоянного тока МО-68 определить сопротивление контактной части втягивающего реле при полностью втянутом сердечнике, сопротивление контактной части не должно быть более 0,04 Ом.

Данные, полученные в результате измерений, занести в таблицу 2.

Таблица 2

Марка стартера	Обмотка возбуждения			Рабочая обмотка		
	Наличие обрыва	Наличие замыкания на корпус	Наличие межвитк. замыкания	Наличие обрыва	Наличие замыкания на корпус	Наличие межвитк. замыкания
Ток, потребляемый втягивающим реле, А						
Сопротивление контактной части, Ом						

7. Убедиться в исправности механической части стартера - подшипников, щеточных узлов и муфты свободного хода. Определить наличие износа коллектора, подвижность щеток в щеткодержателях. Состояние подшипников определить покачиванием ротора - люфт ощущаться не должен. Шестерня привода с муфтой свободного хода в сборе должна легко перемещаться по шлицам и возвращаться назад под действием возвратной пружины. Рычаг включения приводной шестерни закреплен на эксцентриковом пальце.

Вращением пальца устанавливается зазор между торцом шестерни и упорной шайбой 3...5 мм при полностью втянутом сердечнике втягивающего реле. Исправность муфты свободного хода проверить, удерживая её обойму: приводная шестерня должна вращаться только в одну сторону без люфта в осевом и радиальном направлениях. При выполнении опыта полного торможения ротор должен оставаться неподвижным, иначе имеет место проскальзывание муфты свободного хода.

8. Сделать вывод по результатам проведенной работы, который должен содержать следующие разделы:

- анализ электрических характеристик стартера и втягивающего реле в сравнении их с паспортными данными, приведенными в приложении 3;

- заключение о техническом состоянии обмотки возбуждения, якорной обмотки, контактов втягивающего реле и механической части стартера;

- заключение о возможности дальнейшей эксплуатации стартера с указанием путей устранения обнаруженных неисправностей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроен стартер?
2. Как проверить исправность втягивающего реле стартера?
3. Как проверить исправность обмотки возбуждения стартера?
4. Как проверить исправность механических узлов стартера?
5. Как проверить исправность ротора стартера?
6. Какие опыты необходимо провести для оценки технического состояния стартера?
7. Каково предельное сопротивление контактной части втягивающего реле? Рассчитайте максимальное падение напряжения для Вашего случая.
8. Объясните работу электрической цепи дистанционного управления стартером.
9. Как определяется необходимая мощность стартера для конкретного двигателя?
10. Какие неисправности выявляются при проверке стартера в режиме холостого хода?
11. Какие неисправности выявляются при проверке стартера в режиме полного торможения?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чижков Ю. П. Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов/ Ю. П. Чижков, С. В. Акимов М.: Издательство «За рулем», 1999. 384 с.: ил.
2. Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования/ Л. В. Копылова, В. И. Коротков, В. Е. Красильников и др.; Под ред. М. Н. Фесенко. М.: Машиностроение, 1979. 344 с.: ил.
3. Электрооборудование автомобилей: Справочник/ А. В. Акимов, О. А. Акимов, С. В. Акимов и др.; Под ред. Ю. П. Чижкова. М.: Транспорт, 1993. 223 с.: ил.
4. Тимофеев Ю. Л. Лабораторный практикум по электрооборудованию автомобилей: Учебное пособие для учащихся техникумов/ Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев. М.: Транспорт, 1988. 160 с.: ил. табл.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Параметры генераторов	Генераторы постоянного тока			Генераторы переменного тока			
	Г106	Г108	Г130	Г221	Г250	Г288	Г16.3701
Номинальная мощность, Вт	250	250	350	580	500	1100	900
Номинальное напряжение, В	25	12,5	12,5	14	14	28	14
Максимальный ток, А	10	20	28	42	50	30	65
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом	9,2	7	8	4,3	3,7	16,7	2,5
Сопротивление одной фазы, Ом	-	-	-	0,11	0,12	0,18	0,09
Минимально допустимая высота щеток, мм	-	-	-	5	7	7	7
Тип регулятора напряжения	РР106	РР24	РР130, РР24Г	РР380, РР3702, РР3702	РР132, РР350, РР362 и др	РР133, РР111.3702	13.3702
Диаметральные размеры шкива генератора, мм	МАЗ-200, МАЗ-501, МАЗ-502	ГАЗ-21, ГАЗ-69, М-408	ЗИЛ-130, ГАЗ-53А, ГАЗ-66	ВАЗ 2101 и модифик.	53×79,5	70×102	43×68,5
Применение на автомобилях					УАЗ, ГАЗ и М-2140 и др.	КамАЗ, КраЗ и модифик.	ГАЗ-2410, РАФ, УАЗ, ГАЗ-3102

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРОВ, КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕРКЕ НА СТЕНДЕ Э242

Марка генератора	Напряжение генератора, В	Ток нагрузки, А	Напряжение возбуждения, В	Частота вращения, об/мин
Генераторы постоянного тока				
Г-106	24	10	20	1800
Г-108Б	12	20	9	2500
Г-108М	12,5	20	11,5	2300
Г-130В	12	25	12	2200
Генераторы переменного тока				
Г-221А	14	25	12	2200
Г-250Д2	12,5	25	9,5	2400
Г-250Е2	12,5	25	10,5	1900
Г-250Н2	12,5	25	9	2500
Г-250Г1	12,5	20	12	1700
Г-250Ж1	12,5	25	10,5	2000
Г-250П2	12,5	25	11	2300
Г-288Е	28	30	25	2100
Г-288А	28	30	22	2400
Г-288В	28	15	25	1800
16.3701	14	50	12	2500
161.3701	14	25	11	1900
162.3701	14	40	12	2200

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАРТЕРОВ И ВТЯГИВАЮЩИХ РЕЛЕ

Марка стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, Вт	Холостой ход		Полное торможение		Параметры шестерни		Ток, потребляемый втягивающим реле, А	
			Ток, А	Минимальные обороты, об/мин	Ток, А	Момент, Нм	Модуль, мм	Число зубьев	Втягивающая обмотка	Удерживающая обмотка
СТ4-А1	12	590	55	4000	250	7,5	2,5	9	44	12
СТ368	12	870	70	5000	290	7,5	2,5	9	25,5	-
СТ221	12	1300	35	5000	440	13	2,11	11	34,3	11,8
СТ230А1	12	1500	80	4000	460	19,5	2,5	9	35	11
СТ230И1	12	1600	85	4000	460	19,5	3	11	35	11
СТ230Д	12	1600	75	4000	460	19,5	2,5	9	35	11
СТ230Е	12	1320	75	4000	460	19,5	2,5	9	35	11
СТ130А3	12	1800	90	3400	560	25	3	9	40	11,2
40.3708	12	1130	70	5000	370	10,5	2,5	9	25	15
29.3708	12	1300	75	5000	440	13	2,11	11	24,4	15,8
42.3708	12	1650	75	5000	500	17	2,5	9	43	12
СТ142Б	24	8300	130	7000	515	30	3,75	10	26	12,5
25.3708	24	8000	110	5000	840	72	4,25	11	26,7	4,8
16.3708	24	15500	160	2600	960	70	4,25	11	173	50

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА
ТОРМОЗНОГО МОМЕНТА СТАРТЕРА**

Положение переключателя	Модуль и число зубьев приводной шестерни стартера	Поправочный коэффициент
2,5×9	2,11×1	1,05
	2,5×8	0,89
	2,5×9	1,00
3×11	3×9	0,82
	3×11	1,00
	3,175×9	0,87
	3,75×10	1,20
4,25×10	4,25×10	1,00
	4,25×11	1,10
	4,5×11	1,20

Белецкий Андрей Валерьевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ" ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 150100 ДНЕВНОГО И ОЧНО-ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЙ

Редактор Т.М.Курьянова

Подписано в печать 9.03.03. Формат 60×84 1/16. Бумага газетная Ротапринт. Печ.л. 2,0. Тираж 75 экз. Заказ № 1. Бесплатно.
Липецкий государственный технический университет. 398600. Липецк, ул.Московская, 30. Типография ЛГТУ. 398600. Липецк, ул. Московская, 30.