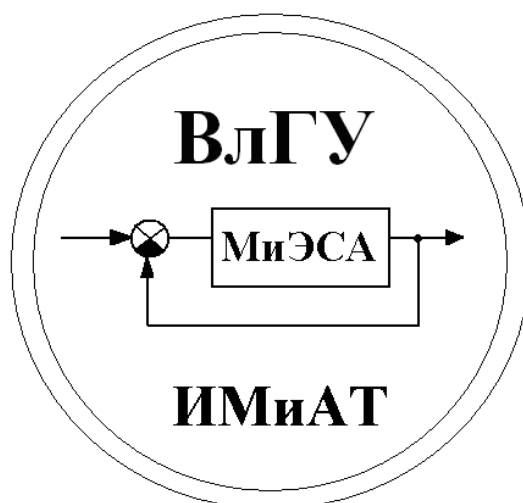


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Кафедра «Мехатроника и электронные системы автомобилей»

ИСПЫТАНИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Методические указания к лабораторным работам



Владимир 2013

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методической комиссии направления
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Одобрено кафедрой «Мехатроника и электронные системы автомобилей»
« ____ » _____ 2013 г., протокол № _____

Составитель к. т. н., доцент Шарапов А.М.

В методических указаниях приведены основные теоретические понятия и описание методик испытаний отдельных узлов электрооборудования автомобилей и тракторов, приведено описание лабораторных установок, а также порядок проведения работ.

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Испытания и надежность электрооборудования автомобилей и тракторов» предназначены для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» профиля «Элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов».

Учебное издание

ИСПЫТАНИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Владимирский государственный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	4
2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ СТАРТЕРОВ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	12
3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ	20
4. КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО КОММУТАТОРА.....	28
5. БАЛАНСИРОВКА РОТОРА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	38
6. ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО СТАРТЕРА.....	45
7. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	52
8. ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА МОДЕЛИ Э250...	59

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться обнаруживать и устранять неисправности в основных цепях электрооборудования автомобилей.

Приборы, материалы, оборудование

- Стенд для определения неисправностей в цепях осветительной и светосигнальной аппаратуры.
- Вольтметр или контрольная лампа с проводами, оканчивающимися наконечниками-щупами.

Стенд для определения неисправностей в цепях осветительной и светосигнальной аппаратуры состоит из металлической рамы, на которой скреплены осветительная и светосигнальная аппаратура, коммутационные приборы, источник электрической энергии – 12 - вольтовая аккумуляторная батарея стартерного типа. Все приборы соединены в одну схему (рис.1).

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На всех отечественных автомобилях принята однопроводная система проводки: одним проводом служит изолированный провод, вторым - масса автомобиля (металлические части автомобиля). Источники электроснабжения низкого напряжения (генератор и аккумуляторная батарея) соединены между собой параллельно, причем отрицательные клеммы источников соединены с массой, а положительные - с изолированным проводом. Все агрегаты автотракторного электрооборудования присоединены к источникам электроснабжения параллельно. Если в электрической цепи имеется амперметр, то ток, питающий все потребители, исключая схему питания стартера, проходит через него (иногда ток звукового сигнала также минует амперметр). На современных автомобилях питание всех потребителей, исключая стартер и систему зажигания осуществляется через предохранители.

Неисправности систем электрооборудования определяют и устраняют во время проведения работ по техническому обслуживанию автомобиля.

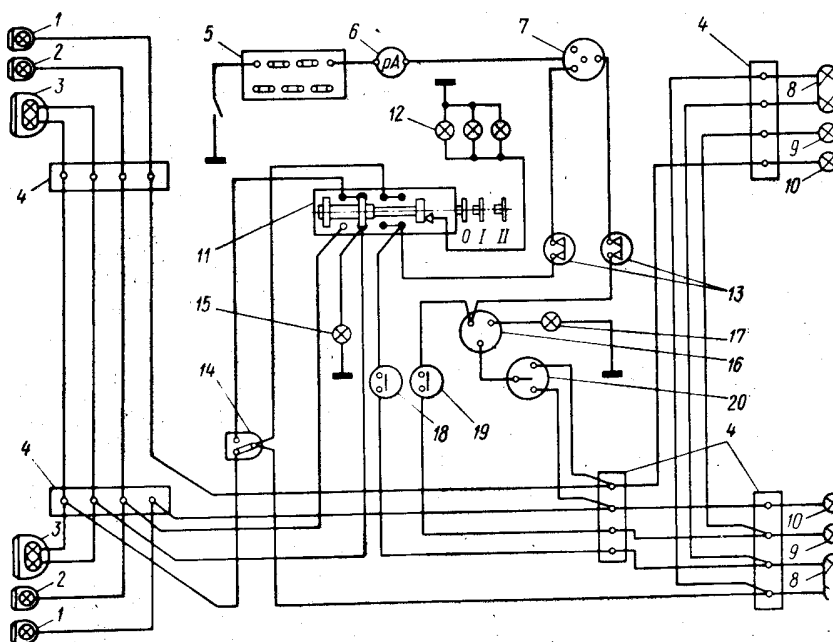


Рис.1. Схема осветительной и светосигнальной систем легкового автомобиля
 1 - передний указатель поворота; 2 - фонарь; 3 - фара; 4 - соединительная панель;
 5 — аккумуляторная батарея; 6 — амперметр; 7 — выключатель зажигания и стартера; 8 - лампа габаритного света и сигнала торможения; 9 - лампа света заднего хода; 10 - лампа указателей поворота; 11 - центральный переключатель света; 12 - лампы освещения шкал контрольно-измерительных приборов;
 13 -термобиметаллический предохранитель; 14 - ножной переключатель света; 15 -индикатор дальнего света; 16 — реле указателей поворота; 17— контрольная лампа включения указателей поворота; 18 - выключатель сигнала торможения;
 19 - выключатель света заднего хода; 20 - переключатель указателей поворота.

Для выполнения этих работ предусмотрены переносные и передвижные приборы, а также специальные стенды для проверки работы отдельных агрегатов. Неисправности определяют и устраняют также и по мере их возникновения в процессе эксплуатации автомобиля непосредственно на линии с помощью простейших приспособлений (контрольная лампа и т.п.).

Основным признаком неисправности агрегата является невыполнение им своих функций. Отказ в работе может быть вызван следующими причинами: неисправностью источника электропитания, срабатыванием автоматических или перегоранием плавких предохранителей в цепи агрегата, неисправностями

в проводке или конструкции агрегата. Неисправность источника электропитания выявляют путем измерения его выходных электрических параметров. Срабатывание автоматических предохранителей определяется визуально по их внешнему виду; перегорание плавких предохранителей определяется так же.

Неисправности проводки могут быть вызваны обрывом изолированного провода цепи питания или провода, соединяющего агрегат с массой автомобиля; замыканием изолированного провода на массу; окислением или замасливанием наконечников и клемм; ослаблением крепления проводов к клеммам; разъединением соединителей или отсоединением наконечника от клеммы; неправильным соединением цепи после демонтажа и последующего монтажа агрегатов, а также неисправностью коммутирующих устройств.

Неисправности агрегатов определяются визуально или при испытании агрегата на стенде. Обнаружение неисправностей агрегатов в схеме электрооборудования автомобилей должно производиться по одной и той же схеме.

Если какой-либо агрегат не функционирует, то необходимо осуществить следующие операции.

1. Убедиться в исправности источника электроснабжения путем включения других агрегатов. Если они не функционируют нормально, то причиной отказа является неисправность источника электроснабжения или основной проводки от источника до разветвления на отдельные системы. Исправность источника электроснабжения проверяют при отключении от него всех систем. Аккумулятор проверяют специальным прибором, который создает определенную электрическую нагрузку и одновременно фиксирует значение напряжения. Исправность генератора характеризуется наличием напряжения на выходных клеммах при вращении его вала с частотой, соответствующей средней частоте вращения коленчатого вала.

Если источник электрической энергии неисправен, то его заменяют исправным: неисправный источник демонтируют и направляют в ремонт.

Если источник энергии в исправном состоянии, то при неработающих нескольких агрегатах поиск неисправностей начинают с проверки проводки от

источника электрической энергии до той зоны, в которой происходит разветвление проводки к неработающим агрегатам.

Если другие агрегаты функционируют нормально, то при определении источника отказа ограничиваются проверкой электрической цепи питания агрегата, включая агрегат. Проверку осуществляют по методике, описанной выше.

2. Проверить (обычно визуально) состояние предохранительного устройства. Если предохранительное устройство сработало, то оно приводится в рабочее положение (путем включения автоматического предохранителя или замены плавкого предохранителя) и производится пробное включение

агрегата. Если при этом агрегат начинает функционировать нормально, то считают, что причиной является случайное срабатывание предохранительного устройства. Однако за работой этого агрегата устанавливают дополнительный контроль.

Если в течение нескольких дней эксплуатации нарушений в работе не отмечается, то дополнительный контроль над этим агрегатом снимается. При повторном срабатывании предохранительного устройства в течение контрольного времени или непосредственно при пробном включении агрегата производят дальнейшую проверку (см. п. 3).

3. Неисправность проводки определяют измерением напряжения между подводимым изолированным проводом, отсоединенным от агрегата, и массовой клеммой или проводом агрегата при включенной цепи питания на испытуемый агрегат. Напряжение измеряют вольтметром или определяют с помощью контрольной лампы. В случае наличия напряжения агрегат следует считать неисправным и он подлежит демонтажу и отправляется в ремонт, а на его место устанавливают заведомо исправный агрегат.

В случае отсутствия напряжения на подводимых клеммах к агрегату при включении цепи питания на этот агрегат неисправность находится в проводке или коммутирующих устройствах. Отсутствие электрического контакта в цепях, включая обрыв внутри изолированной проводки, выявляют с помощью вольтметра или контрольной лампы. Проверку начинают с соединения агрегата с массой. Для этого включают цепи питания на агрегат, отсоединенный изолированный провод присоединяют к вольтметру или контрольной лампе, а второй конец лампы присоединяют к контакту с массой автомобиля.

При наличии напряжения дефект следует искать в цепи проводки от агрегата до массы автомобиля. При отсутствии напряжения проверяют изолированную цепь путем последовательного перенесения мест подсоединения вольтметра или контрольной лампы по цепи в направлении от агрегата к источнику электроснабжения при включении питания. Если при касании к одной клемме вольтметр не показывает напряжение и лампа не горит, а при касании к следующей клемме, расположенной по схеме ближе к источнику питания, вольтметр указывает на наличие напряжения и лампа горит, то неисправность находится на участке цепи между этими клеммами.

Неисправность в этой цепи может быть вызвана окислением или замасливанием наконечников и клемм, ослаблением крепления проводов в клеммах, разъединением соединителей или отсоединением наконечника от клеммы, обрывом изолированного провода, неисправностью коммутирующего устройства (если оно имеется в данном участке цепи).

При окислении и замасливании наконечников проводов и клемм, а также при ослаблении крепления наконечников проводов к клеммам нарушается контакт или происходит разрыв цепи. При плохом контакте в зонах крепления наконечников проводов отмечается нагрев поверхностей, обусловленный

большим переходным сопротивлением. Поэтому происходит падение напряжения, и агрегаты потребителей оказываются под напряжением, меньшим нормального, работа их нарушается. Нарушение контакта на клеммах определяется таким же образом, как и обрыв провода, однако в данном случае щупом вольтметра или контрольной лампы касаются не клемм, а наконечников проводов или самих проводов (если это возможно). Если при касании щупом вольтметра или контрольной лампы одного конца провода вольтметр показывает напряжение или лампа горит, а при касании второго конца провода вольтметр не показывает или показывает меньшее напряжение, а лампа не горит или горит в полнакала, то это может быть результатом плохого контакта в наконечнике. Для устранения неисправности клемму зачищают и плотно соединяют.

Срабатывание одного из предохранительных устройств во время пробного включения агрегата свидетельствует о том, что в цепи имеется короткое замыкание. Для подтверждения этого вместо предохранителя последовательно в цепь включают контрольную лампу и включают питание на агрегат. Если имеется короткое замыкание в цепи, то лампа горит ярко. В этом случае следует определить наличие короткого замыкания в агрегате и в проводке.

Для определения наличия короткого замыкания в агрегате или проводке отключают изолированный провод от агрегата и производят включение питания (при условии замены предохранителя контрольной лампой). Если в этом случае лампа не горит, то короткое замыкание произошло в агрегате. Такой агрегат демонтируют и направляют в ремонт. Если контрольная лампа горит, то короткое замыкание следует искать в элементах проводки и коммутирующих устройствах. Участок проводки, в котором предполагается короткое замыкание, определяется путем последовательного отсоединения участков цепи. Короткое замыкание отмечается на том участке, после отсоединения которого контрольная лампа гаснет. Обычно короткое замыкание происходит при повреждении изоляции и касании массы автомобиля токоведущей жилой.

Неисправности в цепях системы освещения и световой сигнализации автомобиля

В цепях системы освещения и световой сигнализации встречаются следующие виды неисправностей:

- не горят нити дальнего и ближнего света или обеих фар;
- не включаются оба передних фонаря освещения или один из них;
- не горят лампы задних фонарей или лампах приборов;
- не горят лампы указателей поворота;
- не горит лампа освещения номерного знака.

В системе освещения и световой сигнализации встречаются неисправности как в приборах, так и в соединительных проводах и коммутационной аппаратуре. В приборах перегорает нить лампы, отмечается плохой контакт токопроводящих деталей с лампой или массой. Для определения вида

неисправности в цепях системы освещения и световой сигнализации применяют вольтметр или контрольную лампу с патроном, имеющие два вывода. К этим выводам присоединяют щупы.

Возможные неисправности и способы их устранения приведены ниже:

горит нить дальнего или ближнего света лампы только правой фары и горит лампа левой фары (неисправный участок находится между соединительной панелью левой фары и лампой правой фары). Проверку осуществляют с помощью контрольной лампы и вольтметра;

на клеммах соединительной панели левой фары напряжение имеется (так как лампа левой фары горит). Следует проверить, есть ли напряжение на клеммах соединительной панели правой фары. Для этого касаются щупом вольтметра (контрольной лампы) клеммы соединительной панели, а вторым щупом — массы;

отсутствуют показания вольтметра или контрольная лампа не горит, (участок между соединительными панелями неисправен). Детально проверяют проводку между соединительными панелями. Если на шкале вольтметра имеются показания или контрольная лампа горит, то участок между соединительными панелями исправен и неисправность отмечается в зоне, расположенной от правой соединительной панели до правой лампы. Проверку этого участка выполняют при частично разобранный фаре. Для этого извлекают из фары оптический элемент, проверяют исправность лампы. Визуально проверяют состояние контактирующих элементов в патроне. После обнаружения неисправностей их устраняют, и при включении схемы она должна нормально функционировать;

не горят нити дальнего света ламп обеих фар, а горят нити ближнего света ламп. Повреждение отмечается в зоне, расположенной между клеммами ножного переключателя, соединительной панелью и каждой фарой. Для определения неисправностей включают дальний свет и касаются одним щупом вольтметра или контрольной лампы выходной клеммы ножного переключателя, а вторым щупом - массы;

на шкале вольтметра отсутствуют показания или контрольная лампа не горит, надо заменить ножной переключатель;

на шкале вольтметра имеются показания или лампа горит, это означает, что прибор исправен, и, начиная от места подсоединения прибора к данной клемме, последовательно проверяют проводку, включив фары.

не горят нити ближнего света ламп обеих фар. Неисправность определяют тем же методом, что и предыдущую;

горят лампы дальнего и ближнего света обеих фар, а другие потребители (подфарники и задние фонари) работают нормально. Неисправность следует искать на участке от выходных клемм центрального переключателя до ножного переключателя, ее определяют с помощью вольтметра или контрольной лампы.

не горят лампы обоих подфарников; это означает, что неисправность находится на участке цепи от выходной клеммы центрального переключателя света до подфарников. Проверку осуществляют с помощью вольтметра или контрольной лампы последовательно по всей цепи, включая подфарники.

не включаются задние фонари. Неисправность следует искать в цепи от центрального переключателя до задних фонарей.

не загорается лампа сигнала торможения; необходимо проверить всю цепь, начиная от центрального переключателя света.

В приведенной схеме все цепи освещения подключены к центральному переключателю с биметаллическим предохранителем. При возникновении короткого замыкания в одной из цепей через предохранитель проходит ток большой силы. Вследствие этого биметаллическая пластина сильно нагревается; при этом она изгибается, и контакты, размыкаются. При отсутствии тока пластина охлаждается, выпрямляется и контакты вновь замыкаются. Во время короткого замыкания слышны щелчки, лампы освещения не горят или мигают.

Порядок определения неисправностей следующий. Перемещая центральный переключатель, определяют цепь, в которой имеется короткое замыкание. Затем приступают к обнаружению короткого замыкания, руководствуясь изложенной выше методикой для определения неисправностей с признаками короткого замыкания.

Неисправности в системе освещения и световой сигнализации могут быть и других видов, но принципы их нахождения должны быть аналогичными описанным методическим указаниям.

ЗАДАНИЕ

1. Внимательно изучить описание лабораторной работы и усвоить методические указания.

2. Перечертить в тетрадь схему, приведенную в описании лабораторной работы, и просмотреть все цепи питания потребителей электрической энергии.

3. Показать преподавателю схему и ответить на его вопросы.

4. После получения разрешения преподавателя включить электропитание на стенде с помощью выключателя массы.

5. Используя коммутационную аппаратуру стенда, произвести проверку функционирования всех осветительных и светосигнальных приборов.

Обнаруженную неисправность зафиксировать в тетради для лабораторных работ. Затем отключить стенд, предварительно выключив все осветительные и светосигнальные приборы.

6. На схеме, начерченной в тетради, наметить последовательность зон включения контрольной лампы. При этом следует руководствоваться методическими указаниями, изложенными в данной лабораторной работе. Схему

последовательности обнаружения неисправностей показать преподавателю и получить разрешение на дальнейшее выполнение работы.

7. Включить стенд, установить режим, при котором проявляется неисправность, и произвести поиск неисправности. После каждого включения контрольной лампы зафиксировать результаты и записать в тетрадь.

8. После обнаружения неисправности с результатами ознакомить преподавателя, устранить неисправность и повторно проверить работу всех осветительных светосигнальных приборов. Результаты поиска и устранение неисправности и зафиксировать и записать в тетради для лабораторных работ.

9. Окончательные результаты показать преподавателю, который делает отметку в тетради и журнале о выполнении данной лабораторной работы. Неисправности в схему вносит преподаватель; характер неисправностей должен меняться для каждой новой группы учащихся с соответствующей отметкой в журнале.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете о лабораторной работе должны быть приведены следующие материалы.

1. Схема светосигнальной и осветительной аппаратуры.
2. Характер неисправностей.
3. Последовательность обнаружения неисправностей (с указанием дополнительных схем светосигнальной и осветительной аппаратуры).
4. Результаты обнаружения и устранения неисправностей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите возможные неисправности в цепях проводки.
2. Какие осветительные и светосигнальные приборы работают при включении фар ближнего света (укажите на схеме)?
3. Какие функции выполняет переключатель света?
4. Покажите на схеме цепь питания лампы сигнала торможения.
5. Какова методика обнаружения короткого замыкания в цепях осветительных и светосигнальных приборов?

Лабораторная работа № 2

«ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ СТАРТЕРОВ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ»

Цель работы: Ознакомиться с дефектами и методами их устранения при ремонте стартера.

Краткие теоретические сведения

Причины возникновения дефектов стартеров при эксплуатации следующие: естественный износ и старение деталей и сборочных единиц под воздействием силовых факторов и времени;

износ под воздействием вибрации и ударов;

влияние факторов, связанных с условиями эксплуатации;

нарушение сроков проведения технического обслуживания и правил эксплуатации;

низкое качество и несвоевременность проведения текущего и капитального ремонта.

Длительные статистические исследования технического состояния стартеров СТ 130, поступающих в капитальный ремонт, дали возможность выявить перечень основных дефектов.

Смятие корпуса на посадочных местах крышки возникают во время ремонта, а также при некачественном выполнении разборочных и сборочных операций. Такой дефект имеют 28 % корпусов стартеров, отработавших ресурс до капитального ремонта.

"Фрезерование" поверхности полюсов появляется при износе вкладышей подшипников скольжения во втулках; в этом случае якорь во время работы отклоняется от нормального положения и касается пакетом железных пластин поверхности полюсов. Такой дефект вызывается несвоевременным ремонтом крышек. Следует учитывать, что стартер расположен в труднодоступном для обслуживания месте, что иногда вызывает нарушение сроков его технического обслуживания и приводит к повышенному износу подшипников.

Если нарушена регулировка включения стартера по отношению к положению шестерни привода, то на стартер преждевременно подается напряжение, т.е. до того момента, как шестерни войдут в зацепление, вследствие чего шестерня входит в соприкосновение торцевой поверхностью

зубьев с торцовой поверхностью венца маховика. При этом происходит интенсивный износ торцов зубьев (в практике такой дефект называется "фрезерование зубьев" венца маховика).

Износ шейки вала стартера зависит от материала подшипника. Большое влияние на износ оказывает правильность работы системы пуска, особенно четкость блокировки стартера. Из-за несвоевременного отключения стартера в момент, когда двигатель уже работает, а стартер не отключен, частота вращения шестерни стартера больше частоты вращения вала стартера. Если этот режим часто повторяется, то возможен преждевременный износ шейки вала и вкладыша подшипника.

Износ шейки вала со стороны коллектора зависит от соблюдения правил ухода за стартером, частоты использования стартера, т.е. от режима эксплуатации (числа пусков на 10 км пробега). Вибрация и тряска увеличивают износ шейки вала со стороны коллектора.

Износ шейки вала со стороны привода зависит от тех же причин, что и износ шейки вала со стороны коллектора. Однако износ шейки со стороны привода усугубляется значительными радиальными и осевыми усилиями, воспринимаемыми подшипниками со стороны привода; износ шейки имеют 66 % стартеров, поступивших в капитальный ремонт.

Износ посадочной поверхности под подшипник в крышке со стороны коллектора является результатом несвоевременного технического обслуживания и ремонта.

Износ отверстия в ушке крепления крышки со стороны привода возникает под действием вибрации и ударов, он увеличивается при ослаблении крепления стартера и отсутствии периодического подтягивания болтов крепления стартера к картеру маховика во время технического обслуживания. Износ шестерни привода зависит от характера нагрузки (шестерня нагружена в момент прокручивания коленчатого вала двигателя стартером). Если привод стартера перемещается не до конца, то зубья шестерни привода не входят полностью в зацепления с зубьями венца маховика и нагрузки воспринимаются только частью зуба, что вызывает повышенный износ зубьев шестерни привода и венца маховика.

При поступательном движении муфты привода торец шестерни привода упирается в тело зуба венца маховика, в результате чего происходит износ (смятие торца зуба).

Пробуксовывание муфты привода происходит из-за износа поверхности заклинивания роликовой муфты свободного хода. Повышенный износ наблюдается при неправильной регулировке системы блокировки, т.е. когда стартер своевременно не отключается и шестерня привода начинает вращаться с частотой вращения, равной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Характер *эрозионного и коррозионного износа* коллектора зависит главным образом от частоты пользования стартером, а также от нагруженности

стартера в период пуска. Начальная стадия износа коллектора сопровождается подгаром пластин.

Износ щеток по высоте носит эрозионный и коррозионный характер и зависит от степени нагруженности стартера во время пуска и частоты пусков, т.е. от условий эксплуатации.

Межвитковое замыкание в катушках возникает вследствие естественного старения изоляции проводов катушки, которое происходит под воздействием воды, проникающей в стартер во время преодоления брода.

Разрыв соединительной шины катушек может быть вызван вибрацией и тряской.

Замыкание обмотки стартера на массу, а также замыкание между секциями обмоток являются результатом ухудшения свойств изоляции. Такие дефекты обусловлены повреждениями секций при касании якоря полюсов.

Пробой и механическое повреждение изоляции катушек обусловлены воздействием вибрации, ухудшением изоляции в результате старения, воздействием паров бензина, масла и высокой температуры двигателя.

Порядок разборки стартера

Отвертывают гайку с нижнего контактного болта тягового реле 5 и отсоединяют от него вывод щеток (рис.2). Отвернув винты крепления тягового реле к корпусу стартера 4, реле снимают, отсоединив его якорь от рычага 6 привода. Затем отвертывают гайки стяжных шпилек корпуса и отсоединяют заднюю крышку 1 с щеточным узлом 3 от корпуса стартера.

Корпус с магнитами возбуждения или обмоткой возбуждения отсоединяют от крышки 8 стартера со стороны привода, а вал обгонной муфты 7- от центральной шестерни 12 редуктора. Затем вынимают якорь и разбирают редуктор (водило 10 и шестерни 11, 12).

Разборку привода начинают, снимая стопорное кольцо, расположенное под ограничительным кольцом, опору вала и шестерню.

Тяговое реле разбирают, отвернув винты крепления крышки и отпаяв выводы обмотки.

После разборки проводят диагностирование сборочных единиц Стартера: якоря, корпуса с обмоткой или магнитами возбуждения, крышки, щеточного узла, привода, редуктора и тягового реле.

Якорь электростартера является наиболее сложной и дорогостоящей деталью, на которую приходится до 30% цены всего изделия. 3 % якорей не подлежат ремонту и выбраковываются.

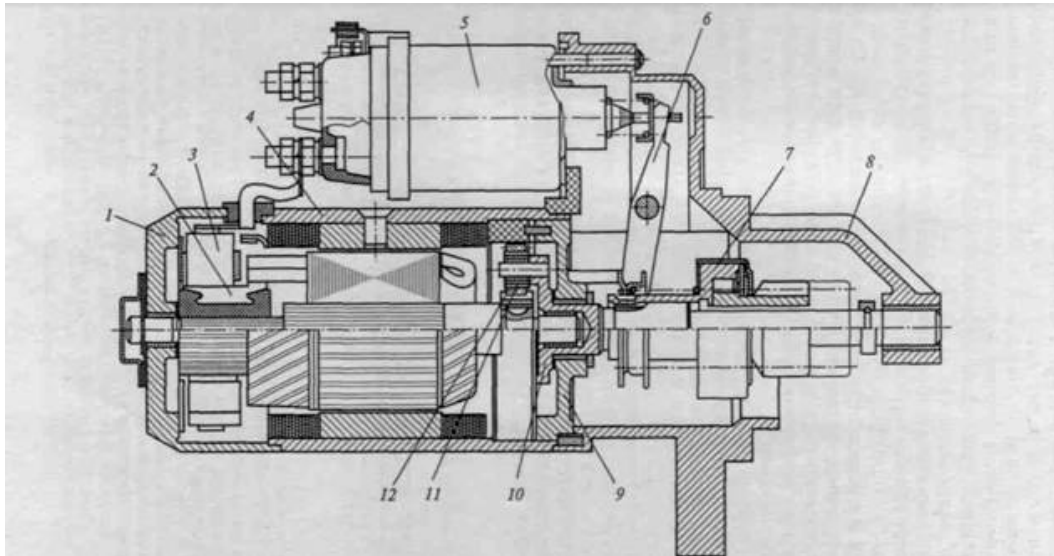


Рис. 2. Конструктивная схема стартера с редуктором и электромагнитным возбуждением.

1 — задняя крышка; 2 — коллектор электростартера; 3 — щеточный узел; 4 — корпус стартера с обмоткой возбуждения в сборе; 5 — тяговое реле; 6 — рычаг привода стартера; 7 — обгонная муфта; 8 — крышка в сборе со стороны привода; 9 — шестерня редуктора с внутренним зацеплением; 10 — водило редуктора; 11 — шестерня планетарного механизма; 12 — центральная шестерня редуктора

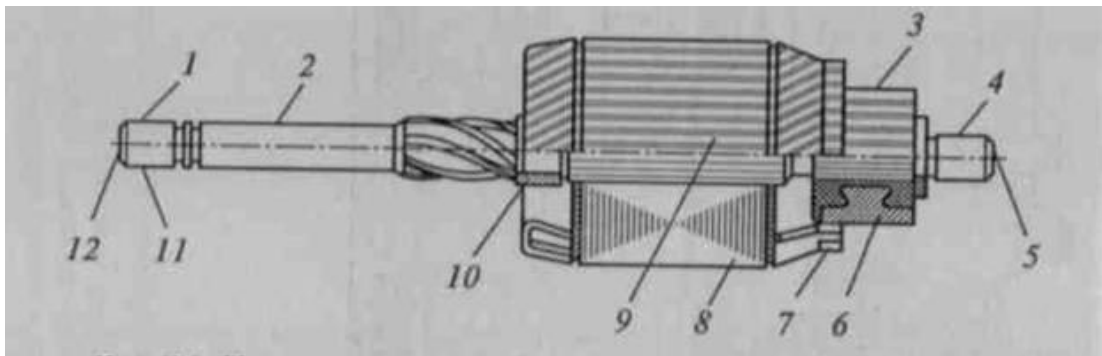


Рис. 3 Схема дефектов якоря

1,4 — износ шеек пала со стороны соответственно привода и коллектора; 2 — износ поверхности вала якоря, по которой перемещается муфта свободного хода; 3 — износ, подгорание и окисление коллектора, в определенных случаях требующие его замены; 5, 12 — забитость торцов вала со стороны соответственно коллектора и привода; 6, 8 — биение соответственно коллектора и сердечника относительно шеек вала вследствие превышения допустимой деформации; 7 — отпайка обмоток якоря от коллектора; 9 — короткое замыкание обмоток якоря на «массу»; 10 — износ или ослабление посадки промежуточной втулки; 11 — выкрашивание шейки вала со стороны привода;

Дефекты электрического характера, например обрывы или короткие замыкания обмотки якоря, определяются с помощью прибора типа Э236 (Рис.4)

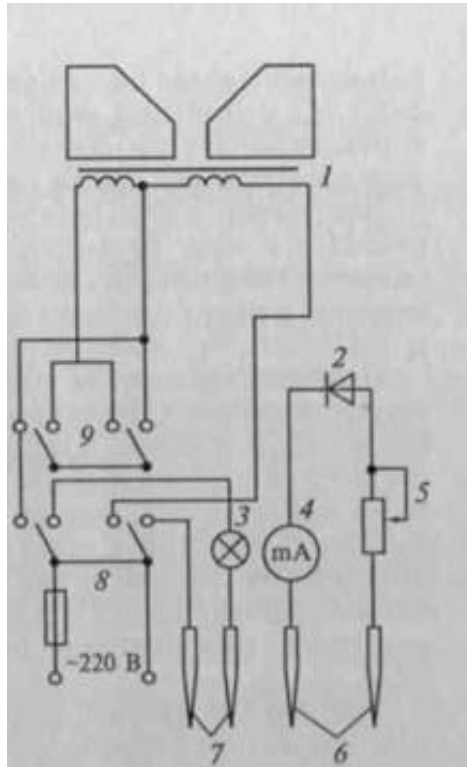


Рис. 4. Электрическая схема прибора типа Э236 для контроля обмотки якоря

1- трансформатор; 2- выпрямитель; 3 - контрольная лампа; 4 - миллиамперметр; 5-реостат регулировки миллиамперметра; 6-щупы для контроля коллектора; 7- щупы для контроля сопротивления изоляции обмотки; 8-переключатель вида проверки; 9- переключатель режимов.

В верхней части прибора находится сердечник трансформатора 1 в виде двух призм, на который укладывают диагностируемые якоря. С помощью переключателя режимов 9 устанавливают вид проверки: контроль изоляции, выявление короткозамкнутых секций обмотки якоря или определение правильности направления намотки секций. Контрольная лампа 3 и миллиамперметр 4 служат индикаторными и отсчетными элементами прибора для определения дефектов якоря. Щупы 7 предназначены для подключения прибора к контролируемым участкам якоря.

Примерно у 10 % якорей встречаются межвитковые и короткие замыкания, а также разнос обмоток. У стартеров, снабженных редуктором, дефектов, связанных с разносом, в 1,5 раза больше. Эти якоря не подлежат восстановлению из-за большой трудоемкости их разборки и замены пакета железа. До 90 % якорей поступают на восстановление путем протачивания и полирования коллектора на токарном станке с последующей проверкой на

наличие межвиткового и короткого замыканий. После протачивания якорь обдувают сжатым воздухом для удаления медной пыли.

Согласно опыту ремонта и результатам статистического анализа дефектов, для восстановления у 37 % якорей размеров шейки вала со стороны привода применяется технология шлифования под ремонтный размер. При этом ремонтную втулку подшипника скольжения, запрессовываемую в крышку стартера, развертывают под соответствующий ремонтный размер. В остальных случаях шейки вала восстанавливают посредством запрессовки ремонтной втулки с последующим шлифованием или гальваническими методами и осталиванием.

Шейка вала якоря со стороны коллектора менее нагружена, чем со стороны привода. Ремонту подлежат около 37 % шеек, однако с целью уменьшения биения коллектора остальные валы также шлифуют под ремонтный размер, меньший, чем в первом случае, и запрессовывают в крышку со стороны коллектора ремонтные металлокерамические втулки уменьшенного диаметра.

Для ремонта шейки вала якоря, по которой перемещается муфта свободного хода, применяют такие технологии восстановления размеров изношенной шейки, как осталивание и твердое хромирование. В ряде случаев осуществляют селективный подбор валов и приводов с втулками, развернутыми под ремонтные размеры.

Наиболее трудоемкий процесс ремонта вала якоря — это замена коллектора. Сначала на токарном станке резцом разрушают коллектор, после чего в ванне с нагретым припоем расплавляют его остатки и удаляют их. Затем напрессовывают новый коллектор; с помощью специального приспособления укладывают концы секций обмотки в пазы; зачеканивают выступы коллектора, закрепляя тем самым в них секции обмотки; опаивают, протачивают и полируют коллектор.

Замена коллектора завершается проверкой электрических параметров якоря на приборе типа Э236.

При ремонте крышки стартера со стороны коллектора выполняют следующие операции: устраняют ослабленное крепление щеткодержателя дополнительной расклейкой оставшихся заклепок; изношенную бронзографитовую или металлокерамическую втулку в корпусе заменяют ремонтной; восстанавливают размеры центрирующего пояска крышки и направляют ее на сборку стартера.

Аналогичный технологический процесс применяют и при ремонте крышки стартера со стороны привода, которая имеет дефекты, связанные с износом подшипников скольжения, а также Забитую резьбу под стяжные болты и болты крепления.

Ремонт редукторов стартера заключается в замене разрушенных и изношенных деталей новыми, так как восстановление водила, шестерен

планетарного механизма и сателлитов нецелесообразно из-за его высокой себестоимости.

Ремонт полюсных катушек стартера состоит в замене изоляции обмоток или намотке и изолировании новых обмоток.

Муфты свободного хода при ремонте подвергают разборке и меняют латунные втулки, ролики, пружины плунжеров и профилированные обоймы. После сборки муфты проверяют на усилие проворачивания шестерни по калибру соосности и на усилие передачи крутящего момента.

Тяговое реле ремонтируют только в том случае, если оно имеет разборную конструкцию. Неразборные реле заменяют новыми. После ремонта тяговое реле испытывают на специальном стенде, который позволяет проверить напряжения включения и выключения реле, плавность хода его якоря, а также измерить сопротивление обмоток и предварительно отрегулировать положение винта в якорьке.

Приборы, материалы, оборудование

1. Рабочие чертежи сборочных единиц и деталей.
2. Сборочные единицы и детали стартера, подлежащие капитальному ремонту.
3. Измерительный инструмент (проходные и непроходные скобы и контрольные калибры), предназначены для оценки дефектов.
4. Прибор Э-236.

Задание

1. Описать сборочную единицу (по указанию преподавателя) стартера и уяснить ее назначение.
2. Составить последовательность дефектовочных операций.
3. Произвести оценку узлов по видам дефектов.
4. Составить маршрутную карту технологии ремонтных работ для восстановления сборочной единицы.
5. Составить спецификацию деталей, необходимых для восстановления сборочной единицы.
6. Составить отчет по работе.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить описание лабораторной работы и соответствующий теоретический материал.
2. Произвести оценку деталей и сборочных единиц стартера по следующим видам дефектов:
 - смятие на посадочных местах крышек;
 - выработка, забоины и заусенцы на поверхности полюса;
 - пробой изоляции катушки на массу;
 - механическое повреждение наружной изоляции катушек;
 - износ: шейки вала под муфту привода; коллектора; гнезда крышки со стороны коллектора под вкладыш; торца шестерни;

- короткое замыкание в секциях и секций якоря на массу.

При оценке используют следующие показатели: «годен», «ремонтпригоден» и, «негоден».

3. После разделения деталей на группы для ремонтпригодных (по указанию преподавателя) составить маршрутную карту технологии ремонтных работ с указанием технологических режимов.

4. Руководствуясь полученными данными, составить спецификацию новых деталей и сборочных единиц для восстановления стартера.

5. Показать результаты работы преподавателю.

Содержание отчета

В отчете о лабораторной работе необходимо привести следующие материалы.

1. Назначение сборочной единицы.

2. Описание и оценка с помощью коэффициентов повторяемости дефектов, ремонта, выбраковки и годности всех возможных дефектов данной сборочной единицы.

3. План последовательности определения дефектов.

4. Таблицу номинальных и дефектовочных размеров, по которым производят дефектовочные работы, и причины возникновения дефектов.

5. Маршрутную карту по технологии ремонтных работ (включая технологические режимы) для восстановления сборочной единицы.

6. Спецификацию новых деталей для восстановления сборочной единицы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В какой период работы стартера изнашивается шейка вала под подшипник привода?

2. Чем вызваны забоины на пакете ротора и на полюсах статора?

3. В какой момент работы стартера происходит подгорание контактного диска включателя стартера?

4. Почему возникают смятие и забоины на посадочных местах крышек?

5. Почему происходит износ зубчатых колес по торцу зубьев?

Лабораторная работа № 3

«ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Ознакомиться с возможными дефектами генераторов переменного тока, методами их оценки и обнаружения, а также способами их устранения при капитальном ремонте на примере генератора типа Г 250.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Причины возникновения дефектов генераторов переменного тока при эксплуатации следующие:

- естественный износ и старение деталей и узлов под воздействием силовых факторов и времени;
- износы под влиянием вибрации и ударов;
- старение материалов под воздействием температурных нагрузок;
- воздействие факторов, связанных с условиями эксплуатации (запыленность, длительное действие воды, соленых брызг с полотна дороги в зимний, осенний и весенний периоды, паров бензина и масла и т.п.);
- низкое качество операций, производимых во время выполнения работ по техническому обслуживанию, несоблюдение необходимых требований эксплуатации и обслуживания;
 - низкое качество операций, производимых во время выполнения текущего и капитального ремонтов.

Рассмотрим контроль и испытание генератора переменного тока типа Г 250, предназначенного для работы совместно с регулятором напряжения в схеме электрооборудования автомобиля ЗИЛ-130 и его модификаций.

В процессе сборки узлов на заводе-изготовителе осуществляются следующие операции контроля.

Ротор. Проверка биения ротора и концевых колец относительно вала, дисбаланса, диаметров ротора и контактных колец, отсутствия межвиткового короткого замыкания и проверка сопротивления катушки возбуждения; испытание электрической прочности изоляции.

Статор. Отсутствие межвиткового замыкания фазовых катушек, испытание электрической прочности изоляции.

Крышка со стороны контактных колец. Проверка диодов выпрямительного блока на падение напряжения и силу обратного тока.

Генератор в сборе. Собранный генератор подвергают внешнему осмотру и проверке посадочных размеров, а также проверяют по электрическим параметрам.

При температуре окружающей среды и генератора $20 \pm 5^\circ \text{C}$ и независимом возбуждении 12,5 В частота вращения ротора генератора без нагрузки должна быть не более 900 и 1900 мин^{-1} при силе тока 28 А.

Длительные статистические исследования технического состояния генераторов переменного тока типа Г - 250, поступивших на капитальный ремонт, дали возможность выявить основные дефекты генераторов, отработавших свой ресурс до первого капитального ремонта. Сопоставление статистических данных по степени износа деталей генераторов и типовой технологии капитального ремонта генераторов переменного тока позволило "оценить" дефекты с помощью следующих коэффициентов:

- повторяемости дефектов, характеризующего процент данного дефекта в общей массе ремонтируемых генераторов;
- ремонта, характеризующего процент ремонтпригодности деталей по данному дефекту;
- сменности дефектов или выбраковки, характеризующего процент выбраковки деталей или узла по данному дефекту;
- годности, характеризующего процент годности деталей по данному дефекту.

Перечисленные выше коэффициенты характеризуют ремонтпригодность деталей, а также являются надежным ориентиром для организации производства ремонта. Если известна программа ремонта с помощью рассмотренных коэффициентов, можно рассчитать необходимую производственную мощность, расход материалов и количество запасных частей.

Естественный *износ подшипников качения* генераторов переменного тока зависит от частоты вращения ротора генератора в период эксплуатации. При больших передаточных числах износ увеличивается. Износ подшипников качения повышается также при чрезмерном возрастании нагрузки на передний подшипник в случае превышения натяжения приводного ремня. Статистические исследования показали, что у всех генераторов, поступающих в капитальный ремонт, подшипники качения необходимо заменить на новые.

Натяжение приводного ремня оказывает влияние и на *износ посадочной поверхности*. Рассмотрим наиболее распространенные дефекты и причины их возникновения. Износ посадочной поверхности под подшипник в крышке генератора со стороны привода составляет 48%, а в крышке генератора со стороны контактных колец - 40 %. Износ посадочной поверхности под подшипник в крышке обусловлены воздействием вибрации и передаваемых усилий, которые сминают микронеровности после обработки резанием. При этом посадка наружного кольца шарикоподшипника ослабляется, и наружное кольцо поворачивается в гнезде, но вызывает износ посадочной поверхности.

Износ контактных колец и щеток в основном носит эрозионный характер, однако коррозионно - механическое изнашивание также имеет распространение; эрозионное изнашивание зависит от материала контактирующих пар, давления щетки на кольцо, а также от окружной скорости в зоне контакта. Коррозионно - механическое изнашивание связано с искрообразованием под щеткой и зависит от плотности тока в зоне контакта, а также от степени прилегания щетки к контактному кольцу. Износ контактных колец зависит от суммарного воздействия описанных факторов. Как видно из прил. 4, 42 % генераторов, поступивших в капитальный ремонт, имеют подгар колец, около 20 % генераторов - повышенный износ, не восстанавливаемый ремонтом.

Смятие и забой резьбы на концах вала генератора являются дефектами, возникающими при низком качестве технического обслуживания и капитального ремонта.

Ослабление посадки ротора происходит под действием инерционных сил, обусловленных изменением угловой скорости ротора. Под действием этих же сил происходит постепенное раскачивание приводного шкива, которое сопровождается *износом шпоночной канавки вала по ширине*. На этот дефект влияет также качество технического ухода, заключающееся в несвоевременной подтяжке гайки крепления шкива.

Износ шейки валов под подшипники происходит вследствие смятия микронеровностей поверхности вала после механической обработки под воздействием вибрации и тряски. В результате постепенно ослабляется посадка внутреннего кольца подшипника качения на шейке, и кольцо начинает проворачиваться на валу.

Износ отверстий в ушках крепления генератора переменного тока происходит в связи с ослаблением болтов крепления генератора к кронштейну под действием вибрации и ударов и при отсутствии своевременной подтяжки болтов при техническом обслуживании. Последнее обстоятельство вызвано плохим качеством технического обслуживания, а также неудачной компоновкой генератора на автомобиле, что практически затрудняет проведение указанной операции. Таким дефектом обладают 34% генераторов, поступающих в капитальный ремонт.

Износ боковой поверхности шкива происходит под действием проскальзывания приводного ремня из-за ослабления его натяжения. Этот дефект объясняется несвоевременным регулированием величины натяжения приводного ремня. Этот дефект присущ 38 % генераторам, поступающих на капитальный ремонт.

Дефектовочные работы проводят с помощью специального инструмента (проходные и непроходные калибры и скобы для оценки степени износа отверстий и валов). При использовании универсального измерительного инструмента результаты замеров сравнивают с величиной номинальных и допустимых размеров.

Учитывая длительное воздействие температуры и времени, считаем, что изоляция обмоток генераторов переменного тока, проработавшая ресурс до капитального ремонта, полностью исчерпала свой срок службы, и необходима замена обмоток у всех генераторов.

Дефекты выпрямителя вызваны естественным старением под действием электрической нагрузки и теплоты, а также зависят от качества изготовления.

Дефектовочные работы осуществляются с помощью аккумулятора и контрольной лампы. В случае электрического пробоя последовательно включенная лампа с выпрямителем (будет) гореть при прямом и обратном включении напряжения. При обрыве цепи внутри выпрямителя лампа не горит как при прямом, так и при обратном включении напряжения.

Для определения ремонтпригодности деталей генератора следует ориентироваться на таблицу коэффициентов повторяемости дефектов,) ремонта, выбраковки и годности (если в графе коэффициентов повторяемости ремонта или выбраковки стоит знак "_", то это означает, что данные операции при таком дефекте не производятся). Для оценки степени повторяемости обнаруженного дефекта следует также пользоваться данными прил. 5.

Исследовательская часть Приборы, материалы, оборудование

1. Техническая документация на испытуемый генератор (ГОСТы, ТУ, чертежи).
2. Вольтметр 0 - 15 В постоянного тока (класс 0,5).
3. Амперметр 0 — 15 А постоянного тока (класс 0,5).
4. Источник постоянного тока напряжением 15 В.
5. Универсальный испытательный стенд.

Универсальный стенд типа Э250 (рис. 5) позволяет проверять электрические параметры генераторов мощностью до 500 Вт, напряжением 12 и 24 В. На стенде, кроме испытания генераторов переменного и постоянного тока, можно осуществить контроль реле - регуляторов, стартеров, а также проверить изоляцию электрических аппаратов и определить сопротивление электрических цепей.

Стенд является стационарным устройством, которое на период транспортировки крепится на деревянном поддоне 1. Потребителю рекомендуется использовать стенд с поддоном для предохранения корпуса стенда от влияния влаги на месте его эксплуатации. Корпус стенда состоит из тумбы 2 и приборной стойки 6, сваренных из листовых конструкций, скрепленных между собой болтами. На полке внутри тумбы слева размещаются: блок нагрузки генераторов, частотный преобразователь привода, справа нагрузочный резистор, адаптирующий силовой источник питания к проверяемому стартеру. Резистор служит для ограничения тока, потребляемого стартером в режиме полного торможения, при перемещении его ползуна вправо сопротивление уменьшается. Слева на тумбе вентиляционное окно блока нагрузки закрыто защитной перфорированной крышкой, на ее правой боковой стенке окно нагрузочного резистора закрывает откидная крышка 12.

На задней стенке тумбы имеются силовые клеммы 13 для подключения зарядного устройства или стороннего пускового устройства, используемый в аккумуляторных модификациях стенда при проверке стартеров под нагрузкой. В нижнем отсеке тумбы сзади размещен источник питания проверяемых стартеров, им являются одна или две аккумуляторные батареи (АБ) или сетевой источник питания (СИП)— в зависимости от конструктивного исполнения стенда. Источником питания проверяемых стартеров может служить и стороннее пусковое устройство. Передняя

откидная крышка 3 тумбы обеспечивает доступ к полке, где уложены провода из комплекта принадлежностей стенда. На столешнице тумбы закреплены приспособления для крепления генераторов - натяжное устройство 4 и для стартеров - нагрузочное устройство 11.

Внутри приборной стойки слева на столешнице тумбы закреплен привод генераторов. Защитная крышка 5 защищает оператора при работе с приводом в случае схода или обрыва ремня и блокирует включение стенда при открывании. Приборная стойка 6 служит для размещения на ней откидывающейся панели управления 8, на которой закреплены индикаторы и все платы измерителей и органы управления ими, а также клеммы подключения проверяемого оборудования. В верхней части стойки под козырьком установлены лампы подсветки рабочего места оператора, доступ к которым закрывает верхняя крышка 7. На левой боковой стенке приборной стойки располагаются предохранители, разъемы подключения индуктора и осветителя. На правой стенке стойки расположена силовая клемма подключения стартеров 9 и клеммный переключатель номинального напряжения проверяемого электрооборудования 10 с перемычкой.

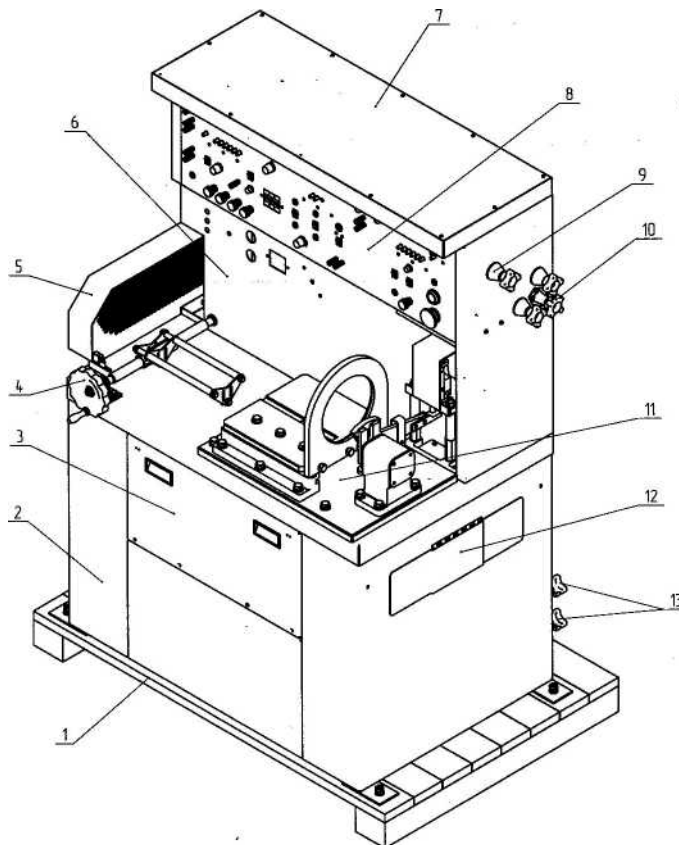


Рис. 5. Стенд Э250 для испытания генераторов

Вначале генератор проверяют *без нагрузки*. Для этого рукоятку реостата нагрузки поворачивают против часовой стрелки до упора. Перемещением движка реостата устанавливают на вольтметре Напряжение, равное 12,5 В, и в

дальнейшем поддерживают его постоянным. Записывают показания амперметра, которые должны быть не более 3 А, что свидетельствует об исправной цепи возбуждения. Постепенно, поворачивая рукоятку по часовой стрелке, увеличивают частоту вращения генератора до тех пор, пока напряжение, контролируемое вольтметром, не достигает 12,5 В. Фиксируют частоту вращения, соответствующую этому режиму.

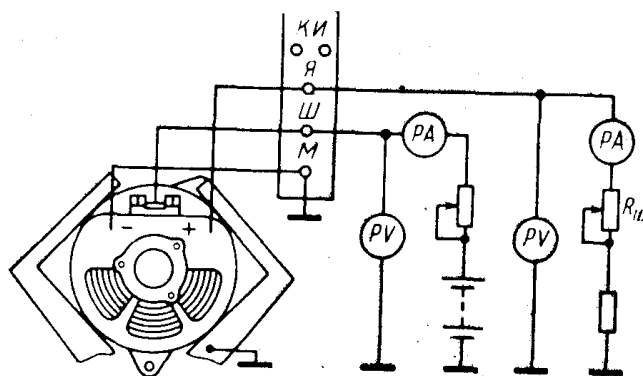


Рис. 6. Схема включения генератора переменного тока

При контроле генератора *под нагрузкой*, не выключая электродвигатель стэнда, поворачивают рукоятку реостата нагрузки по часовой стрелке и наблюдают за показаниями амперметра; значение напряжения генератора поддерживают постоянным, увеличивая частоту вращения генератора. Как только сила тока на амперметре достигнет значения 28 А, фиксируют частоту вращения генератора. Годным считается генератор, у которого частота вращения без нагрузки не превышает 900 мин^{-1} , а при силе тока 28 А - не более 1900 мин^{-1} .

Проверка генератора на соответствие электрическим параметрам в заводских условиях производится на специальном стенде. Контрольные испытания проводят при не нагретом состоянии генератора и температуре окружающей среды, равной $20 \pm 5^\circ \text{ C}$. Обмотка возбуждения генератора должна питаться от постороннего источника постоянного напряжения 12,5 В.

На рис. 7 приведена токоскоростная характеристика - генератора переменного тока с самоограничением. Токоскоростная характеристика - зависимость тока генератора I_d от скорости вращения при постоянном выпрямленном напряжении генератора. Испытываемый генератор как и большинство автотракторных генераторов переменного тока является генератором с самоограничением отдаваемого тока. На графике это выражается тем, что при максимальной частоте n_{max} вращения генератора отдаваемый им ток не превышает предельно допустимого значения $I_{d \text{ max}}$.

Контролируемая точка 1 на графике определяет начальную частоту вращения генератора n_x , выше которой он способен заряжать аккумуляторную батарею и отдавать ток потребителю. Контролируемая точка 2 определяет

номинальную расчетную силу тока $I_{dн}$ и соответствующую ей частоту вращения n_n .

Точка 2 на графике характеризуется касательной, проведенной из начала координат и соответствует максимальному отношению P/n .

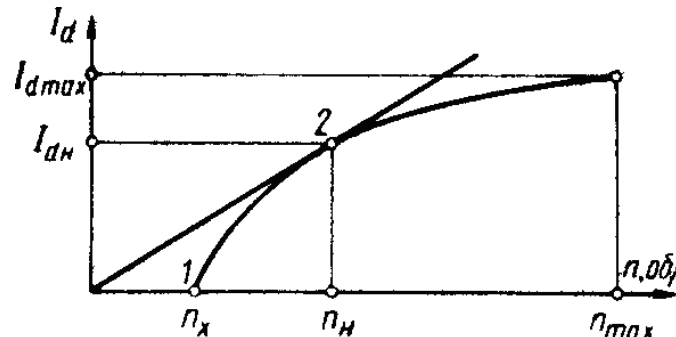


Рис. 7. Токоскоростная характеристика генератора переменного тока

Точка 3 на графике соответствует допустимой силе тока $I_{d\max}$ генератора и соответствующей ему частоте вращения. В нашем случае принимаем $n_{\max} = 5000 \text{ мин}^{-1}$.

Токоскоростная характеристика генератора приближенно может быть выражена уравнением

$$I_d = I_{d\max}(1 - e^{-n/n_x}),$$

которое позволяет по данным контрольных точек n_n , n_x , $I_{dн}$, полученных во время испытания, построить третью точку, для которой справедливо уравнение

$$I_{d\max} = I_{dн} / (1 - e^{-n_n/n_x}).$$

ЗАДАНИЕ

1. Изучить описание лабораторной работы и соответствующий теоретический материал.
2. Оценить детали и сборочные единицы генератора по следующим видам дефектов:
 - задиры по внутренней поверхности статора;
 - смятие и забой резьбы на концах вала ротора;
 - подгорание контактных колец;
 - износ контактных колец, шпоночной канавки по ширине, шейки вала под подшипник со стороны контактных колец, отверстия в ушке крепления крышки генератора со стороны привода посадочной поверхности под подшипник в крышке генератора со стороны привода посадочного отверстия шкива, щеток;
 - трещины и сколы в крышке генератора со стороны привода;
 - пробой выпрямителя;

- обрыв внутри выпрямителя.

Перечень дефектов, по которым следует произвести оценку, указывает преподаватель.

Оценку производить по показателям "годен"; "ремонтнопригоден"; "негоден"; пользуясь таблицей коэффициентов, выявить наиболее массовые дефекты (наибольший коэффициент повторяемости).

3. После разделения деталей на группы по указанию преподавателя для ремонтнопригодных деталей составить маршрутную карту технологии ремонтных работ.

4. Руководствуясь полученными результатами оценки дефектов составить спецификацию новых деталей, необходимых для восстановления генератора.

5. Представить результаты работы преподавателю.

6. Произвести контроль электрических параметров генератора на стенде типа Э250 по методике, описанной выше. Результаты измерений занести в таблицу. Рассчитать максимальную силу тока $I_{d \max}$.

4. По известным значениям силы тока построить токоскоростную характеристику $I_d = f(n)$ (считать, что $n_{\max} = 5000 \text{ мин}^{-1}$).

5. Дать заключение о соответствии полученных электрических параметров требуемым.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете о лабораторной работе должны быть приведены следующие материалы.

1. Назначение сборочной единицы.

2. Описание и оценка с помощью коэффициентов повторяемости дефектов, ремонта, выбраковки и годности всех возможных дефектов данной сборочной единицы.

3. Составить технологическую карту определения дефектов и указать виды дефектовочных работ

4. Составить таблицы номинальных и предельных размеров, по которым производились дефектовочные работы и перечислить причины возникновения дефектов.

5. Составить технологическую карту ремонтных работ (включая технологичные режимы) для восстановления сборочной единицы.

6. Составить спецификацию новых деталей для восстановления сборочной единицы.

7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем вызван износ гнезда подшипника?

2. Назовите причины, вызывающие износ шеек вала ротора?

3. Чем вызван износ отверстий в крышках под крепление генератора?

4. Почему обмотки статора удаляются, а не дефектуются?

5. Начертите схему проверки выпрямителей, содержащую источник постоянного тока и контрольную лампу, опишите методику проверки.
6. Чем вызван износ ручья шкива генератора?
8. Какое влияние оказывает на контролируемые электрические параметры нагрев генератора?
9. Основные виды дефектов генераторов переменного тока.
10. Основные виды дефектов индукторных генераторов переменного тока.
11. Причины уменьшения тока возбуждения.
12. Причины увеличения $I_{\text{хх}}$ выше частоты более 900 мин^{-1} .
13. Причины увеличения $I_{\text{н}}$ при частоте выше 1900 мин^{-1} .

Лабораторная работа №4

«КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО КОММУТАТОРА»

Цель работы: Изучение методик производственного контроля и испытания автомобильного транзисторного коммутатора.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На автомобилях широко применяются транзисторные системы зажигания с контактным управлением. Наибольшее распространение получила контактно - транзисторная система зажигания на одном транзисторе. Такая система зажигания в основном предназначена для автомобилей с восьмицилиндровыми двигателями. Электрическая схема этой системы показана на рис. 8. Система зажигания состоит из следующих элементов: катушки зажигания (типа Б 114), распределителя зажигания (типов Р 4Д, Р 130 и др.), транзисторного коммутатора (типа ТК 102), блока добавочных резисторов (типа СЭ 107), свечей зажигания.

Транзисторный коммутатор ТК 102 является частью контактно - транзисторной системы: он выполняет функции усилителя. Транзисторный коммутатор состоит из оребренного алюминиевого корпуса, внутри которого размещены транзистор, импульсный трансформатор, электрический конденсатор, блок защиты, в котором размещены диод, стабилитрон и конденсатор.

Наиболее важным элементом транзисторного коммутатора является силовой германиевый транзистор ГТ 701 - А, в цепь эмиттера которого включена первичная обмотка катушки зажигания. При замкнутых контактах прерывателя к переходу база — эмиттер транзистора приложено напряжение в прямом направлении (плюс батареи — к эмиттеру, минус — к базе). Участок эмиттер — коллектор транзистора открыт, сила тока по первичной обмотке

катушки равна 7,0 - 7,3 А, а сила тока, протекающего через контакты прерывателя, составляет 0,7 - 0,9 А.

При размыкании контактов прерывателя протекание тока базы прекращается, и транзистор запирается. Приток электрической энергии к первичной обмотке прекращается, в первичном и во вторичном контурах возникают свободные затухающие колебания.

По достижении первой полуволны вторичного напряжения значения пробивного напряжения свечи происходит искровой разряд.

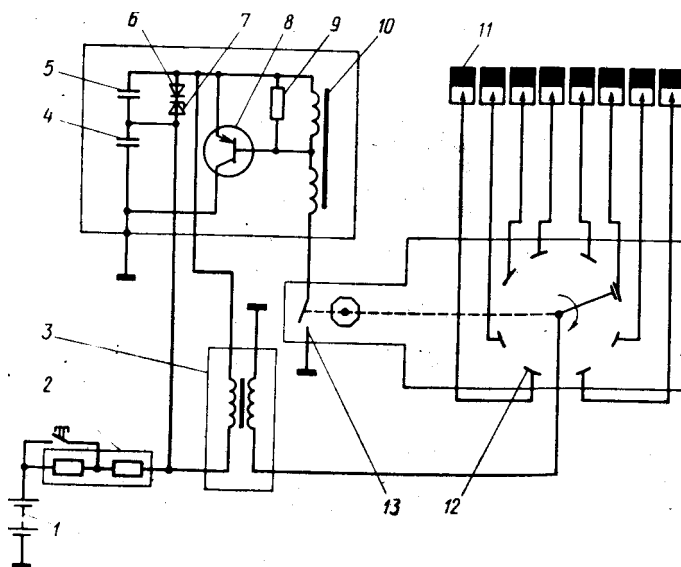


Рис. 8. Схема контактно - транзисторной системы зажигания:

1 - аккумуляторная батарея; 2 - блок добавочных резисторов; 3 - катушка зажигания; 4 — электролитический конденсатор; 5 - конденсатор; 6 - диод; 7 - стабилитрон; 8 - транзистор; 9 - резистор; 10 - импульсный трансформатор; 11 - искровые свечи; 12 - распределитель высокого напряжения; 13 - прерыватель низкого напряжения

Для ограничения напряжения на участках транзистора в схеме коммутатора предусмотрены элементы защиты.

Специальный трансформатор 10 предназначен для обеспечения быстрого запираения транзистора. При размыкании контактов 13 прерывателя во вторичной обмотке наводится ЭДС, под действием которой транзистор запирается. Для ограничения напряжения предназначен резистор 9. Амплитуда замыкающего напряжения не должна превышать 15 В (контроль осуществляется в процессе производства коммутатора).

Напряжение на участке эмиттер — коллектор транзистора, которое не должно превышать 100 В, ограничивается кремниевым стабилитроном 7, напряжение стабилизации которого составляет $82 \text{ В} \pm 10 \%$. Напряжение стабилизации выбрано таким, чтобы оно в сумме с напряжением питания не превышало предельно допустимого импульсного напряжения на участке эмиттер – коллектор (100 В).

Стабилитрон является ответственным элементом схемы коммутатора, определяющим нормальную работу транзистора и коммутатора в целом. Для повышения надежности все стабилитроны подвергают входному контролю.

Стабилитрон совместно с диодом 6 включен параллельно первичной обмотке катушки зажигания 3. Диод 6 препятствует протеканию тока через стабилитрон 7 в прямом направлении. Поэтому исключается шунтирование первичной обмотки катушки зажигания. В то же время через диод протекает ток стабилитрона при пробое стабилитрона. От исправной работы диода зависит работа стабилитрона и коммутатора.

Конденсатор 5 препятствует мгновенному возрастанию первичного напряжения после размыкания контактов прерывателя, не допуская лавинного пробоя транзистора. При замыкании пластин конденсатора шунтируется первичная обмотка катушки зажигания, и система зажигания выходит из строя. Обрыв в цепи конденсатора приводит к перенапряжению на участке эмиттер — коллектор транзистора и к ухудшению его теплового режима, вследствие чего надежность работы транзистора снижается.

Стабилитрон, диод и конденсатор конструктивно объединены в единый блок — блок защиты, в котором перечисленные элементы залиты полиэфирным компаундом. Для лучшего охлаждения стабилитрона предусмотрена Г - образная алюминиевая пластина - теплоотвод.

Электролитический конденсатор 4 защищает транзистор от случайных импульсных перенапряжений, которые могут возникнуть в цепи питания.

Требования к комплектующим деталям

Все комплектующие детали должны удовлетворять требованиям ГОСТов соответствующей технической документации. Кроме того, осуществляется входной контроль всех сборочных элементов. Проверяют внешний вид и маркировку всех резисторов. У 5% резисторов от партии (не менее 20 шт.) осуществляют контроль омического сопротивления, которое должно быть $37 \text{ Ом} \pm 20\%$. Проверяют внешний вид и маркировку всех конденсаторов. У 10% конденсаторов от партии (не менее 20 шт.) проверяют значение емкости ($1,0 \text{ мкФ} \pm 10\%$ и тангенс угла потерь ($\text{tg } \delta$), который должен быть не более 0,016.

Диоды Д7Ж или Д226Г, кремниевые стабилитроны проходят сплошной контроль по соответствующим ТУ и ГОСТ. Кроме того, стабилитроны подвергают специальной тренировке импульсным током. Проверяют внешний вид и маркировку конденсаторов К-50 – 3 - Б, а также отсутствие короткого замыкания у всех конденсаторов. Затем проверяют внешний вид, маркировку и основные параметры всех транзисторов.

Испытание изоляции высоковольтных деталей (крышек катушки зажигания и распределителя, изолятора свечи) проводят в трансформаторном масле при помощи устройств, обеспечивающих приложение напряжения испытания к токоведущим деталям и плавный подъем напряжения со скоростью не более 1000 В. После достижения значения напряжения испытания (например, 22 кВ) для крышки прерывателя - распределителя напряжение выдерживается 1 мин,

затем плавно снижается до $1/3$ своего значения и отключается. Мощность трансформатора, применяемого для проведения этих испытаний, должна быть не менее $5 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Технические требования на транзисторный коммутатор и комплектующие элементы

У всех транзисторных коммутаторов после сборки проверяют следующее.

1. Соответствие коммутатора конструкторской документации по внешнему виду и присоединительным размерам.

2. Бесперебойность искрообразования. Транзисторный коммутатор комплектно с катушкой зажигания Б 114, с добавочным резистором СЭ 107 и распределителем Р 137 должен обеспечивать бесперебойное искрообразование на стандартные трехэлектродные игольчатые разрядники с искровым промежутком 7 мм при частоте вращения кулачка 2750 мин^{-1} .

Проверка бесперебойности искрообразования производится в течении 30с. визуально и на слух в течении 5 с. с помощью прибора контроля искрообразования. Напряжение питания, измеренное при замкнутых контактах прерывателя, должно составлять $12^{+0,3} \text{ В}$.

3. Контроль напряжения на участках эмиттер - коллектор и база - эмиттер на соответствие эталонам.

4. Обкатка транзисторного коммутатора производится на специальном стенде при вращении восьмигранного кулачка с частотой вращения, равной 1700 мин^{-1} (24 с^{-1}) в течение 1 ч. 45 мин. Целью обкатки является выявление скрытых дефектов электрических элементов и схем. Напряжение питания схемы равно 12^{+3} В , а искровой зазор трех электродного разрядника составляет 7 мм.

Не реже одного раза в год изделия подвергают периодическим испытаниям, которые кроме перечисленных пунктов включают следующие виды испытаний:

- на виброударопрочность,
- электрическую прочность токоведущих деталей,
- в схеме с разомкнутой вторичной цепью на однократное длительное включение,
- на теплостойкость,
- на тепло- и холодостойкость,
- влагостойкость,
- надежность.

Приборы для контроля и измерения вторичного напряжения транзисторного коммутатора

Трехэлектродный игольчатый разрядник - является обязательным прибором для производственного контроля аппаратов зажигания (рис. 9, а). Преимущество разрядника состоит в том, что его емкость очень мала, и, следовательно, он почти не влияет на режим работы испытываемого аппарата зажигания. К электроду 1 подводится напряжение от аппарата зажигания, электрод 2 соединен с массой. Эти электроды являются основными. Вспомогательный ионизирующий электрод 3 изолирован и расположен вблизи электрода 1. Вспомогательный электрод представляет собой некоторую емкость. При появлении импульса высокого напряжения между электродами 1 и 3 образуется искровой разряд, заряжающий эту емкость. Образующиеся в результате разряда ионы уменьшают время запаздывания пробоя и стабилизируют основной разряд между электродами 1 и 2.

Измерение вторичного напряжения с помощью трехэлектродного разрядника заключается в установке максимального зазора между основными электродами, при котором еще не происходит перебоев искрообразования. Наличие перебоев определяется визуально и на слух. По имеющемуся графику (рис. 9, б) определяют напряжение, развиваемое аппаратом зажигания.

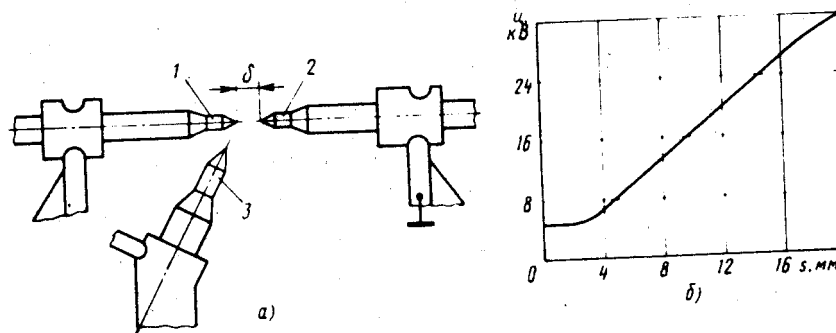


Рис. 9. Трехэлектродный игольчатый разрядник:

*а - конструкция; б - зависимость его пробивного напряжения
от расстояния между электродами*

При контроле аппаратов зажигания проверяют бесперебойность искрообразования при определенном зазоре. Пробой искрового зазора означает, что напряжение, генерируемое аппаратом зажигания, больше пробивного напряжения разрядника, соответствующего данному зазору между электродами. Если наблюдается бесперебойное искрообразование при зазоре 7 мм, то это означает, что напряжение, развиваемое аппаратом зажигания, превышает 11 кВ, а при зазоре 12 мм - 19 кВ.

Электростатический киловольтметр с высоковольтным выпрямителем (рис. 10) используется для измерения импульсного напряжения, создаваемого аппаратами зажигания.

Запирающее действие диода обуславливает невозможность разряда конденсатора. Поэтому конденсатор заряжается до амплитудного значений первой полуволны затухающего процесса. Если амплитуды серии импульсов различны, то напряжение конденсатора равно максимальному импульсу. Перед каждым новым измерением необходимо разрядить конденсатор. Прибор имеет высокую точность измерения.

Электронный осциллограф позволяет не только измерять, но и наблюдать за импульсными токами и напряжением во вторичной цепи, а также в различных цепях транзисторной системы зажигания. Для уменьшения искажений при наблюдении медленно протекающих процессов в системах зажигания применяют осциллографы С1 - 16, С1 - 18 и т.п. с усилителями постоянного тока. Так как осциллограф не рассчитан на измерение высокого напряжения, его включают через делитель напряжения (рис. 11), который не должен изменять режим работы цепи и искажать характер процесса. Наибольшее применение нашли RC-делители. Чтобы делитель не искажал формы исследуемого импульса, постоянные времени плеч делителя должны быть одинаковы, т.е. $R_1, C_1 = R_2, C_2$.

Коэффициент ослабления сигнала

$$K = R_2 / (R_1 + R_2).$$

При наблюдении процесса изменения напряжения на стороне низкого напряжения на участках эмиттер-коллектор и эмиттер-база транзистора осциллограф непосредственно подключают к исследуемым участкам (без делителя).

Прибор для контроля бесперебойности искрообразования дает возможность объективно контролировать работу приборов зажигания. Прибор состоит из двух электронных схем. На вход одной из них подается электрический сигнал, пропорциональный вторичному напряжению; на вход другой схемы - сигнал, пропорциональный разрядному току. После необходимого усиления и обработки сигналы сравниваются логической схемой. Нормальное искрообразование характеризуется определенным соотношением этих сигналов. При отсутствии и с преобразования загорается сигнальная лампа.

При отсутствии описанного прибора контроль бесперебойности искрообразования осуществляется субъективным методом, при котором оператор - контролер визуально и на слух в течение 30 с. наблюдает за разрядником. Перебои в искрообразовании не допускаются.

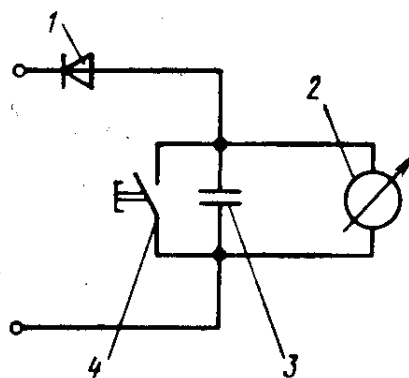


Рис. 10. Схема для измерения импульсных напряжений:

*1 - высоковольтный диод; 2 - электростатический киловольтметр;
3 - накопительный конденсатор; 4 – кнопка*

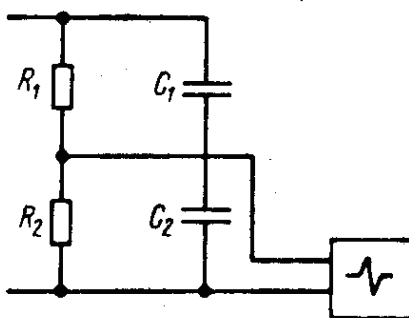


Рис. 11. Схема включения осциллографа через делитель напряжения

Сборка транзисторного коммутатора включает сборку корпуса, сборку блока защиты с заливкой его полиэфирным компаундом, намотку и монтаж импульсного трансформатора, общую сборку, обкатку и контроль.

После сборки и визуального осмотра схемы транзисторный коммутатор происходит комплексный контроль на специальном стенде (рис. 12), Стенд состоит из источника постоянного тока $GВ$, питающего схему коммутатора, электродвигателя M , вращающего кулачок и приводящего в действие прерыватель $S3$, высоковольтного разрядника Q , осциллографа и прибора для контроля бесперебойности искрообразования.

Осциллограф дает возможность одновременно наблюдать характер изменения напряжения на участках эмиттер — база и эмиттер — коллектор транзистора. Прибор для контроля бесперебойности искрообразования позволяет автоматически, в течение 5 с, контролировать коммутатор на бесперебойность искрообразования.

На стенде можно проводить два вида контроля — комплексный контроль работы схемы коммутатора с помощью осциллографа и контроль коммутатора на бесперебойность искрообразования.

В первом случае для контроля напряжения база — эмиттер и эмиттер-коллектор в цепь питания включен добавочный резистор R1, обеспечивающий питание схемы пониженным напряжением. Коммутатор проверяют в комплекте с катушкой зажигания (Б 114), работающей на открытую цепь (из гнезда высоковольтного вывода вынут проводник), добавочными резисторами (R2, R3), прерывателем с восьмигранным кулачком. При исправном коммутаторе форма напряжения на экране осциллографа должна соответствовать изображению, представленному на рис. 13.

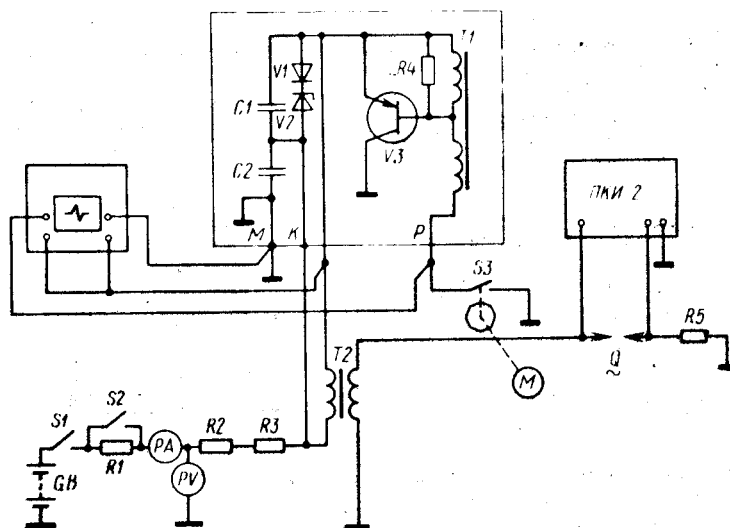


Рис. 12. Схема испытания транзисторного коммутатора типа ТК 102

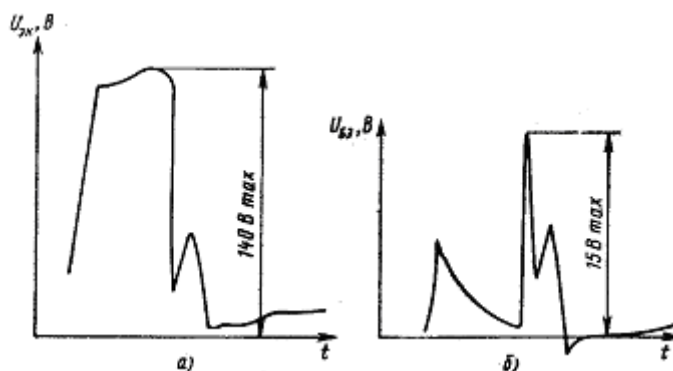


Рис. 13. Кривые напряжения на участках транзистора:
а — эмиттер - коллектор; б — база - эмиттер

Исследовательская часть

Приборы, материалы, оборудование

1. Испытательный стенд.
2. Универсальный измерительный прибор.
3. Измеритель универсальный.
4. Осциллограф.
5. Прибор контроля искрообразования.

ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с принципом действия транзисторного коммутатора.
2. Ознакомиться с методами контроля и испытания транзисторного коммутатора и используемой для этой цели аппаратурой.
3. Произвести контроль электроэлементов транзисторного коммутатора (резистора, диода, стабилитрона, конденсатора) на соответствие требуемым параметрам.
4. Осуществить комплексный контроль собранного транзисторного коммутатора и контроль бесперебойности искрообразования.

Методические указания по проведению лабораторной работы

Измерить электрические параметры резисторов, диодов, стабилитронов с помощью универсального измерительного прибора в соответствии с инструкцией. Измерению подвергаются три прибора каждого наименования.

Последовательность измерений:

- определяют омическое сопротивление резисторов;
- измеряют сопротивление диодов и стабилитронов (вначале прибор включают так, чтобы ток через него протекал в прямом направлении, а затем в обратном). В первом случае сопротивление должно быть не более 100 Ом, а во втором — не менее 100 Ом).
- определяют емкость и тангенс угла потерь конденсатора (емкость не должна отличаться от номинального значения более чем на 10 %, а тангенс угла потерь не должен быть больше 0,016).
- результаты измерения параметров элементов заносят в таблицу:

Элемент	Единица измерения	Способ измерения (подключение)	№ элемента		
			первый	второй	третий
Резистор	Ом	-			
Диод	Ом	Прямое			
		Обратное			
Стабилитрон	Ом	Прямое			
		Обратное			
Конденсатор	мкФ	-			
	$\text{tg } \delta$	-			

Осуществляют комплексный контроль работы коммутатора по осциллографу. Питание схемы производится пониженным напряжением.

При замкнутом ключе S1, разомкнутом ключе S2 и замкнутых контактах S3 прерывателя вольтметр должен показывать напряжение 8 В. Затем включают электродвигатель привода прерывателя и наблюдают на экране осциллографа две осциллограммы (на участках эмиттер — коллектор и эмиттер — база транзистора). Полученные эскизы процессов сравнивают с эталонными.

При проверке бесперебойности искрообразования используют те же схему, что и при контроле работы коммутатора. После замыкания ключей S1, S2 и включения электродвигателя контролируют качество искрообразования в соответствии с п. 2 технических требований.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете о лабораторной работе необходимо привести следующие материалы.

1. Схему системы зажигания и электрическую схему для контроля транзисторного коммутатора.

2. Таблицу измеренных величин.

3. Эскизы электрических процессов с экрана осциллографа.

4. Заключение о соответствии контролируемых параметров требуемым.

5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоит контактно - транзисторная система зажигания и каковы их функции?

2. Какие специфические требования предъявляются к транзистору?

3. Перечислите элементы защиты транзистора, используемые в транзисторном коммутаторе, и объясните их действие.

4. Каким образом осуществляется контроль коммутатора на бесперебойность искрообразования?

5. Перечислите виды испытаний, которым подвергается транзисторный коммутатор.

6. Какие существуют приборы и способы для измерения вторичного напряжения?

7. Объясните принцип действия импульсного киловольтметра.

8. Для каких целей используется делитель напряжения и каким требованиям он должен удовлетворять?

9. Какое применение находит трехэлектродный разрядник в заводских методах контроля?

10. Определить влияние неисправности системы зажигания на дефекты:

- Двигатель не заводится после стоянки.
- Внезапная остановка двигателя.
- Двигатель не заводится в холодное время года.
- Двигатель тяжело заводится, горячий – не заводится.
- Двигатель неустойчиво работает на всех режимах.
- Двигатель перегревается.
- Двигатель нормально работает на холостом ходу, но автомобиль медленно и с провалами разгоняется. Плохая приемистость двигателя.

- Двигатель «троит» на всех режимах.
- Двигатель детонирует.
- Двигатель работает неустойчиво при малой частоте вращения или глохнет на холостом ходу, на остальных режимах работает нормально.
- Хлопки в карбюраторе (бедная горючая смесь).
- Хлопки в глушителе при пуске (богатая горючая смесь).
- Двигатель продолжает работать (дёргается) после выключения зажигания.
- Двигатель не развивает полной мощности.
- Двигатель неравномерно и неустойчиво работает на средних и больших оборотах коленчатого вала.
- Повышенный расход бензина.
- Токсичность двигателя выше нормы.
- При резком открытии дроссельной заслонки двигатель работает с перебоями.

Лабораторная работа №5

«БАЛАНСИРОВКА РОТОРА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

Цель работы: Изучение способов выявления и ликвидации неуравновешенности быстровращающихся сборочных единиц и деталей электрических машин.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

После пропитки и окончательной механической обработки роторы (якоря) электрических машин подвергают балансировке.

Неуравновешенность роторов обусловлена неоднородностью материала, несимметричностью обмотки, наличием несимметричных деталей (например, шпонки) и другими причинами (ГОСТ 19534-74).

Различают статическую и динамическую неуравновешенность. Под статической неуравновешенностью детали или сборочной единицы понимают несовпадение центра масс детали или сборочной единицы с их осью. Задачей статического уравнивания является приведение центра тяжести сборочной единицы к его оси. Статическим уравниванием называют потому, что оно может быть произведено в статическом режиме.

Если сборочную единицу, у которой вес G и центр масс смещен от оси вращения на расстояние r , установить на опоры (рис. 14), то под действием момента $M_c = G r$ сборочная единица займет такое положение, при котором центр масс переместится в нижнее положение.

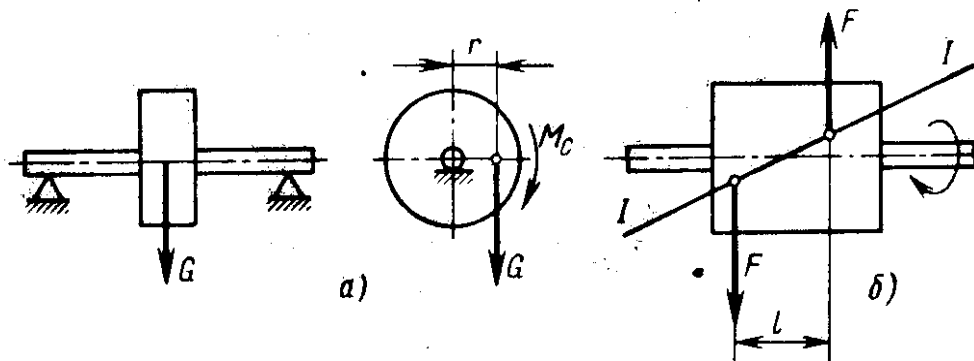


Рис. 14. Схемы действия сил, вызывающих неуравновешенность цилиндра:
а - статическую; б - динамическую

Статическую неуравновешенность устраняют путем удаления части материала из более тяжелой части детали или узла или добавления его к более легкой части, смещая (изменяя) таким образом положение центра масс. Статическому уравниванию подвергаются только медленно вращающиеся детали или детали, у которых диаметр значительно больше ширины (например, шкивы электрических машин и т.п.).

Под динамической неуравновешенностью детали или сборочной единицы понимают несовпадение их главной оси инерции $I - I$ с осью вращения. При вращении неуравновешенного ротора с угловой скоростью ω статическая неуравновешенность вызывает центробежную силу

$$P_{и} = m r \omega^2, \text{ а динамическая - динамический момент } M_{д} = Fl.$$

Неуравновешенные центробежная сила и динамический момент способствуют возникновению вибрации электрических машин, которая обуславливает разрушение подшипников и вызывает шум.

Неуравновешенность устраняют балансировкой. Балансировка - это такая технологическая операция, в процессе которой определяют значение и положение неуравновешенной массы, а затем производят ее уравнивание.

Динамической балансировке подвергают вращающиеся сборочные единицы, имеющие относительно большую длину. Примером таких сборочных единиц могут служить роторы (якоря) автотракторных электрических машин. Динамическая балансировка позволяет устранить как динамический, так и статический дисбаланс. Поэтому после динамической балансировки статическую не производят.

Компенсацию неуравновешенности ротора осуществляют в плоскостях исправления.

Плоскостями исправления называют плоскости, перпендикулярные оси вращения, в которых при добавлении или удалении масс происходит компенсация неуравновешенности ротора.

Так, центробежную силу Q (рис. 15), вызываемую неуравновешенной массой m , можно разложить на две составляющие Q_1 и Q_2 , действующие в плоскостях исправления. Тогда

$$Q = Q_1 + Q_2; O_1 l_1 = Q_2 l_2.$$

Аналогично силу S заменяют силами S_1 и S_2 .

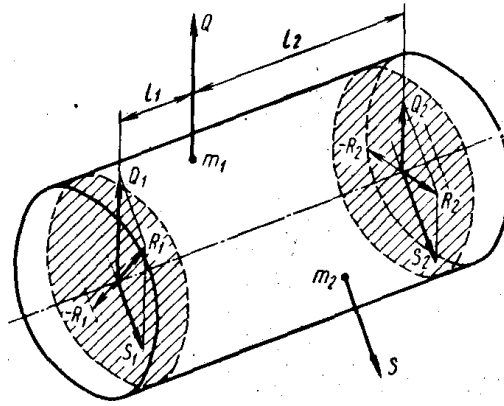


Рис. 15. Схема действия сил при динамической неуравновешенности цилиндра

В каждой плоскости находим равнодействующую

$$\bar{R}_1 = \bar{Q}_1 + \bar{S}_1; \bar{R}_2 = \bar{Q}_2 + \bar{S}_2.$$

Для уравнивания действия сил R_1 и R_2 по линии их действия может быть удалена масса, эквивалентная той, которая вызывает силы R_1 и R_2 , или использована дополнительная масса (с противоположной стороны), вызывающая силы $-R_1$ и $-R_2$.

Плоскости исправления по возможности должны быть расположены по краям ротора.

Мерой неуравновешенности (дисбаланса) ротора в плоскости исправления служит произведение неуравновешенной массы m_H на расстояние r_H неуравновешенной массы до оси вращения ротора

$$\Delta = m_H r_H$$

На чертеже обмотки ротора указывают плоскость исправления и применяемый метод исправления, а также допустимую остаточную неуравновешенность.

Для устранения неуравновешенности роторов в технологический процесс сборки вводят операцию уравнивания (балансировки), которая осуществляется в три перехода:

- выявление зоны и значения неуравновешенности;
- устранение неуравновешенности;
- контроль за проведенной операцией.

Станки для динамической балансировки отличаются от станков для статической балансировки тем, что установленная на них деталь приводится во вращение специальным электродвигателем; во время вращения детали определяют ее неуравновешенность при помощи специальных измерительных приборов.

В настоящее время для динамической балансировки применяют сложные станки-полуавтоматы, автоматы и автоматические линии, которые производят контроль дисбаланса, балансировку и контроль качества балансировки. В этом

оборудовании используют электронные запоминающие устройства, которые позволяют автоматизировать процесс балансировки.

Устранение неуравновешенности ротора осуществляют удалением неуравновешенной массы металла ротора, использованием дополнительной массы, эквивалентной массе или путем перемещения специальных конструктивных элементов, являющихся частью ротора (если они предусмотрены конструкцией ротора).

В производстве изделий АТЭ применяют в основном два вида уравновешивания; при помощи специальных паст (добавление массы, эквивалентной неуравновешенной) или высверливанием части металла с применением специальных сверлильных головок.

Динамическую балансировку производят на специальных станках.

Балансировочный станок ДБ-10 (рис. 16) является простейшим станком для динамической балансировки роторов.

Балансируемый узел (например, ротор генератора переменного тока) устанавливают на подвижных опорах 2, которые с помощью стержней 3 связаны с катушками 4, расположенными в поле постоянных магнитов 5. Ротор приводится во вращение от электродвигателя с помощью ремня 12.

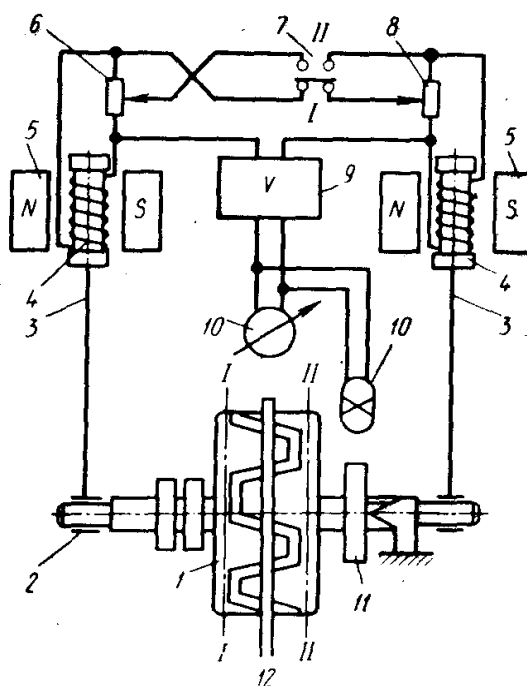


Рис. 16. Схема балансирования стайка ДБ-10

Несбалансированная масса ротора обуславливает колебания опоры 2 и катушки 4, в которых сила генерируемого синусоидального тока пропорциональна амплитудам колебания катушек.

Эти напряжения суммируются в электрической цепи и поступают в усилитель 8. Усиленный сигнал направляется на прибор 9 для измерения неуравновешенности (дисбаланса) и строботрон (импульсную газоразрядную лампу 11). В качестве плоскостей исправления выбирают плоскости I - I и II - II, удобные для корректировки.

С помощью потенциометров 6 осуществляется отдельная балансировка узла по левой и правой плоскостям уравнивания. Если в плоскости II - II уравновешенного ротора установить некоторый груз, то он не должен оказывать влияние на результаты измерения неуравновешенной массы в плоскости I - I. Так как в плоскости I - I неуравновешенности нет, то стрелка прибора 10 в нижнем положении переключателя должна показывать нуль.

Аналогично поступают в отношении, другой плоскости исправления. Для этого груз устанавливают в плоскость исправления. Для этого груз устанавливают в плоскость исправления I - I, а переключатель в верхнее положение, регулируя потенциометр. Это означает, что неуравновешенность в плоскости I - I не влияет на определение неуравновешенности в плоскости II — II, и наоборот.

Вначале выявляют величину и угловое положение эквивалентной неуравновешенной массы в первой плоскости исправления, для чего переключатель 7 устанавливают в нижнее положение. Затем переключатель устанавливают в верхнее положение и повторяют измерение неуравновешенной массы во второй плоскости.

Место расположения неуравновешенной массы определяется с помощью строботрона. Частота световых импульсов соответствует частоте вращения ротора. Поэтому при одном обороте ротора лампа вспыхивает один раз, а глаз наблюдателя фиксирует определенное положение неподвижной стрелки относительно вращающейся шкалы. Зафиксированная цифра характеризует угловое положение ротора в момент максимальной ЭДС, т.е. в момент, когда направление центробежной силы дисбаланса в рассматриваемой плоскости исправления совпадает с вертикалью.

Таким образом, по шкале прибора определяют неуравновешенную массу, а по шкале втулки его угловое расположение (фазу), что обуславливает точное выявление неуравновешенности.

Устранение неуравновешенности осуществляется по двум плоскостям исправления на сверлильном станке путем высверливания части материала.

Ниже приведен расчет массы высверливаемого металла, корректирующей неуравновешенность ротора генератора переменного тока Г 250 (рис. 17).

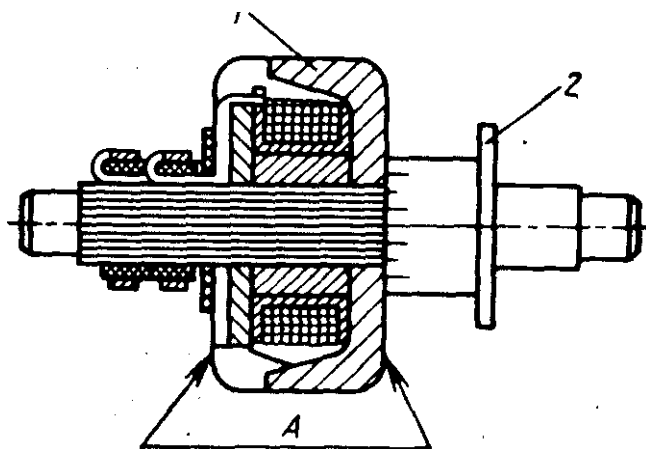


Рис.17. Ротор генератора типа Г 250:
1 — ротор; 2 — втулка (шкалы угловых величин)

Исходные данные: диаметр сверла 10 мм, угол заточки сверла 120° , радиус коррекции (расстояние от центра отверстия до оси вращения ротора) 3,5 см.

Требованиями чертежа оговариваются следующие параметры: балансировать на поверхностях А на диаметре 70 мм динамически; допустимы дисбаланс - не более $9,80665 \cdot 10^{-4}$ Н·м; диаметр отверстий - не более 10,5 мм; число отверстий на каждой поверхности балансирования - не более четырех

Балансирующий момент

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 1/3\pi r^2 h_k \gamma_s + \pi r^2 h_{ц} \gamma_s,$$

где Δ_1 и Δ_2 - балансирующие моменты соответственно конусной и цилиндрической частей отверстия; r - радиус сверла; h_k и $h_{ц}$ - высоты соответственно конусной и цилиндрической частей отверстия; r_s - радиус коррекции; γ - плотность стали,

$$\gamma = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Для данного случая

$$\Delta = 1/3 \cdot 3,14 (0,5)^2 0,29 \cdot 7,8 \cdot 3,5 + 3,14 (0,5)^2 h_{ц} \cdot 7,8 \cdot 3,5 = 2,06 + 21,43$$

$h_{ц}$, так как

$$h_{ц} = 0,5 \cdot \text{tg } 30^\circ = 0,29 \text{ см.}$$

Глубина цилиндрической части отверстия

$$h_{ц} = n c - 0,29 / 21,43,$$

где n - показания прибора (число делений); c - цена деления (зависит от шкалы отсчета).

После определения необходимой глубины сверления отверстий на сверлильном станке в специальном приспособлении, обеспечивающем радиус коррекции, равный 3,5 см, производят балансировку ротора, высверлив в правой и левой плоскостях исправления отверстия необходимой глубины.

В случае применения специальных паст их масса

$$\Delta = m n_s,$$

где m – уравновешенная масса.

Откуда

$$m = n c / r_s.$$

После расчета неуравновешенной массы отвешивают необходимое количество пасты и наносят ее на изделие в соответствующем месте, противоположно расположенном неуравновешенной массе.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить устройство и принцип действия балансировочного станка типа ДБ - 10.

2. Определить на балансировочном станке типа ДБ -10 угловое положение и значение эквивалентных неуравновешенных масс ротора, действующих в левой и правой плоскостях исправления.

Подобное положение переключателей означает, что осуществляется контроль неуравновешенной массы в правой плоскости исправления, а также контроль углового расположения неуравновешенной массы (контроль осуществляется по шкале А).

На строботроне в выбранных единицах измерения освещается какая-то одна цифра на шкале специальной втулки, которая соответствует угловому расположению неуравновешенной массы в правой плоскости исправления. Эти данные заносят в форму 9.1. Затем переключателем "Угол — Величина" устанавливают в положение "Величина" и по показаниям прибора (отклонение стрелки) определяют значение неуравновешенной массы.

Не снимая деталь и не выключая приводной электродвигатель, аналогичным образом повторяют все измерения для определения неуравновешенной массы левой плоскости исправления. Полученные данные также заносят в таблицу. После измерения неуравновешенной массы ротора станок останавливают и ротор снимают.

3. Рассчитать необходимую глубину сверления.
4. Рассчитать балансирующие массы по плоскостям исправления.
5. Отвесить необходимое количество пластилина и укрепить его на роторе.
6. Установить ротор на балансировочный станок и определить остаточный дисбаланс, повторив действия, описанные в п. 2.
7. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу.

Плоскость исправления	Угловое положение (цифра)	Показание прибора (шкала А)	Начальный дисбаланс, Н-м	Глубина сверления, мм	Остаточный дисбаланс, Н-м
Правая					
Левая					

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете о лабораторной работе должны быть приведены следующие материалы.

1. Эскиз сборочной единицы с указанием краткой технической характеристики.
2. Описание конструкции станка и принципа его работы.
3. Таблица результатов балансировки ротора.
4. Расчет глубины сверления.
5. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите причины возникновения статической и динамической неуравновешенности и способы их устранения.
2. На каком оборудовании можно выявить динамическую неуравновешенность?
3. Каков принцип работы и порядок настройки станка мод. ДБ-10?
4. Расскажите о правилах техники безопасности при работе на балансировочных станках.
5. Какова последовательность операций для проведения балансировки ротора генератора?

Лабораторная работа №6

ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО СТАРТЕРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение технологии испытания автомобильных стартеров на контрольно-испытательном стенде Э-250.

Основные этапы работы

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
2. Работа в лаборатории, связанная с испытанием стартера.
3. Обработка результатов испытаний и оформление отчета по лабораторной работе.
4. Защита лабораторной работы.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Техническое состояние стартеров характеризуется следующими параметрами:

- частотой вращения при заданном токе потребления в режиме холостого хода;
- тормозным моментом при заданном токе потребления в режиме полного торможения.

Основные типы электрических схем автомобильных стартеров приведены на рис.18.

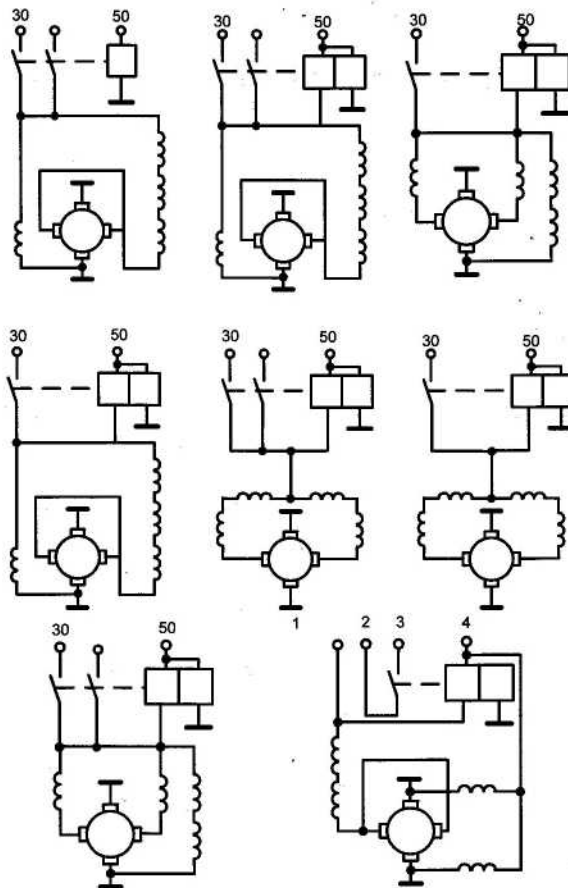


Рис.18. Схема внутренних соединений starters

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Проверка напряжения включения и потребляемого тока реле стартера.
 - Установите стартер на стенд.
 - Подключите стартер к стенду, как показано на рис.19.
 - Отсоедините перемычку, идущую от главных контактов к электродвигателю.

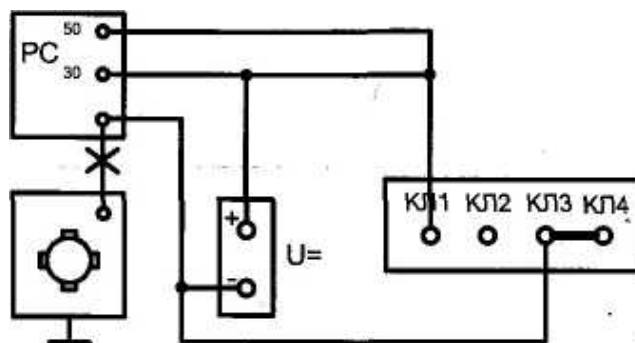


Рис.19. Схема включения втягивающего реле стартера при проверке на срабатывание

- Установите переключатели стенда в следующие положения: вольтметр - $U_{ирн}$, амперметр - 150А, клавишу выбора номинального напряжения - в положение, соответствующее номинальному напряжению стартера.

- Включите стенд.

- Включите силовой источник питания, нажатием кнопки SB8.

- Включите регулируемую нагрузку и увеличивая ток, протекающий через нагрузку, добейтесь срабатывания реле стартера.

Фиксируйте показание амперметра и вольтметра.

Тяговое реле должно выдвинуть шестерню привода до упора, контакты главной цепи должны замкнуться, при этом, если главные контакты находятся в нормальном состоянии, показание вольтметра должно быть равно нулю. Допустимое падение напряжения на главных контактах 0,1В на каждые 100А протекающего через них тока нагрузки. Для замера падения напряжения используется вольтметр с пределом измерения 2В; для его подключения служат клеммы «U=». Подключение вольтметра показано на рис.2, также может быть осуществлено и при проверке стартера в режиме полного торможения.

В дополнение следует указать, что момент замыкания главных контактов должен контролироваться при каждом ремонте стартера и при необходимости регулироваться. Момент замыкания проверяется измерением зазора между шестерней и упорной шайбой.

Рассмотрим это на примере проверки стартера СТ 103. В комплекте принадлежностей стенда имеется комбинированный шаблон с двумя размерами по ширине - 16 мм и 11,7 мм. С помощью этого шаблона устанавливаются требуемые зазоры между шестерней и упорной шайбой. При зазоре 16 мм главные контакты должны быть разомкнуты, вольтметр при этом покажет напряжение источника питания.

При зазоре 11,7 мм главные контакты должны быть замкнуты, и показание вольтметра должно быть равно нулю. У стартера СТ 103 момент замыкания главных контактов регулируется винтом якоря тягового реле.

2. Проверка стартера в режиме холостого хода. Подключите стартер к стенду, как показано на рис.20 или рис.21.

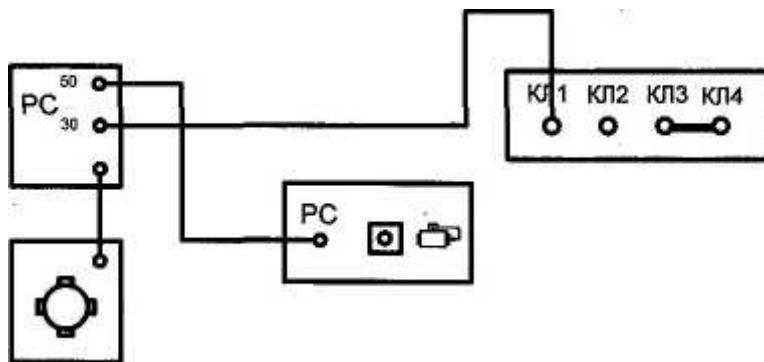


Рис. 19. Схема включения стартера при проверке в режиме холостого хода

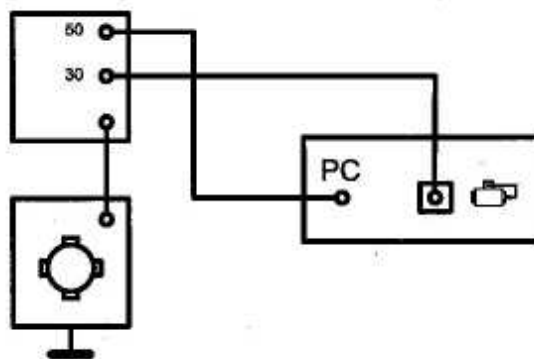


Рис. 21. Схема включения стартера при проверках в режиме холостого хода и полного торможения

По схеме рис.21 проверяются стартеры с током потребления более 150А.

- Установите переключатели стенда в следующие положения: универсальный измеритель в положение «п_{стр}», амперметр - 150А.

- Включите стенд.

- Нажмите кнопку включения стартера на 4с или клавишу включения стартера. Якорь стартера должен вращаться. Измерьте частоту вращения и потребляемый ток. Данные занесите в таблицу 3. Сравните полученные значения с данными нормативной документации на стартер (см. таблица). Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, частота вращения якоря падает ниже нормы.

Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания обмотки якоря, а межвитковое замыкание обмотки возбуждения приводит к повышению частоты вращения якоря.

Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода не более 10 секунд.

3. Проверка стартера в режиме полного торможения.

Установите стартер в зажимное устройство стенда. Отрегулируйте тормозное устройство так, чтобы шестерня стартера свободно входила в зацепление с зубчатым сектором тормозного устройства при включении привода стартера. При этом зубчатый сектор по модулю должен соответствовать модулю шестерни стартера; исключение составляет стартер с модулем 3,175, для которого зубчатый сектор устанавливается с модулем 3.

Для измерения тормозного момента на валу стартера переключатель измерителя крутящего момента в зависимости от модуля проверяемого стартера, устанавливается в следующие положения:

- в положение «2,5x9» - для стартеров с модулями 2,11 и 2,5;

- в положение «3x11» -для стартеров с модулями 3; 3,175 и 3,75;
- в положение «4,25x10» - для стартеров с модулями 4,25 и 4,5.
- Переключатель SA1 универсального измерителя, установите в положение «МОМЕНТ».
- Переключатель амперметра установить в положение 1000А или 500А в зависимости от потребляемого тока.
- Переключатель режимов СИП на нижней панели управления СИП установить
- для стартеров с номинальным напряжением 12В - в положение «12В»; для стартеров с номинальным напряжением 24В рекомендуется подавать на стартер пониженное напряжение - переключатель должен находиться в положении «16В».
- Включите стенд. Нажмите кнопку «Пуск» на панели управления СИП, снимите показания амперметра и измерителя тормозного момента и сравните с данными нормативной документации на стартер. В том случае, если модуль и число зубьев проверяемого стартера отличается от указанных на стенде положений переключателя SA3 - 2,5x9; 3x11; 4,25x10, то для получения действительной величины тормозного момента показание измерительного прибора необходимо умножить на поправочный коэффициент, приведенный в таблице

Значения поправочных коэффициентов

Положение переключателя	Модуль и число зубьев стартера	Значение поправочного коэффициента
2,5x9	2,11x11	1,05
	2,5x8	0,89
	2,5x9	1,00
	3x9	0,82
3x11	3x11	1,00
	3,175x9	0,87
	3,75x10	1,20
4,25x10	4,25x10	1,00
	4,25x11	1,10
	4,5x11	1,20

В таблице 2 приведены расчетные токи и величины тормозного момента для стартеров с номинальным напряжением 24В мощностью выше 5 кВт. Расчет произведен для исполнений Э250-02, Э250-03, с сетевым источником питания стартеров под нагрузкой, при условии, что из-за срабатывания его токовой защиты на стартер подается пониженное напряжение - переключатель SA4 находится в положении. «16В» Расчетные величины получены при максимальной величине сопротивления реостата RP2 на правой боковине стенда - ползун реостата находится в левом крайнем положении. Реальные показания измерительного прибора могут отличаться от расчетных. Это зависит от положения ползуна реостата RP2, а также вследствие изменения

напряжения в питающей сети, изменения переходных сопротивлений в контактных соединениях, как самого стенда, так и проверяемого стартера и т.п..

В данном случае измеренный момент, развиваемый исправным стартером, должен быть не менее рассчитанного по формуле:

$$M = M_p \cdot (I - I_{xx}) / (I_p - I_{xx}), \text{ Н}\cdot\text{м}$$

где M_p - расчетный момент, Н/м; I - действительный (измеренный) ток, А; I_p - расчетный ток, А; I_{xx} - ток холостого хода, А.

Расчетные величины M_p , I_p и величина I_{xx} приведены в таблице.

Значения основных параметров стартеров

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Холостой ход		Режим торможения		Шестерня привода	
			Потребляемый ток, А	Частота вращения, об/мин	Тормозной момент, Н·м	Потребляемый ток, А	Модуль	Число зубьев
20.3708	24	5,9	120	5000	19	465	3,0	10
201.3708								
202.3708								
СТ25, СТ100	24	5,3	90	5500	30	510	4,25	11
СТ142-Б	24	8,3	130	7000	30	515	3,75	10
30.3708	24	7,3	130	7000	26	485	3,75	10
321.3708	24	8,3	130	7000	30	510	3,75	10
25.3708	24	8,0	110	5000	72	840	4,25	11
25.3708-01	24	8,2	110	5000	60	885	4,25	11
251.3708	24	8,2	110	5000	60	885	3,75	10
253.3708	24	8,8	110	5000	50	790	4,25	11
38.3708	24	9,0	110	5000	50	790	3,75	10

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете следует привести не только схемы проведения испытаний, но и технологию испытаний конкретного стартера, и развернутое аргументированное заключение об исправности стартера. Результаты испытания следует свести в таблицу 3.

Результаты испытания стартера

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Холостой ход		Режим торможения	
			Потребляемый ток, А	Частота вращения, об/мин	Тормозной момент, Н·м	Потребляемый ток, А

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение стартеров автомобилей?
2. Какую роль играет тяговое реле стартера?
3. Какова технология проверки тягового реле стартера?
4. Какие схемы включения обмоток тягового реле используются на автомобилях?
5. Каково назначение электрического двигателя стартера?
6. Почему ограничено время рабочего режима двигателя стартера?
7. По каким показателям делается заключение об исправности двигателя стартера?
8. Какова технология испытания стартера на работоспособность?
9. Каким образом производятся испытания стартера в режиме холостого хода?
10. Каким образом производятся испытания стартера в нагруженном режиме?

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить основные показатели надежности технических систем, получить практические навыки расчета показателей надежности.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основные термины теории надежности

Каждая техническая система (ТС) характеризуется определенными параметрами, определяющими показатели качества. Под *качеством* ТС понимается совокупность свойств, определяющих степень ее пригодности к выполнению заданных функций при использовании по назначению. В общем случае качество ТС может оцениваться следующими свойствами: надежностью, экономичностью, технологичностью, безопасностью, экологичностью и т.д.

Основным из всех перечисленных свойств, характеризующих качество, является надежность. Под **надежностью** понимается свойство ТС выполнять свои функции, сохраняя во времени или по наработке свои эксплуатационные показатели в требуемых пределах. Надежность ТС обуславливается ее безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, а также долговечностью системы в целом и отдельных ее частей.

Безотказность - это свойство ТС сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки без вынужденных перерывов. Следовательно, безотказность определяет непрерывную работу ТС без каких-либо вмешательств для поддержания работоспособности (т.е. технических обслуживании и ремонтов).

Долговечность - свойство ТС сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Предельным называется состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо и нецелесообразно, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно и нецелесообразно. Невозможность дальнейшего применения объекта может являться следствием неустранимого нарушения требований безопасности, неустранимого ухода заданных параметров (параметра) за установленные пределы, неустранимого снижения эффективности эксплуатации, необходимостью проведения капитального ремонта.

Ремонтпригодность - свойство ТС, определяющее ее приспособленность к предупреждению и обнаружению отказов, к восстановлению работоспособности и исправности путем проведения технического обслу-

живания (ТО) и ремонта. Уровень ремонтпригодности определяет продолжительность и трудоемкость технических обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость - свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение и после срока хранения и транспортирования.

Работоспособность - это состояние ТС, при котором она способна выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Отказ системы или ее элемента может быть связан с разрушением, деформацией, износом, нарушением регулировок, а также с выходом параметров системы за пределы допустимых норм.

Показатели надежности

Показатели безотказности

Вероятность безотказной работы - вероятность того, что в заданном интервале или в пределах заданной наработки не возникнет отказ изделия. Данный показатель применяется как для восстанавливаемых, так и для невосстанавливаемых изделий.

Статистически вероятность безотказной работы $\bar{P}(t)$ определяется как отношение числа исправно работающих объектов к общему числу объектов, находящихся под наблюдением на протяжении наработки t .

$$\bar{P}(t) = \frac{N - \sum_{j=1}^r m_j}{N},$$

(1)

где N - число работоспособных объектов в начале наблюдений; m_j - число объектов, отказавших j -м интервале наработки;

$r = t/\Delta t$ - количество интервалов наработки.

Наработка на отказ - среднее значение наработки восстанавливаемого изделия между отказами. Статистически определяется как отношение наработки изделия к числу отказов в течение этой наработки

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{m} = \frac{T}{m},$$

(2)

где t_1, t_2, \dots, t_n - наработки изделия между отказами;

T - общая наработка изделия за время испытаний;

m - число отказов на этой наработке.

Средняя наработка до отказа - среднее значение наработки невосстанавливаемых изделий до отказа. Статистически этот показатель определяется отношением суммы наработок испытуемых объектов до первого отказа к количеству наблюдаемых объектов.

$$\bar{t}_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i,$$

(3)

где t_1, t_2, \dots, t_N – моменты отказов испытываемых объектов.

Если наработка изделий от начала эксплуатации до T разбита на r интервалов длиной Δt , а число отказов внутри каждого интервала равно m_j , то

$$\bar{t}_{cp} = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + \dots + m_r t_r}{m_1 + m_2 + \dots + m_r} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^r m_j t_j,$$

(4)

где t_1, t_2, \dots, t_r - средняя наработка в каждом интервале.

Интенсивность отказов - условная плотность вероятности возникновения отказа невозстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента времени отказ не возник.

Определение этого показателя базируется на понятии *плотности вероятности отказа* в момент времени t , под которой понимается предел отношения вероятности отказа в интервале времени от t до $t + \Delta t$ к величине этого интервала Δt при $\Delta t \rightarrow 0$. Физический смысл плотности вероятности отказа - это вероятность отказа в достаточно малую единицу времени;

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t + \Delta t) - P(t)}{\Delta t}.$$

Из определения интенсивности отказов $\lambda(t)$ следует, что

$$P(t)\lambda(t)\Delta t = f(t)\Delta t,$$

где $P(t)$ - вероятность безотказной работы за время t ;

$f(t)$ - плотность распределения наработки до отказа.

Из этого соотношения имеем

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}.$$

(5)

Статистическая оценка этого показателя

$$\bar{\lambda}(e) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t},$$

(6)

где Δt - интервал наработки; $N(t), N(t + \Delta t)$ — количество работоспособных элементов при наработках t и $(t + \Delta t)$.

Параметр потока отказов - среднее количество отказов, приходящихся на одно восстанавливаемое изделие за единицу наработки:

$$\varpi(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t)}{N\Delta t}, \quad (7)$$

где $m_i(t + \Delta t)$ - число отказов i -го изделия до наработки $t + \Delta t$;

$m_i(t)$ - число отказов i -го изделия до наработки t ;

N - общее число испытываемых объектов.

Показатели долговечности

Средний ресурс - математическое ожидание ресурса.

Средний срок службы- математическое ожидание срока службы.

Ресурс (срок службы) - показатель, обусловленный выходом за допустимые пределы характеристик ТС, при которых дальнейшая эксплуатация невозможна. При наличии данных о ресурсе (сроке службы) N объектов статистическая оценка среднего ресурса (среднего срока службы) определяется аналогично средней наработке до отказа (3).

Гамма-процентный ресурс t_γ - наработка, в течение которой ТС не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах.

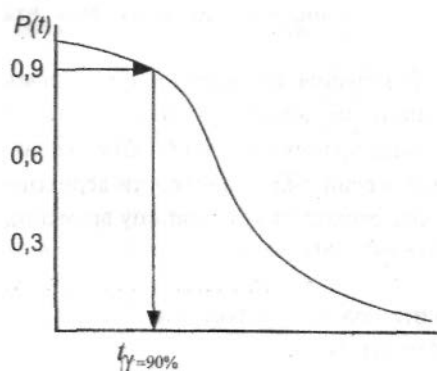


Рис.1. Определение γ -процентного ресурса для $\gamma = 90\%$

γ - процентный ресурс можно определить по графику вероятности безотказной работы изделия. Для этого через точку $P(t) = \gamma/100$ на оси ординат проводят горизонталь до пересечения с кривой. Абсцисса точки пересечения и будет γ -процентным ресурсом (рис. 1).

Для партии изделий γ -процентный ресурс представляет собой ресурс, который имеет или превышает обусловленный процент изделий γ . Например, если $\gamma = 90\%$, то это означает, что из всех изделий данного наименования не менее 90% имеют или превышают ресурс $t_{\gamma=90\%}$.

Величина γ зависит от уровня долговечности изделий и для элементов автомобиля устанавливается 90 или 95% .

Показатели ремонтпригодности

Вероятность восстановления в заданное время - вероятность того, что время восстановления работоспособности объекта не превысит заданного. Время восстановления включает в себя время на обнаружение, поиск причины и устранение отказа.

Среднее время восстановления - математическое ожидание времени восстановления работоспособности объекта. При наличии статистических

данных о длительностях восстановления n объектов среднее время восстановления определяется аналогично средней наработке до отказа (3).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Основные определения и расчетные формулы.
3. Исходные данные и результаты вычислений.
4. Заключение и выводы о надежности изделия.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Исходные данные :

*Таблица 1-Наработка на отказ термостатов автомобильных двигателей
(75 наблюдений)*

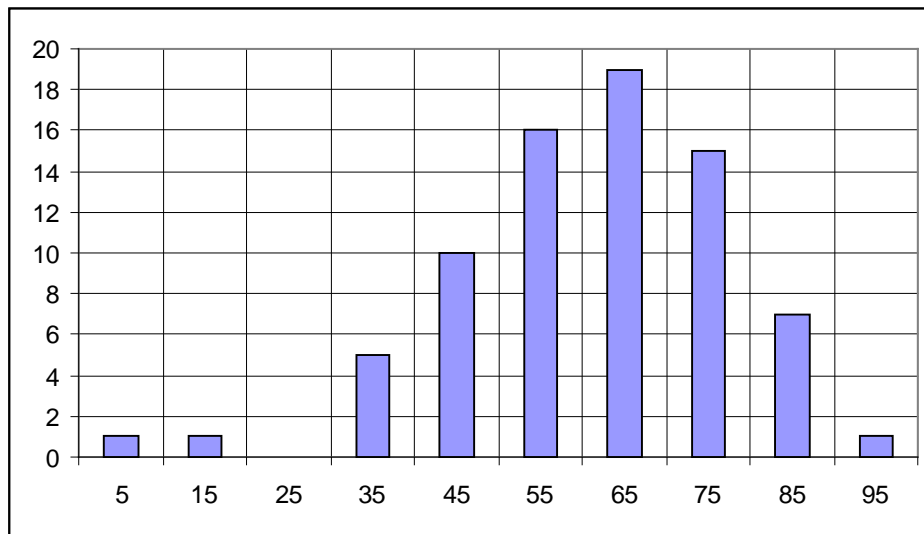
Номер интервала	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Граница интервала, тыс.км	Δt	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Число отказов в интервале	m_j	1	1	0	5	10	16	19	15	7	1

2. Результаты вычислений :

j	m_j	$m(t_j)$	$n(t_j)$	ω_j	$F(t_j)$	$P(t_j)$	$f(t_j)$
1	1	1	74	0,013	0,013	0,986	0,0013
2	1	2	78	0,013	0,026	0,973	0,0013
3	0	2	78	0	0,026	0,973	0
4	5	7	68	0,066	0,093	0,906	0,0066
5	10	17	58	0,133	0,226	0,773	0,0133
6	16	33	42	0,213	0,44	0,56	0,0213
7	19	52	23	0,253	0,693	0,306	0,0253
8	15	67	8	0,2	0,0893	0,106	0,0200
9	7	74	1	0,093	0,986	0,013	0,0093
10	1	75	0	0,013	1	0	0,0013

Гистограмма числа m_j в зависимости от наработки t

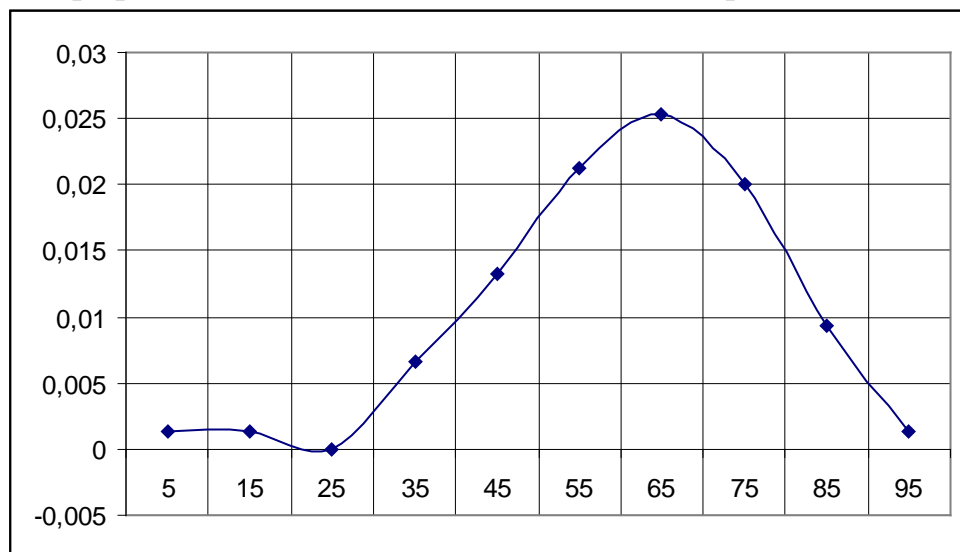
m_j



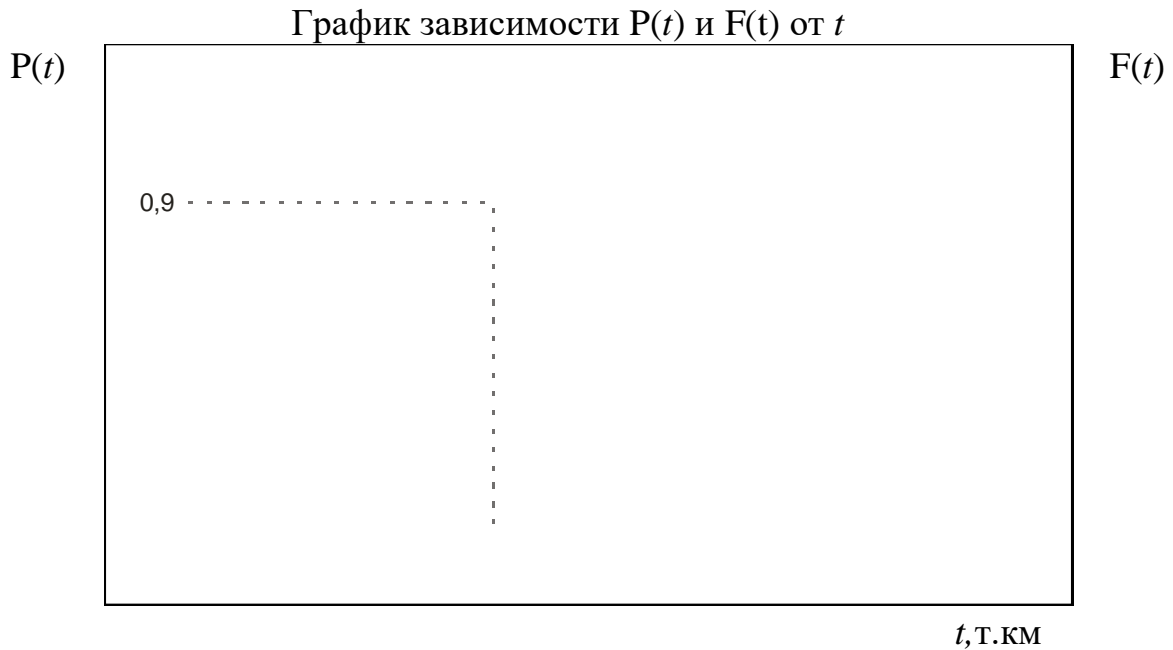
t , Т.КМ

График плотности $f(t)$ в зависимости от наработки t

$f(t)$



t , Т.КМ



3. Выводы: на основе полученных данных мы практически определили показатели надежности автомобиля – вероятность безоказной работы, вероятность отказа, накопленное число отказов по интервалам наработки, относительную долю отказов по результатам наработки, а так же плотность распределения отказов изделия. Из гистограммы числа m_j и плотности $f(t)$ отказов в зависимости от наработки t видно, что наибольшее число отказов приходится на интервал от 60-70 т.км. Из графика зависимости $P(t)$ от t можно определить 90% ресурс изделия ($t_{\gamma=90\%} = 35$ т.км).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется надежностью технических систем?
2. Перечислите основные свойства надежности?
3. Как определить среднюю наработку до первого отказа изделия?
4. Перечислите показатели безотказности?
5. Что называется ресурсом изделия?
6. Как определяется среднее время восстановления изделия?
7. Чем отличается коэффициент готовности от коэффициента технического использования?

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА МОДЕЛИ Э250

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с устройством, элементами управления и принципом действия контрольно-испытательного стенда Э250.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ

- изучение устройства, принципа действия стенда Э250 и методики проведения испытания на его базе автомобильных электромеханических устройств.
- изучение методик испытания автомобильных генераторов и стартеров.
- обработка и анализ полученной в лаборатории информации, оформление отчета.
- защита лабораторной работы.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Конструкция стенда Э250

Общий вид стенда представлен на рисунке 22.

Стенд является стационарным устройством, которое на период транспортировки крепится на деревянном поддоне 1. Потребителю рекомендуется использовать стенд с поддоном для предохранения корпуса стенда от влияния влаги на месте его эксплуатации.

Корпус стенда состоит из тумбы 2 и приборной стойки 6, сваренных из листовых конструкций, скрепленных между собой болтами. На полке внутри тумбы слева размещаются: блок нагрузки генераторов, частотный преобразователь привода, справа нагрузочный резистор, адаптирующий силовой источник питания к проверяемому стартеру. Резистор служит для ограничения тока, потребляемого стартером в режиме полного торможения, при перемещении его ползуна вправо сопротивление уменьшается. Слева на тумбе вентиляционное окно блока нагрузки закрыто защитной перфорированной крышкой, на ее правой боковой стенке окно нагрузочного резистора закрывает откидная крышка 12.

На задней стенке тумбы имеются силовые клеммы 13 для подключения зарядного устройства или стороннего пускового устройства, используемый в аккумуляторных модификациях стенда при проверке стартеров под нагрузкой. В нижнем отсеке тумбы сзади размещен источник питания проверяемых стартеров, им являются одна или две аккумуляторные батареи (АБ) или сетевой источник питания (СИП)- в зависимости от конструктивного исполнения стенда. Источником питания проверяемых стартеров может

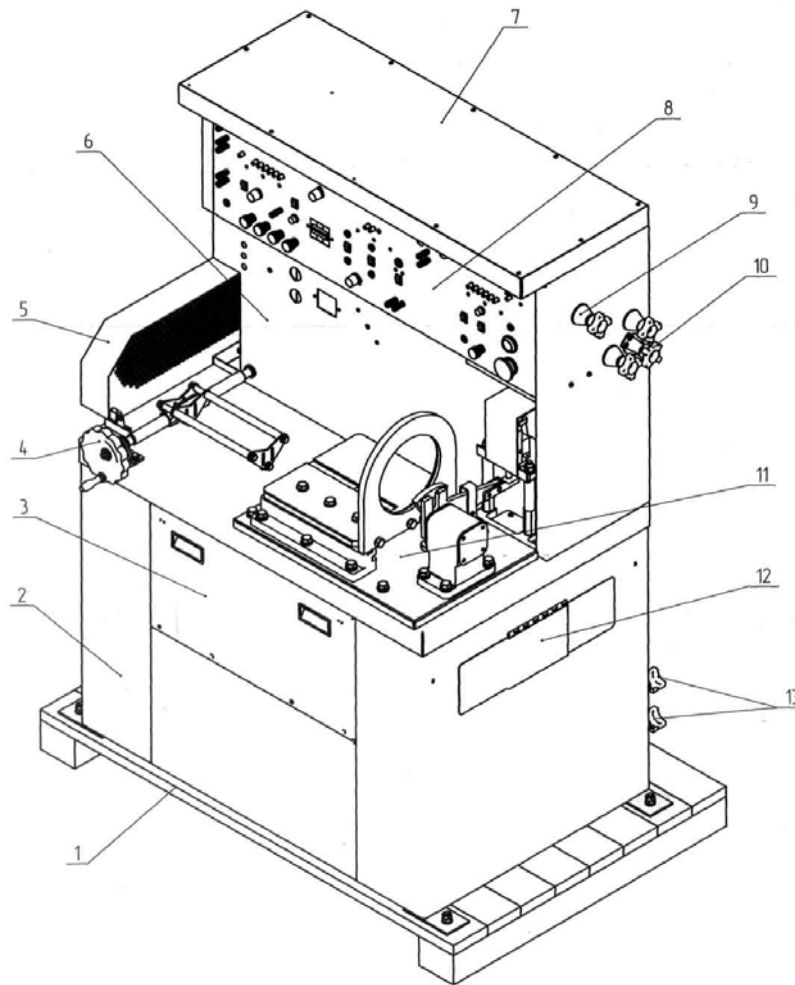


Рис. 22. Стенд контрольно-испытательный Э250

служить и стороннее пусковое устройство. Передняя откидная крышка 3 тумбы обеспечивает доступ к полке, где уложены провода из комплекта принадлежностей стенда. На столешнице тумбы закреплены приспособления для крепления генераторов - натяжное устройство 4 и для стартеров - нагрузочное устройство 11. Внутри приборной стойки слева на столешнице тумбы закреплен привод генераторов. Защитная крышка 5 защищает оператора при работе с приводом в случае схода или обрыва ремня и блокирует включение стенда при открывании.

Приборная стойка 6 служит для размещения на ней откидывающейся панели управления 8, на которой закреплены индикаторы и все платы измерителей и органы управления ими, а также клеммы подключения проверяемого оборудования. В верхней части стойки под козырьком установлены лампы подсветки рабочего места оператора, доступ к которым закрывает верхняя крышка 7. На левой боковой стенке приборной стойки располагаются предохранители, разъемы подключения индуктора и

осветителя. На правой стенке стойки расположена силовая клемма подключения стартеров 9 и клеммный переключатель номинального напряжения проверяемого электрооборудования 10 с переключкой.

Панель управления стендом представлена на рис.23. Элементы управления и индикации выделены в функциональные блоки: верхний ряд - измерители с индикаторами - (слева направо) вольтметр, амперметр и универсальный измеритель с соответствующими переключателями измеряемых величин и диапазонов измерения. Средний ряд - органы управления режимами измерений и проверок, внизу - клеммы подключения проверяемых цепей. Под блоком регулируемой нагрузки на приборной стойке расположен ступенчатый переключатель нагрузки, размер ступени 40А.

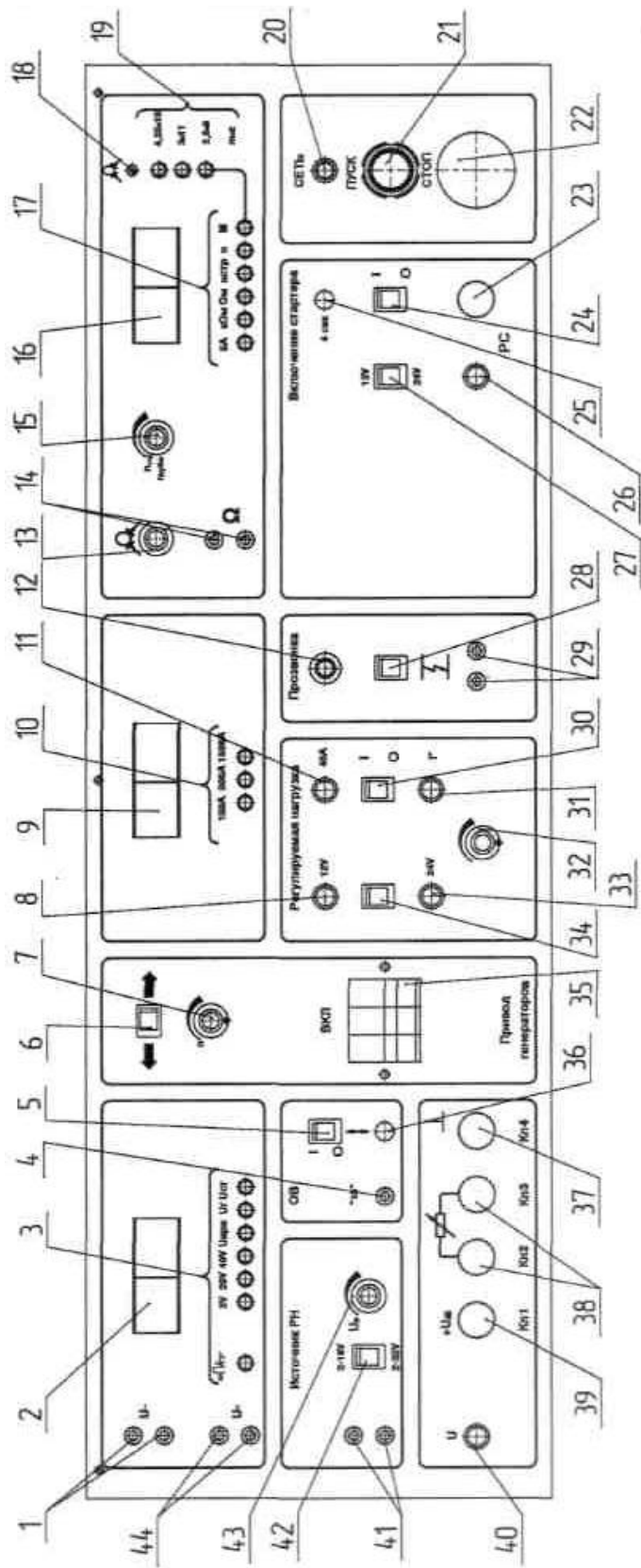


Рис.23. Панель управления

1-Клеммы для измерения переменного напряжения; 2-Индикатор вольтметра; 3-Кнопочный переключатель вольтметра; 4-Клемма подключения обмотки возбуждения (ОВ) генератора; 5-Кнопка принудительного возбуждения; 6-Клавиша выбора направления вращения привода генераторов; 7-Регулятор скорости вращения привода; 8-Индикатор режима нагрузки генераторов «12В»; 9-Индикатор амперметра; 10-Кнопочный переключатель амперметра; 11-Индикатор включенного состояния регулируемой нагрузки; 12-Индикатор КЗ; 13-Регулятор установки нуля омметра; 14-Клеммы омметра; 15-Регулятор тахометра «ГРУБО»; 16-Индикатор универсального измерителя; 17-Кнопочный переключатель универсального измерителя нуля измерителя момента; 18-Резистор установки универсального измерителя крутящего момента; 20-Индикатор включенного состояния стартера; 21-Кнопка включения стартера; 22-Кнопка выключения стартера; 23-Клемма подключения реле стартера; 24-Клавиша включения стартера; 25-Кнопка включения стартера на 4сек; 26-Индикатор подключения реле стартера; 27-Клавиша выбора номинального напряжения реле стартера; 28-Клавиша включения индикатора КЗ; 29-Клеммы индикатора КЗ; 30-Клавиша включения регулируемой нагрузки; 31-Индикатор срабатывания термозащиты блока нагрузки; 32-Регулятор регулируемой нагрузки; 33-Индикатор режима нагрузки генераторов «24В»; 34-Переключатель напряжения регулируемой нагрузки; 35-Выключатель привода генераторов; 36-Кнопка принудительного возбуждения; 37-Клемма «->(Кл4); 38-Клеммы встроенной нагрузки (Кл2, Кл3); 39-Клемма «+Uав » генератора (КЛ.1); 40-Индикатор наличия разряда АБ; 41-Клеммы источника регулируемого напряжения (ИРН); 42-Клавишный переключатель ИРН; 43-Регулятор ИРН; 44-Клеммы для измерения постоянного напряжения.

В исполнениях с сетевым источником питания (СИП): Э250-02, -03 панель управления СИП находится на приборной стойке на нижней панели управления рядом со ступенчатым переключателем тока нагрузки, она представлена на рис.24

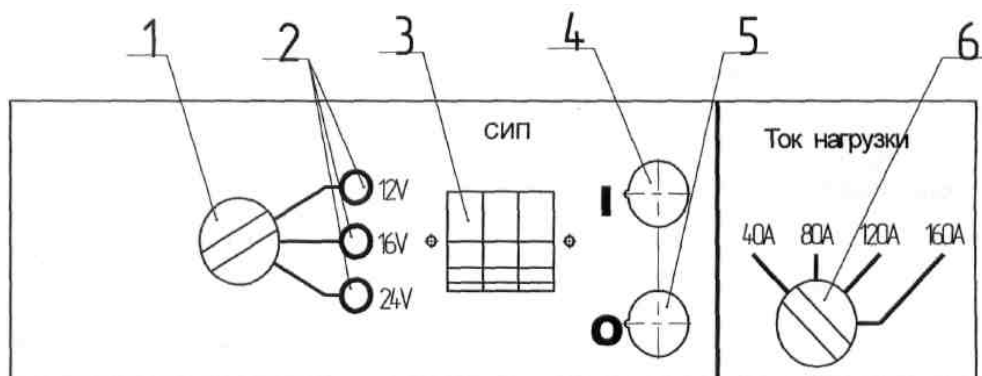


Рис. 24. Нижняя панель управления

1-переключатель режимов СИП; 2-индикаторы режимов СИП;
3-автоматический выключатель СИП; 4-кнопка «ПУСК»;
5-кнопка «СТОП»; 6-ступенчатый переключатель тока нагрузки при проверке генераторов

Натяжное устройство для крепления проверяемых генераторов выполнено в виде каретки из трех штанг, на которые опирается и к которым крепится цепным зажимом проверяемый генератор, как показано на рис.25. Каретка передвигается по глубине столешницы, регулируя натяжение ремня, соединяющего генератор с приводом. При необходимости с целью исключения задевания шкива генератора за основание каретки натяжного устройства под генератор на штанги подкладываются подставки-призмы из комплекта принадлежностей.

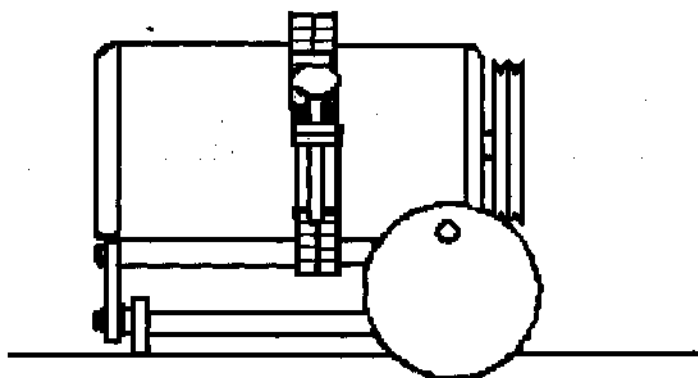


Рис. 25. Крепление генераторов на натяжном устройстве

Нагрузочное устройство для проверки стартеров представляет из себя стартерный стол и тормоз, установленные на основание, замыкающее на себе силовые нагрузки. Стартер при проверке может быть установлен на столе двумя способами: за фланец с помощью переходного диска на вертикальной стойке стола (рис.26) или за корпус с опорой на две регулируемые опорные призмы и верхним прижимом винтовой скобой. Стол перемещается в осевом направлении стартера (для его проверки под нагрузкой при стыковке с тормозом) и фиксируется болтами. Шестерня бендикса стартера при срабатывании втягивающего реле входит в зацепление с зубчатым сектором или зубчатым колесом, связанными по оси вращения с рычагом, который передает усилие на пружинный датчик.

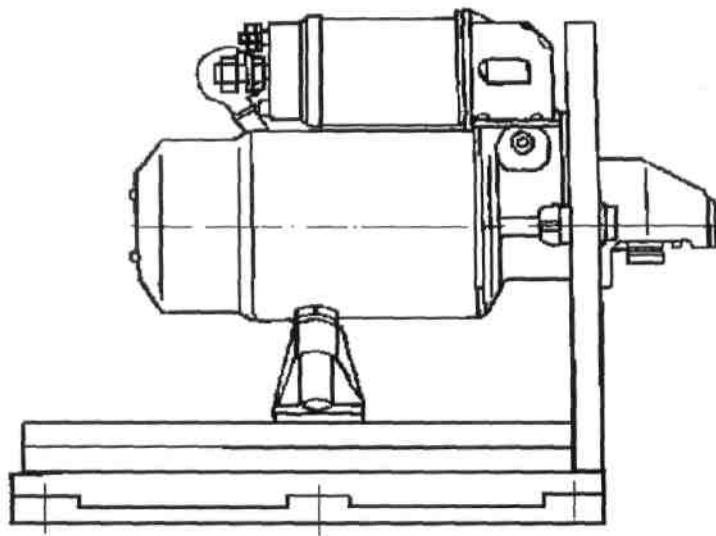


Рис. 26. Установка стартера за фланец на столе нагрузочного устройства

Резьбовое отверстие М16 предназначено для установки рым-болта при внутрицеховой транспортировке и установке на место эксплуатации, при этом болты фиксации стола должны быть затянуты.

На рис.27 представлена конструкция тормоза для проверки стартеров в режиме полного торможения: шестерня стартера входит в зацепление с

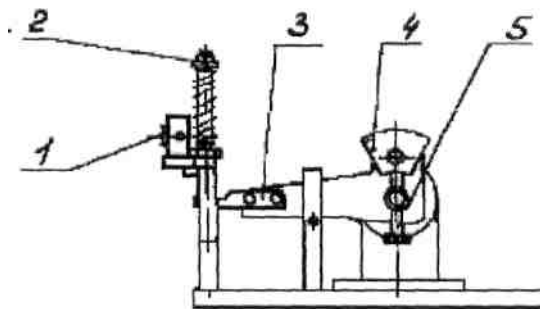


Рис.27. Тормоз для нагрузки стартера при полном торможении

зубчатым сектором 4. Момент, развиваемый стартером, передается через рычаг 3 на шток пружинного датчика силы и через зубчатую передачу рейку-колесо передает вращение на ось резистора 1 (RP7), сигнал с которого поступает в измерительную схему стенда и регистрируется измерительным прибором. Регулировка положения зубчатого сектора по высоте для обеспечения нормального зацепления с шестерней проверяемого стартера осуществляется винтом 5.

Тормоз стенда обеспечивает проверку стартеров как левого, так и правого вращения, для этого пружинный датчик переустанавливается штоком вверх или вниз. Для его позиционирования на направляющих шпильках используется длинная втулка, которая при установке штоком вверх (для проверки стартеров левого вращения) устанавливается сверху на фланец датчика.

Принцип действия

Принцип работы стенда заключается в имитации рабочих режимов и измерении выходных характеристик снятого с автомобилей электрооборудования с целью проверки его работоспособности и определения технического состояния и поиска неисправностей.

На рис. 28 приведена схема электрическая функциональная. Стенд представляет собой комплекс, его измерительная часть содержит:

- вольтметр;
- амперметр;
- универсальный измеритель;

силовая часть включает в себя:

- привод стенда;
- сетевой источник питания;
- аккумуляторные батареи;
- источник питания цепей управления, измерения и сигнализации;
- схема контроля изоляции;
- устройство проверки якорей;
- блок нагрузки.

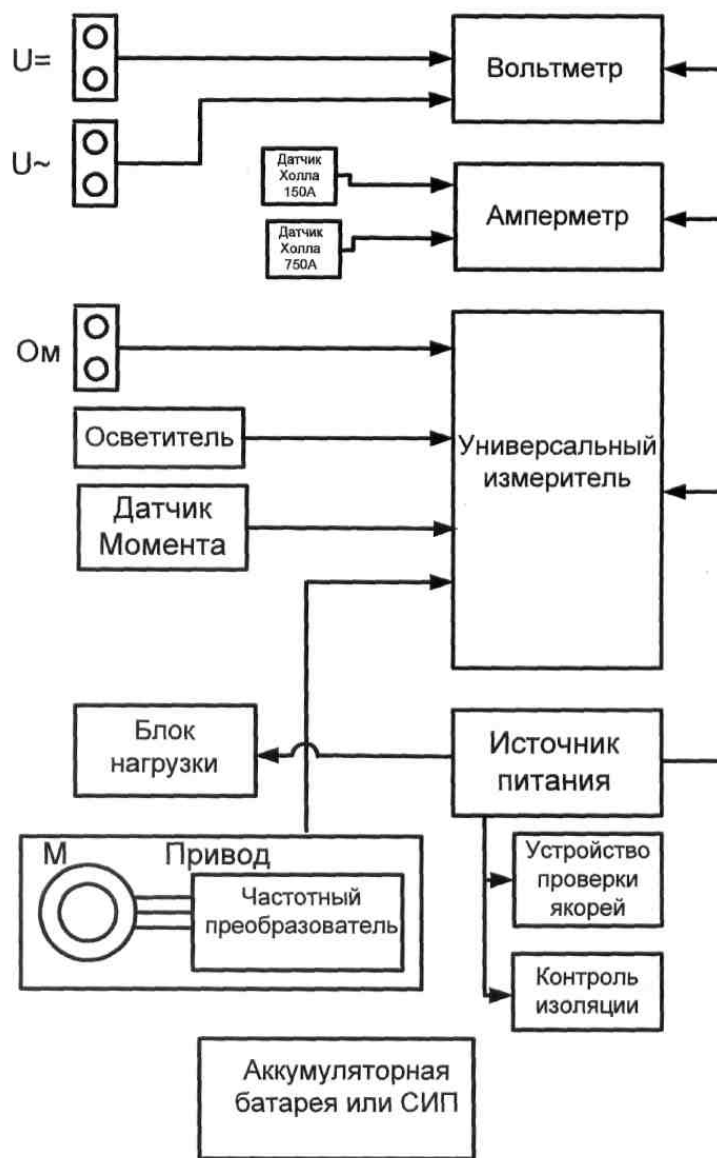


Рис.28. Схема электрическая функциональная стенда

Порядок проверки исправности стенда

1. (Для исполнения Э250-аккумуляторный вариант: установить переключку клеммного переключателя напряжения АБ на правой боковой стенке стенда в положение «12В»). Переключатель вольтметра установите в положение «U_г», переключатель амперметра в положение - 150А. Включите стенд. Включить автоматический выключатель СИП, установить переключатель режимов СИП в положение «12В», нажать кнопку «I» в блоке СИП. Вольтметр должен показать напряжение (12-14)В.

Включить регулируемую нагрузку (40А). Поверните рукоятку регулятора тока нагрузки, по часовой стрелке до упора. Амперметр должен показать ток нагрузки (30-40)А. Выключите нагрузку.

Установить переключатель ступенчатой регулировки тока в положение «160А», амперметр должен показывать ток (120 -140)А. В исполнении Э250-02 с СИП максимальный ток нагрузки поверяется при положении переключателя режимов СИП «24В». Вернуть переключатель в исходное положение «40А».

При этом проверяется работа блока нагрузки и измерительных приборов: амперметра и вольтметра, а также СИП - для исполнения Э250-02. Выключите стенд и установите органы управления в исходные положения.

2. Подключить выводы 3 и 5 резистора Э242.08.04.000 из комплекта принадлежностей к выходным клеммам ИРН (источника регулируемого напряжения). Переключатель вольтметра установить в положение «U_{ИРН}», переключатель универсального измерителя установить в положение «5А». Включить стенд, установить клавишный переключатель ИРН в положение «2-16В». Медленно вращая рукоятку регулятора напряжения, по часовой стрелке, следить за показаниями амперметра и вольтметра. Напряжение и ток должны расти.

ВНИМАНИЕ! СЛЕДИТЕ ЗА ТОКОМ ИСТОЧНИКА РЕГУЛИРУЕМОГО НАПРЯЖЕНИЯ! ИРН РАСЧИТАН НА ТОК ДО 5А.

Проделать эти операции для второго диапазона регулировки выходного напряжения. При этом проверяется работа регулируемого источника напряжения - в первом случае диапазон регулировки 2-16В, во втором - на 2-3 2В.

Выключите стенд и установите органы управления в исходные положения.

3. Установить переключатель рода работы универсального измерителя (УИ) в положение измерения «М» (измерение крутящего момента). Включить стенд, перевести клавишу включения стартера в положение «I», при этом должен засветиться индикатор включения стартера. Нажать рычагом на шток датчика силы так, чтобы пружины датчика сжались. На индикаторе универсального измерителя должны появиться показания. Выполните эти операции при 3*11 и 4,25*10 положениях переключателя измерителя момента.

При этом проверяется работа измерителя крутящего момента, предел измерения 100 Нм (10 кгс·м). При эксплуатации рекомендуется пользоваться кнопкой включения стартера на 4 сек по прошествии которых на измерителях фиксируются показания момента и тока (функция «память»). Сброс показаний осуществляется повторным нажатием кнопки или клавишей включения стартера при разомкнутой цепи питания стартера. Функция «память» работает только при нажатой кнопке «М». Выключить стенд и установить органы управления в исходные положения.

4. Переключатель УИ установить в положение «n_{стр}». Присоединить осветитель к соответствующей розетке на левой стенке стенда. Включить стенд. Регуляторами «n грубо» и на стробоскопе установить показания УИ на отметку «2.50», что соответствует значению 2500 об/мин. Включить автоматический выключатель ПРИВОДА, нажать переключатель управления

приводом «вправо». (При первичном включении действует запрет на вращение двигателя, поэтому клавишу необходимо вернуть в первоначальное состояние, а затем в положение, соответствующее выбранному направлению) при этом должен включиться электродвигатель станда.

Направить осветитель на вращающийся шкив двигателя. Нажать кнопку на осветителе -при этом должна заработать импульсная лампа, и, плавно вращая регулятор частоты вращения ПРИВОДА, добейтесь стробоскопического эффекта.

Снять показания, установив переключатель УИ в положение «п» (частота вращения ПРИВОДА). Показания должны совпасть.

При этом проверяется работа измерителя частоты вращения и индикатора частоты вращения ПРИВОДА.

Верните клавишный переключатель ПРИВОДА в исходное положение. Двигатель должен выключиться. Выключите стенд и установите органы управления в исходные положения.

Только для исполнений с СИП: переключатель вольтметра установить в положение « $U_{ст}$ ». Включить стенд. В блоке управления СИП горит один из трех светодиодов, соответствующий выбранному режиму. Включить автоматический выключатель СИП, нажать кнопку «I», переводя переключатель режимов СИП в другие положения (при этом слышны характерные щелчки срабатывания пускателей), сравнить показания вольтметра с номиналом, они должны незначительно его превышать.

При этом проверяется работа СИП.

Указание мер безопасности

По безопасности эксплуатации стенд относится к 01 классу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТу 12.2.007.0-75. Корпус станда обеспечивает степень защиты IP20 по ГОСТу 14254-80.

Стенд должен иметь исправное заземление, т.е. должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

Не допускается работа на стенде при снятых или открытых стенках (обшивках). Генераторы и стартеры необходимо надежно закреплять в зажимах. Вращающиеся элементы станда должны быть защищены кожухами, входящими в его состав.

В процессе регламентных работ и ремонта станда запрещается:

- производить монтаж и смену деталей под напряжением;
- определять наличие напряжения в электрической цепи на ощупь или искрообразование;
- оставлять без надзора стенд под напряжением. Запрещается перемещать рукоятку управления вариатором при неработающем электрическом двигателе станда.

При контроле изоляции электрооборудования необходимо использовать только безопасные провода с пружинными щупами и штырями из комплекта принадлежностей.

Применяемые при проверке стенда поверочные средства должны быть заземлены.

При эксплуатации стенда рекомендуется руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителем» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы конструкции и функциональные узлы стенда Э250.
2. Каково назначение стенда и какие режимы его работы могут быть реализованы?
3. Поясните назначение переключателей и их положения для задания режимов работы стенда.
4. Каково назначение измерительных приборов и какие режимы измерений могут быть реализованы?
5. Поясните назначение клемм и схемы включения генератора, стартера, реле.
6. Каков порядок подготовки стенда к работе и проверки его работоспособности?
7. Поясните назначение рукояток управления стенда и безопасные режимы его работы.
8. Поясните процедуру измерения для определения сопротивления электрических проводов.
9. Поясните процедуру измерения для определения сопротивления изоляции электрических проводов.
10. Каков порядок подготовки, настройки и проверки тахометра?
11. Определите мероприятия по технике безопасности при проведении испытаний на стенде Э250.