



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия»  
Кафедра «Тракторы и автомобили»

**О. Н. Черников, О. С. Володько, А. П. Быченин**

## **Электротехника и электрооборудование транспортных машин**

**Методические указания для выполнения  
лабораторных работ**

Кинель  
РИЦ СГСХА  
2015

УДК 621.3 (07)  
ББК 31.2 Р  
Ч-49

**Черников, О. Н.**

**Ч-49** Электротехника и электрооборудование транспортных машин : методические указания для выполнения лабораторных работ / О. Н. Черников, О. С. Володько, А. П. Быченин. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 113 с.

В учебном издании приведены рекомендации для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования». Методические указания предназначены для студентов инженерного факультета, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» в соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров.

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2015  
© Черников О. Н., Володько О. С., Быченин А. П., 2015

## Предисловие

Электрооборудование автомобиля обеспечивает надежное функционирование силовой установки, трансмиссии и ходовой части, безопасность движения, автоматизацию рабочих процессов и нормальные условия труда водителя.

Число изделий электрического и электронного оборудования на автомобилях постоянно возрастает. Пуск двигателя, зажигание рабочей смеси в цилиндрах двигателя, освещение дороги ночью, осуществление контроля работы отдельных агрегатов и узлов, а также автомобиля в целом, создание комфортных условий для пассажиров – все это функции электрического и электронного оборудования.

Согласно статистическим данным на долю электрооборудования приходится от 15 до 40% неисправностей автомобиля, возникающих в эксплуатации. Своевременно проведенные техническое обслуживание и диагностирование наряду с совершенствованием конструкции и качества изготовления изделий автомобильного электрооборудования способствуют снижению доли их отказов.

Цель издания «Электротехника и электрооборудование транспортных машин» формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач по устройству и эффективному использованию систем и приборов электрооборудования автотранспортных средств, по обеспечению их высокой работоспособности и сохранности.

В процессе изучения методических указаний «Электротехника и электрооборудование транспортных машин» студент должен:

- освоить принципы действия и основные регулировочные характеристики приборов электрооборудования автомобилей;
- научиться выбирать тип приборов электрооборудования автомобилей с техническими и конструктивными параметрами, соответствующими технологическим требованиям и условиям их работы;
- приобрести навыки чтения электрических схем;
- ознакомиться с основными методами контроля параметров и испытаний электрооборудования автомобилей.

Представленный в методических указаниях материал в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и требованиями

к результатам освоения основной образовательной программы по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» способствует формированию следующих профессиональных компетенций:

- владение знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортной техники, причин и последствий прекращения ее работоспособности;

- владение умением изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства;

- владение знаниями методов монтажа транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, используемого в отрасли.

# Лабораторная работа №1

## Изучение оборудования для проведения лабораторных работ

Цель работы. Углубить и закрепить теоретические знания по устройству и работе оборудования для проверки, регулировки и испытания электрооборудования автомобилей, а так же получить практические навыки по работе на этом оборудовании.

### Содержание работы

Изучить назначение и технические характеристики осциллографического анализатора зажигания, мотор-тестеров, автотестеров, цифровых мультиметров.

Оборудование: стенд СА-2, тестер, контрольная лампа, осциллограф, комплект инструментов и проводов.

### 1. Стенд СА-2

Стенд СА-2 «Электрооборудование двигателя легкового автомобиля» (далее в тексте описания именуемый «Стенд») является учебно-диагностической системой, предназначенной для изучения приборов и оборудования современного легкового автомобиля на базе автомобилей семейства ВАЗ 2108 и их модификаций. Стенд позволяет изучить работу основного и дополнительного электрооборудования автомобильного двигателя. Для этого Стенд содержит две части:

1. Основную, постоянную, дающую возможность изучить работу установленных на Стенде: генератора, стартера, бесконтактной системы зажигания, системы охлаждения, приборов измерения частоты вращения вала двигателя.

2. Переменную, позволяющую изучить работу и другого электрооборудования, представляющего наибольший интерес для конкретного учебного процесса. Для этого конструкция Стенда дает возможность по желанию заказчика устанавливать дополнительное сменное оборудование. Это может быть работа по определению короткозамкнутого витка в статоре или роторе электрогенератора, схема управления центральным замком, система управления кондиционером и другие, в том числе и выполненные по специальным заказам покупателя.

Стенд дает возможность научиться пользоваться при диагностике различными современными приборами, например, электронными осциллографами и персональными ЭВМ.

### 1.1. Технические характеристики

Стенд смонтирован на вертикальной панели шириной 1200 мм и высотой 900 мм, вставленной в металлическую раму, установленную на горизонтальном столе (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид стенда СА-2

Количество контрольных гнезд 16.

Энергопитание стенда осуществляется:

- 1) от сети 220 В, потребляемая мощность до 600 Вт (в зависимости от режима работы стенда);
- 2) от автомобильного аккумулятора 12 В; потребляемый ток: до 5А.

Работа с аккумулятором может осуществляться в буферном режиме (при условии соблюдения необходимых правил техники безопасности).

### 1.2. Требования безопасности

Внимание!

Стенд содержит достаточно мощные электрические приводы: генератора, датчика-распределителя зажигания, стартера, вакуум-насоса.

Поэтому пользоваться Стендом можно только тщательно ознакомившись с настоящими Требованиями безопасности, и обязательно в присутствии преподавателя ведущего учебные занятия по этому Стенду.

Категорически запрещается

- вести какие-либо профилактические или ремонтные работы со Стендом при вилке, включенной в розетку сети 220 В и при подключенном аккумуляторе;

- снимать ограждения с движущихся элементов Стенда.

На Стенде разрешается работать только при температуре окружающего воздуха от плюс 1 до плюс 40°С. При работе с персональным компьютером, работающим в режиме осциллографа, или при совместной работе Стенда СА-3 с компьютерным «Мотор Тестером» следует учитывать температурные условия работы компьютеров, работающих обычно при температуре  $20^{\circ}\pm 5^0$ .

Внимание! Двигатель, установленный на стенде, рассчитан на периодическую работу! Не допускайте включения двигателя более чем на 10 минут. Затем давайте 20-30 минутный перерыв для его охлаждения. Не устанавливайте надолго режим работы на малых оборотах (внутреннее охлаждение двигателя производит установленный на его оси вентилятор).

При работе со Стендом сначала подключайте аккумулятор, а затем сеть 220 В.

Строго соблюдайте методику запуска Стенда в работу, изложенную в соответствующем разделе «Методических указаний к работам со стендом СА-2».

Периодически (через 50 часов работы) проверяйте затяжку гаек креплений генератора и распределителя-переключателя, установленных на Стенде.

### 1.3. Конструкция и принцип работы

Стенд выполнен в виде стационарного устройства, изготовленного из трубчатых металлических рам. Он содержит вертикальную стойку, на которой размещена панель 1 (рис. 2, 3) – щит с пластиковым покрытием, размером 1200×900 мм.

Панель 1 Стенда несет на себе следующее основное электрооборудование двигателя ВА3 2108 (и его модификаций) и необходимое вспомогательное оборудование (прил. 1).

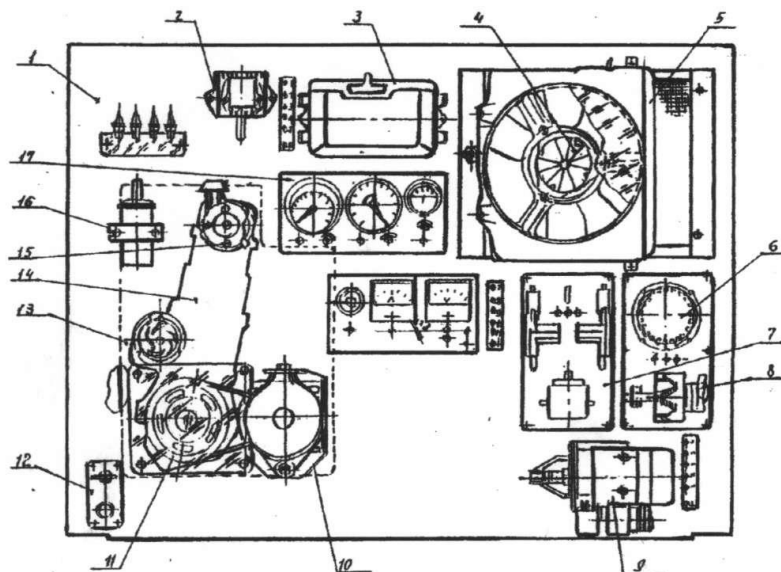


Рис. 2. Панель стенда СА-2 (лицевая сторона)

На передней части в нижнем левом углу панели 1 установлен «Выключатель массы» 12, и коаксиальная цилиндрическая розетка «прикуривателя», на которую подано напряжение 12 В. Оно может быть использовано при необходимости включения внешнего аккумулятора или какого-либо дополнительного оборудования, питающегося от бортовой сети автомобиля.

Правее расположена наклонная плата 14, имитирующая силуэт двигателя 2108. На ней размещен шкив 11 привода генератора. Он соединен двумя резиновыми ремнями с генератором 10, закрытым справа и слева с боков предохранительными щитками безопасности.

Наружный ремень соединяет шкив 11 с генератором 10, а внутренний – с приводным электродвигателем («Сименс» 600 Вт, 220 В).

На плате также имеется круглое окно 13 крыльчатки водяной помпы. В верхней части платы 14 установлен распределитель зажигания 15, соединенный пучком высоковольтных проводов с катушкой зажигания 16 и блоком свечей зажигания. Бесконтактный датчик Холла в распределителе 15 соединен с электронным



коммутатором 2. Справа от него расположена планка (колодка) с гнездами таких планок всего на панели 2 шт., позволяющими подключать контрольную и измерительную аппаратуру к штатному оборудованию Стенда, представленному в таблице «Перечень соединения контрольных гнезд» (часть контрольных гнезд в колодках не используется).

Контрольные гнезда на верхней планке позволяют проверять параметры сигналов, поступающих на переключатель распределитель и коммутатор зажигания.

Исследования форм, длительностей и амплитуд этих сигналов, а также значений углов опережения зажигания может производиться с помощью обычного низкочастотного электронного осциллографа (в комплект Стенда СА-2 не входит). Определение углов опережения зажигания в зависимости от частоты вращения двигателя или от разрежения во впускном коллекторе может производиться также и с помощью стробоскопа. Для этого на гнездо 3 планки выведен сигнал синхронизации от датчика Холла.

В верхнем ряду панели 1 правее коммутатора зажигания расположен монтажный блок 3. Непосредственно под ним расположен щиток 17 с приборами управления некоторыми функциями стенда. Он содержит: тахометр, вакуумметр и указатель температуры воды. Под ними расположены соответствующие органы управления: под тахометром – выключатель двигателя и регулятор частоты его вращения; под вакуумметром – выключатель вакуум-насоса и ручка, устанавливающая величину разрежения (в пределах от 0 до 400 мм рт. ст.). В правой части щитка под указателем температуры воды имеются выключатель имитатора нагревателя воды и регулятор интенсивности процесса нагревания.

Сам нагреватель имитатора расположен в макете радиатора 5, на котором смонтирован вентилятор 4, защищенный прозрачным кольцом ограждения.

Под щитком 17, правее и ниже, расположен второй щиток 6. На нем смонтированы электрооборудование включения и контроля работы Стенда: замок зажигания, под которым располагается выключатель разрешения включения стартера, в центре расположен амперметр, контролирующий ток заряда аккумулятора и пусковой ток стартера. Амперметр имеет шкалу 500 А. Эта шкала включается автоматически при включении тумблера «СТАРТЕР». Если тумблер стартер не включен, амперметр показывает ток зарядки

аккумулятора. При этом шкала амперметра переключается на режим 50 ампер. Под амперметром находится выключатель с надписью «ЗАРЯД», который отключает зарядку аккумулятора. Правее на щитке 6 установлен вольтметр, измеряющий напряжение аккумулятора. Вольтметр позволяет контролировать напряжение аккумулятора и тогда, когда питание Стенда разорвано выключателем массы (для этого нужно нажать кнопку «АККУМ», расположенную под вольтметром). Вольтметр используется и для проверки цепей Стенда при выполнении лабораторных работ. Для этого переключатель на щитке рядом с кнопкой переключается в положение «КОНТРОЛЬ». Контроль осуществляется проводами со штекерами (входят в комплектацию Стенда), соединяемыми с гнездами контроля на планках.

Между вольтметром и амперметром расположен переключатель режимов работы «ОСНОВН» и «ДОПЛН» «1» и «2», подключающие к приборам Стенда две дополнительные панели. Для этого непосредственно под макетом радиатора 19 расположены два окна 7 и 8. В них устанавливаются эти панели. Это могут быть статор и ротор генератора, центральный замок, схема управления температурой в салоне, управления кондиционером и т.п. по желанию Заказчика (за отдельную оплату).

*Примечание.* На стендах СА-2, если это не оговорено Заказчиком, в этих местах расположены статор и ротор генератора с имитацией короткозамкнутых витков в обмотках для отработки технологии поиска короткозамкнутых витков.

Под окнами панелей расположен стартер («Классик») 9 с пусковым реле. Его подвижная шестерня закрыта прозрачным щитком, обеспечивающим безопасность включения.

Задняя сторона вертикальной панели 1 (рис. 3) Стенда используется для размещения на ней дополнительного вспомогательного оборудования и элементов, необходимых для обеспечения учебного процесса.

*Примечание.* Нумерация оборудования и элементов на этой стороне Стенда совпадает с нумерацией на рисунке 2.

На эту сторону панели Стенда выходят части оборудования, расположенного на передней части панели.

Слева сверху установлен вакуум-компрессор, выполненный на двухкамерном бензонасосе с кривошипным приводом на базе электродвигателя от стеклоочистителя (12 В).

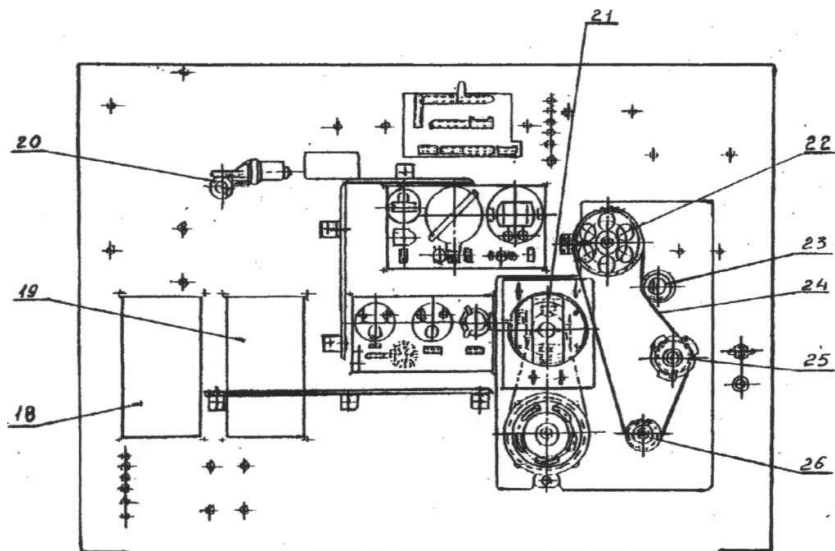


Рис. 3. Панель стенда СА-2 (вид сзади)

В центре платы расположен мощный (600 Вт) электропривод 21 в виде универсального коллекторного двигателя с регулируемым числом оборотов. Он приводит во вращение генератор и датчик-распределитель зажигания. Двигатель через двойную ременную передачу вращает вал генератора, расположенного с лицевой стороны панели. Со шкива генератора ременная передача обеспечивает вращение шкива 11. Он сидит на валу, который с задней стороны панели имеет зубчатый шкив 26. Он в свою очередь передает вращение зубчатым ремнем 24, снабженным натяжным роликом 23 на зубчатый шкив 22, сидящий на валу датчика-распределителя зажигания.

На зубчатом шкиве 26 закреплен стальной диск с прорезями, взаимодействующими с датчиком Холла. Он обеспечивает выработку сигналов синхронизации для определения с помощью осциллографа (или стробоскопа) углов опережения зажигания.

Горизонтальная панель Стенда (столешница) размером 1370×500 мм может использоваться преподавателем или учащимися как стол для записей. Выдвижной ящик с правой стороны столешницы стенда может быть использован для хранения

учебно-методических материалов и малогабаритного оборудования, используемого при работе со Стендом.

В нижней части Стенда слева под горизонтальной панелью расположена площадка для буферного аккумулятора (12 В).

Электромонтаж штатного оборудования Стенда произведен типовыми жгутами ВА3. Поэтому учащийся может производить поиск неисправностей, не только используя контрольные гнезда на планках, но и применяя игольчатые щупы, соединяемые с контрольным вольтметром на щитке 6 (рис. 2) или иным внешним контрольным оборудованием, предусмотренным методическими указаниями (например, осциллографом).

Монтаж оборудования Стенда выполнен в соответствии с общей электрической схемой.

## 2. Осциллографический анализатор зажигания

Осциллографирование позволяет в очень короткое время без снятия агрегатов определить техническое состояние системы зажигания, генератора, регулятора напряжения и характер возможных неисправностей. Основным достоинством этого метода является проведение всех проверок в реальных условиях при работе системы зажигания на двигателе.

Эффективность применения такого прибора особенно очевидна, если учесть, что перебои в работе двигателей внутреннего сгорания в 40% случаев вызваны неисправностями в системе зажигания, а поиски неисправностей обычно производятся «вслепую».

Блок-схема анализатора зажигания приведена на рисунке 4.

Импульс запуска развертки подается через схему запуска на генератор развертки. пилообразное напряжение с генератора развертки после усиления используется для отклонения по горизонтали луча электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Импульс зажигания с контактов прерывателя подается на усилитель вертикального отклонения, а с него – на отклоняющие пластины трубки.

Для получения развертки каждого импульса в отдельности длительность развертки выбирается не больше, чем период повторения импульсов, величина которого прямо пропорциональна частоте вращения двигателя. Если система зажигания работает нормально, то все импульсы сливаются в единое изображение. При неисправностях в первичной цепи все импульсы также сливаются, однако форма их искажена. При неисправностях во вторичной

цепи искажается форма лишь того импульса, который подключается распределителем к неисправной цепи.

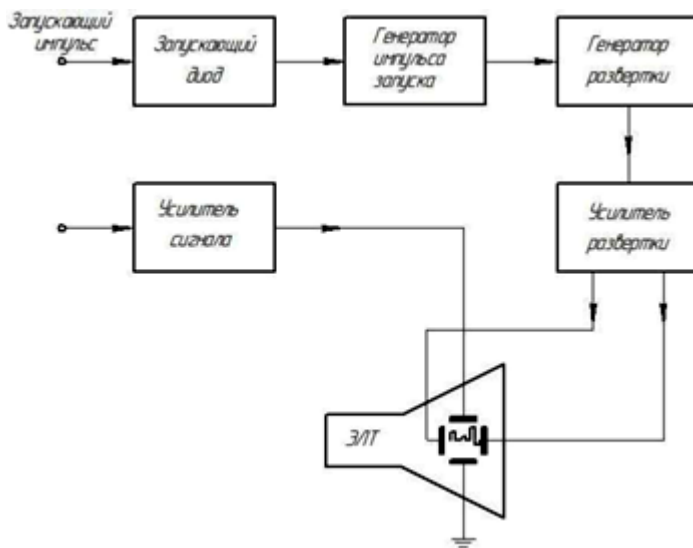


Рис. 4. Блок-схема осциллографического анализатора зажигания

### 3. Мотор-тестеры

Мотор-тестеры предназначены для измерения параметров двигателя, электрооборудования и нахождения «скрытых» неисправностей. Уровень их возможностей гораздо выше, чем у анализаторов, так как большинство таких приборов создано на базе компьютеров, в память которых можно «загрузить» стандартные данные по любой машине.

Выпускающиеся специализированным бюро «Камертон» (г. Минск) мотор-тестеры М1-2 и М-2 предназначены для работы, как с карбюраторными, так и с дизельными двигателями. В этих приборах предусмотрено программное сопряжение с компьютером, а также с печатающими устройствами для сохранения оперативной информации, по каждой из диагностируемых машин, документирования и выдачи протокола испытаний.

Мотор-тестер – небольшой переносной прибор (рис. 5).



Рис. 5. Приборы и датчики для подключения мотор-тестера

При помощи различных датчиков и стробоскопа он может измерять более 50 параметров двигателей и электрооборудования при различных режимах работы. Используются оригинальные методы косвенного определения мощностных параметров. Например, относительной компрессии по цилиндрам. Кроме компрессии и равномерности работы цилиндров, измеряются параметры искры: напряжение пробоя, напряжение дуги, длительность искры (рис. 6) и другие параметры.

По этим данным программа определяет не только состояние системы зажигания, но и состав смеси в районе свечи.

При испытании, когда зажигание в цилиндрах поочередно отключается, определяется вклад каждого цилиндра в суммарную мощность, а если к системе присоединить газоанализатор, то и токсичность отработавших газов. Это позволяет установить состав смеси в цилиндре, что особенно важно при диагностике систем с распределенным впрыском бензина (определяется состояние каждой форсунки).

В постоянную память прибора заложены важнейшие характеристики (число цилиндров, порядок их работы, допустимые значения измеряемых величин и др.) двигателей наиболее

распространенных отечественных и зарубежных моделей. Для диагностирования других данных их вводят в оперативную память, пользуясь клавиатурой прибора. В начале испытаний достаточно набрать номер модели, чтобы прибор сам сравнил полученные результаты измерений с допустимыми.

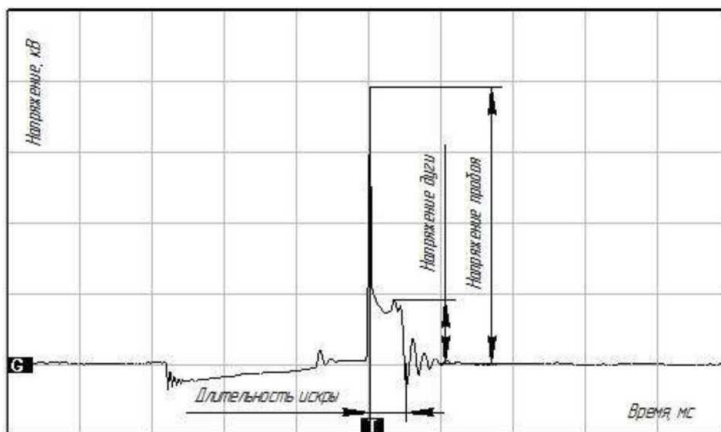


Рис. 6. Параметры искры на экране мотор-тестера

В приборе предусмотрен автоматический диалоговый режим работы с оператором-диагностом. На экране высвечиваются необходимые для его работы инструкции, подсказки по подключению датчиков и т.д.

#### 4. Автотестер

Автотестер предназначен для проверки технического состояния бензиновых карбюраторных двигателей с числом цилиндров 2; 4; 6; 8 с номинальным напряжением электрооборудования 12 В, и соединенных с корпусом автомобиля отрицательным проводом источника тока путем контроля диагностических параметров:

- частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- угла поворота распределителя, соответствующего замкнутому состоянию контактов прерывателя;
- начального угла опережения зажигания;
- угла опережения зажигания, устанавливаемого центробежным вакуумным регулятором;