Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
_____Ю.В. Родионов
(подпись, инициалы, фамилия)

_____ _____ _____
число месяц год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе на тему:

Разработка портативного комплекса средств для диагностирование систем
(наименование темы)

ДВС легковых автомобилей

Автор выпускной квалификационной работы_____О.В. Паляев
подпись *инициалы, фамилия*

Направление подготовки _____
(наименование)

Обозначение 23.03.03 Группа ЭТМК-41

Руководитель работы _____ _____ А.М. Белоковыльский
подпись, *дата,* *инициалы, фамилия*

Консультанты по разделам:
технологический раздел
наименование раздела *(подпись, дата, инициалы, фамилия)*

экология и БЖД _____
наименование раздела *(подпись, дата, инициалы, фамилия)*

экономика _____
наименование раздела *(подпись, дата, инициалы, фамилия)*

по графической части _____
наименование раздела *(подпись, дата, инициалы, фамилия)*

Нормоконтроль _____

Пенза 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:
Зав. кафедрой

_____ Ю.В. Родионов
(*подпись, инициалы,* *фамилия)*

_____ _____ _____
число *месяц* *год*

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студент Паляев Олег Владимирович Группа ЭТМК-41

Тема Разработка портативного комплекта средств для диагностировании систем ДВС легковых автомобилей

утверждена приказом по Пензенскому ГУАС №06-09-332 от 01.12.2016г.
число *месяц* *год*

Срок представления проекта к защита 27 июня 2017 г.
число *месяц* *год*

I. Исходные данные для проектирования
Разработка стробоскопа и приставка к мультиметру

II. Содержание пояснительной записки
Аннотация
Введение
1. Характеристика проектируемого объекта
2. Разработка светодиодного стробоскопа
3. Способы проверки угла замкнутого состояние контактов
4. Малогабаритные мультиметры
5. Приставка к цифровому мультиметру
6. Разработка высоковольтного регулируемого разрядника
7. Экономичность и безопасность проекта
8. Экономический раздел
Устройства
Заключение
Литература
Содержание

III. Перечень графического материала:

1.Анализ существующих конструкций
2. Разрядник высоковольтный
3. Принципиальная электрическая схема приставки к цифровому мультиметру
4.Принципиальная электрическая схема
5. Схема подключение светового стробоскопа
6. Технологическая карта
7. Расчет затрат на изготовления легкового автомобиля

Руководитель работы _____ _____ А.М. Белоковыльский
подпись *дата* *инициалы, фамилия*

Консультанты по разделам:

Технический раздел	_____	А.М. Белоковыльский
Экология и БЖД	_____	А.М. Белоковыльский
Экономика	_____	Р.Н. Москвин
Графическая часть	_____	Ю.А. Захаров

Задание принял к исполнению Паляев. О.В
(Ф.И.О. студента)

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе (ВКР) был разработан портативный комплект средств контроля для диагностирования легковых автомобилей, который включает в себя следующие приборы: светодиодный стробоскоп, мультиметр с приставкой, позволяющей измерять обороты коленчатого вала двигателя и угол замкнутого состояния контактов, и высоковольтный регулируемый разрядник.

Для этого был проведен анализ существующих конструкций стробоскопов, их схемотехнических решений, и в результате была разработана принципиальная электрическая схема стробоскопа и печатная плата.

Также был проведен анализ схем автомобильных мультиметров и автотестеров, на основе которых была разработана электрическая схема приставки к цифровому мультиметру, позволяющая использовать недорогой мультиметр не только для измерения электрических величин, но и для измерения оборотов коленчатого вала двигателя и угла замкнутого состояния контактов. По этой схеме была разработана печатная плата.

Были рассмотрены также конструкции высоковольтных разрядников и выявлен среди них один главный недостаток – невозможность регулировать искровой зазор. В результате была предложена конструкция разрядника, позволяющая регулировать зазор в больших пределах.

К разработанному комплекту также предлагается методика проведения измерений.

В ВКР разработаны рекомендации по охране труда окружающей среды при использовании портативного комплекта средств контроля для диагностирования легковых автомобилей при техническом обслуживании и ремонте.

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом расширяется применение электронных приборов и систем в автомобилях. Сейчас практически любая система электрооборудования включает элементы электроники с комплектующими, как отечественного, так и импортного производства. Это связано с решением таких задач, как обеспечение безопасности движения, уменьшения загрязнения воздуха отработавшими газами, улучшение ходовых качеств автомобиля, его надежность, улучшение условий работы водителя, снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта.

Внедрение электронных устройств идет в основном по двум направлениям:

- замена существующих механических устройств, функции которых электронные устройства выполняют с большей надежностью и качеством (электронные системы зажигания, регуляторы напряжения, тахометры и др.);
- внедрение электронных приборов, выполняющих функции, которые не могут выполнять механические приборы (электронные противоблокировочные системы, различные автоматические устройства, задающие режим работы двигателя и движения автомобиля и др.).

Применение указанных устройств позволяет существенно повысить эксплуатационные качества автомобиля.

Электрооборудование современного автомобиля представляет собой сложную систему, включающую до 100 и более изделий. Его стоимость примерно равна 1/3 стоимости автомобиля.

Внедрение электронных устройств также связано с решением проблемы создания специальной элементной базы, так как условия работы изделий электрооборудования автомобиля весьма специфичны. Это широкий диапазон изменения температур (-50 ÷ +150 °С), вибрации, подверженность

агрессивному действию окружающей среды и др.

Усложнение электрооборудования имеет и отрицательную сторону, связанную с увеличением числа отказов, иногда из-за некачественной сборки, или нарушений правил эксплуатации. По статистике более 30% неисправностей в автомобиле приходится на электрооборудование.

Надежная работа автомобиля во многом зависит от исправной работы электрооборудования. Своевременная и качественная проверка и регулировка составляющих электрооборудования снижает простои и увеличивает срок их службы.

Важнейшие показатели, характеризующие нормальную работу двигателя и автомобиля в целом (экономичность, динамичность, токсичность отработавших газов, долговечность двигателя), в значительной степени зависят от правильной регулировки двигателя, в том числе систем зажигания, электроснабжения, пуска и питания.

Для определения причин неисправности автомобиля проводят диагностирование.

Используемое при диагностике контрольно-диагностическое оборудование позволяет обнаруживать скрытые неисправности автомобилей с количественной оценкой их параметров. При этом нет необходимости в разборке составляющих.

Задача диагностирования в настоящее время решается с помощью специальных приборов и устройств, начиная от дорогостоящих диагностических комплектов и систем и кончая портативными специализированными модулями и устройствами.

Последние из них обычно являются не очень дорогими испециализированными, что не позволяют их использовать для различного рода поиска неисправностей. Сложное же многофункциональное оборудование стоит очень дорого, и обладает разного рода функциями, которые могут в большинстве случае просто не использоваться.

Целью ВКР является разработка портативного комплекта средств для

диагностирования и регулировки двигателя легкового автомобиля. Комплект включает в свой состав: мультиметр, приставку к мультиметру, расширяющую сферу его применения, светодиодный стробоскоп и высоковольтный регулируемый разрядник.

С помощью данного комплекта возможно диагностировать большую часть электрооборудования автомобиля, производить регулировку холостого хода и оценивать состояние двигателя в целом.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЬЕКТА

1.1 Принцип работы классических систем зажигания

Классическая система батарейного зажигания с одной катушкой и многоискровым механическим распределителем до сих пор широко распространена на современных автомобилях. Главным достоинством этой системы является ее простота, обеспечиваемая двойной функцией механизма распределителя: прерывание цепи постоянного тока для генерирования высокого напряжения и синхронное распределение высокого напряжения по цилиндрам двигателя.

Принципиальная схема классической системы зажигания состоит из следующих элементов (рис. 1.1):

- источника тока — аккумуляторной батареи 7;
- катушки зажигания (индукционной катушки) 5, которая преобразует токи низкого напряжения в токи высокого напряжения. Между первичной и вторичной обмотками существует автотрансформаторная связь;
- прерывателя 17, содержащего рычажок 6 с молоточком 7 из текстолита, поворачивающийся около оси, контакты прерывателя 8, кулачок, имеющий число граней, равное числу цилиндров. Неподвижный контакт прерывателя присоединен к "массе"; подвижный контакт укреплен на конце рычажка. Если молоточек не касается кулачка, контакты замкнуты под действием пружины. Когда молоточек находит на грань кулачка, контакты размыкаются. Прерыватель управляет размыканием и замыканием контактов и моментом подачи искры;
- конденсатора первичной цепи 18 (С1), подключенного параллельно контактам 8, который является составным элементом колебательного контура в первичной цепи после размыкания контактов;
- распределителя 14, включающего в себя бегунок 12, крышку 10, на которой расположены неподвижные боковые электроды 77 (число которых

равно числу цилиндров двигателя) и неподвижный центральный электрод, который подключается через высоковольтный провод к катушке 4 зажигания. Боковые электроды через высоковольтные провода соединяются с соответствующими свечами зажигания. Высокое напряжение к бегунку 12 подается через центральный электрод с помощью скользящего угольного контакта. На бегунке имеется электрод 13, который отделен воздушным зазором от боковых электродов 11. Бегунок 12, распределителя и кулачок 16 прерывателя находятся на одном валу, который приводится во вращение зубчатой передачей от распределительного вала двигателя с частотой, вдвое меньшей частоты вращения коленчатого вала. Прерыватель и распределитель расположены в одном аппарате, называемом распределителем зажигания;

- свечей зажигания 15, число которых равно числу цилиндров двигателя;

- выключателя зажигания 2;

- добавочного резистора 3 (*R*-доб), который уменьшает тепловые потери в катушке зажигания, дает возможность усилить зажигание. (При пуске двигателя $R_{do}g$ шунтируется выключателем 4 одновременно с включением стартера.) Добавочный резистор изготовляют из нихрома или константана и наматывают на керамический изолятор.

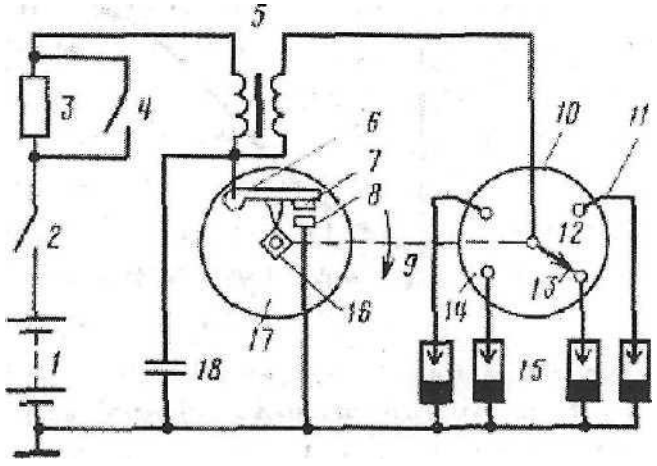


Рис. 1.1 Принципиальная схема классической системы зажигания

Принцип работы классической системы батарейного зажигания состоит в следующем. При вращении кулачка 16 контакты 8 попеременно замыкаются и размыкаются. После замыкания контактов (в случае замкнутого выключателя 2) через первичную обмотку катушки зажигания 5 протекает ток, нарастая от нуля до определенного значения за данное время замкнутого состояния контактов. При малых частотах вращения валика 9 распределителя 14 ток может нарастать до установившегося значения, определенного напряжением аккумуляторной батареи и омическим сопротивлением первичной цепи (установившийся ток). Протекание первичного тока вызывает образование магнитного потока, сцепленного с витками первичной и вторичной обмоток, и накопление электромагнитной энергии.

После размыкания контактов прерывателя, как в первичной, так и во вторичной обмотке индуцируется ЭДС самоиндукции. Согласно закону индукции вторичное напряжение тем больше, чем быстрее исчезает магнитный поток, созданный током первичной обмотки, больше первичный ток в момент разрыва и больше число витков во вторичной обмотке. В результате переходного процесса во вторичной обмотке возникает высокое напряжение, достигающее 15...20 кВ. В первичной обмотке также индуцируется ЭДС самоиндукции, достигающая 200...400 В, направленная в ту же сторону, что и первичный ток, и стремящаяся задержать его исчезновение. При отсутствии конденсатора 18 ЭДС самоиндукции вызывает образование между контактами прерывателя во время их размыкания сильной искры, или, точнее, дуги. При наличии конденсатора 18 ЭДС самоиндукции создает ток, заряжающий конденсатор. В следующий период времени конденсатор разряжается через первичную обмотку катушки и аккумуляторную батарею. Таким образом, конденсатор 18 практически устраняет дугообразование в прерывателе, обеспечивая долговечность контактов и индуцирование во вторичной обмотке достаточно высокой ЭДС.

Вторичное напряжение подводится к бегунку распределителя, а затем

через электроды в крышке и высоковольтные провода поступает к свечам соответствующих цилиндров. На рис. 1.2 приведены характеристики электрических сигналов в первичной и вторичной цепях системы зажигания.

Классическая система зажигания обладает рядом достоинств, к которым следует отнести:

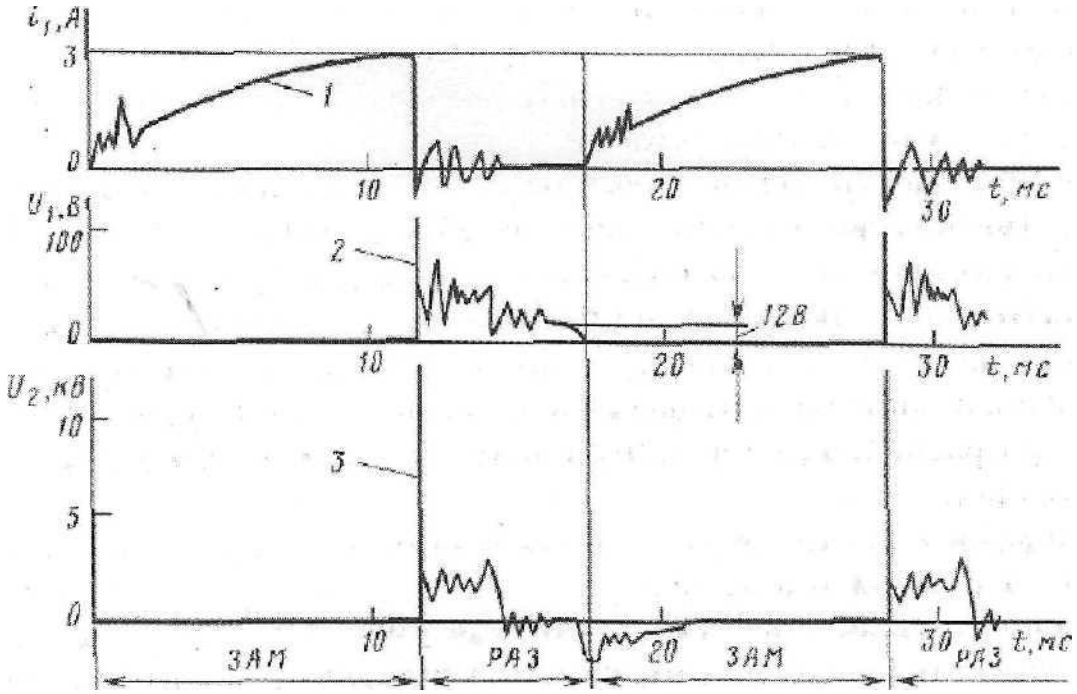


Рис. 1.2 Характеристики электрических сигналов в первичной и вторичной цепях системы зажигания:
1 — первичный ток; 2 — импульс первичного напряжения; 3 — импульс вторичного напряжения; ЗАМ — контакты замкнуты; РАЗ — контакты разомкнуты.

- простоту конструкции и невысокую стоимость аппаратов зажигания;
- возможность регулирования угла опережения зажигания в широких пределах без изменения вторичного напряжения.

Вместе с тем классическая система зажигания имеет ряд принципиальных недостатков, связанных с работой механического прерывателя и механических автоматов опережения.

1.2 Регулирование угла опережения зажигания

Для регулирования угла опережения зажигания в соответствии с режимами работы двигателя при различных эксплуатационных условиях классическая система зажигания снабжается автоматическими и ручными регуляторами. Автоматическое регулирование угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала обеспечивается центробежным регулятором, а в зависимости от нагрузки — вакуумным регулятором.

Центробежный регулятор опережения зажигания (рис. 1.3). На ведущем валике 4 закреплена пластина с осями 7 для установки грузиков 3. Грузики могут проворачиваться вокруг осей 7 и связаны между собой пружинами 6. На каждом грузике имеется штифт 5, входящий в прорези пластины 2, укрепленной на втулке кулачка 1. Привод кулачка осуществляется от валика через грузики.

С увеличением частоты вращения, начиная с некоторого ее значения, грузики под действием центробежной силы расходятся. При этом штифты, двигаясь в прорезях пластины, поворачивают ее и связанный с ней кулачок в сторону вращения ведущего валика. Вследствие этого контакты размыкаются раньше. При уменьшении частоты вращения грузики с помощью возвратных пружин возвращаются в исходное положение. Пружины имеют различную жесткость, что позволяет получить требуемый закон изменения угла опережения зажигания при изменении частоты вращения двигателя. На рис. 1.4 приведены типовые характеристики центробежных регуляторов, представляющие собой зависимость угла опережения зажигания 6 от частоты вращения его валика. При достижении определенной частоты вращения грузики полностью расходятся и автомат перестает работать. Характеристика становится горизонтальной и прямолинейной.

Вакуумный автомат опережения зажигания регулирует момент зажигания при изменении угла открытия дроссельной заслонки, т. е. при изменении нагрузки двигателя. При малых нагрузках двигателя уменьшается

наполнение цилиндров рабочей смесью и, следовательно, давление в момент воспламенения. В то же время увеличивается загрязнение смеси остаточными газами, что приводит к уменьшению скорости сгорания, а это требует увеличения угла опережения зажигания. С увеличением нагрузки процент остаточных газов уменьшается. Коэффициент избытка воздуха находится в пределах 0,8—0,9. Такая смесь имеет наибольшую скорость сгорания, поэтому угол опережения зажигания должен быть минимальным.

Устройство вакуумного автомата показано на рис. 1.5. Полость вакуумного регулятора, в которой размещена пружина 6, соединяется трубкой 5 со смесительной камерой карбюратора над дроссельной заслонкой. Полость регулятора с левой стороны диафрагмы сообщается с атмосферой. К диафрагме 7 прикреплена тяга 9. Она связана шарниром с подвижной пластиной 11, на которой установлен прерыватель. При уменьшении нагрузки двигателя дроссельная заслонка прикрывается и разрежение в месте подсоединения вакуумного регулятора, а следовательно, и в полости правой стороны диафрагмы увеличивается. Под действием разности давлений диафрагма, преодолевая усилия пружины, перемещается и тягой поворачивает подвижную пластину вместе с прерывателем навстречу направлению вращения кулачка. Угол опережения зажигания увеличивается.

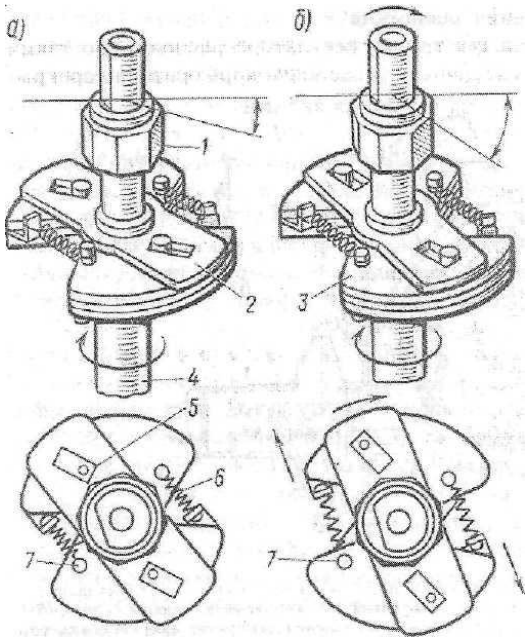


Рис. 1.3 Центробежный регулятор:

а — положение грузиков на холостом ходу двигателя; б — положение грузиков при максимальной частоте вращения вала двигателя

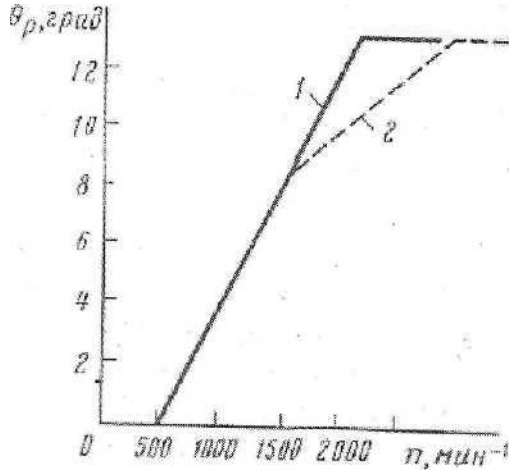


Рис. 1.4 Типовые характеристики центробежных регуляторов: 1 —пружины с одинаковыми характеристиками жесткости; 2 — пружины с разными характеристиками жесткости

С увеличением нагрузки двигателя дроссельная заслонка открывается, разрежение в полости регулятора уменьшается и пружина перемещает влево диафрагму и связанную с ней тягу. Тяга поворачивает подвижную пластину и прерыватель в направлении вращения кулачка, уменьшая таким образом угол опережения зажигания.

Отверстие для подсоединения трубки регулятора расположено таким образом, что при холостом ходе двигателя заслонка карбюратора перекрывает отверстие, и оно оказывается на стороне диффузора карбюратора. Разрежение в полости регулятора небольшое, и регулятор опережения не работает.

Октан-корректор. Для установки начального угла опережения или для корректировки угла опережения зажигания в зависимости от октанового числа топлива корпус большинства распределителей делается подвижным и снабжается установочным винтом и шкалой с делениями. В зависимости от октанового числа бензина корпус распределителя закрепляют в нужном положении. Это устройство называют октан-корректором.

Три описанных устройства регулируют угол опережения зажигания независимо: центробежный регулятор поворачивает кулачок прерывателя,

вакуумный регулятор (автомат) — пластину прерывателя, октан-корректор — корпус распределителя.

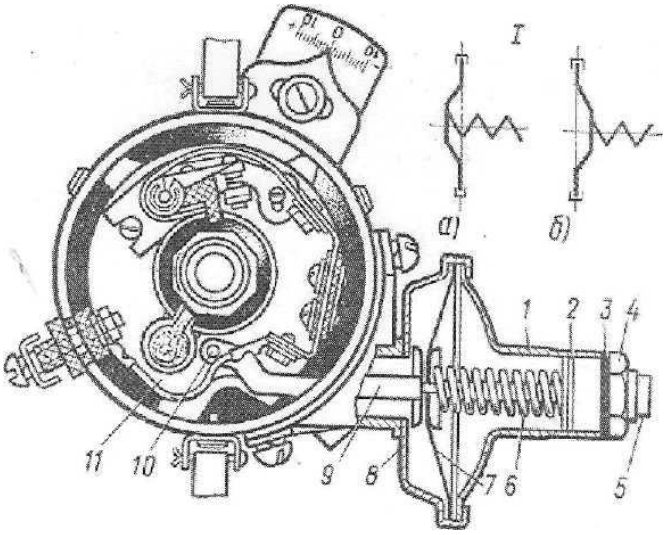


Рис. 1.5 Вакуумный регулятор:
1 — крышка корпуса; 2 и 3 — соответственно регулировочная и уплотнительная прокладки; 4 —штуцер трубки; 5 — трубка; б — пружина; 7 — диафрагма; 8 — корпус регулятора; 9 — тяга; 10— ось тяги; 11 — подвижная пластина прерывателя; I — положения диафрагмы вакуумного регулятора при большей (а) и меньшей (б) нагрузках на двигатель

Реальный угол опережения зажигания складывается из угла начальной установки и углов, автоматически устанавливаемых центробежным и вакуумным регуляторами. На рис.1 6 представлена зависимость угла опережения зажигания от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя.

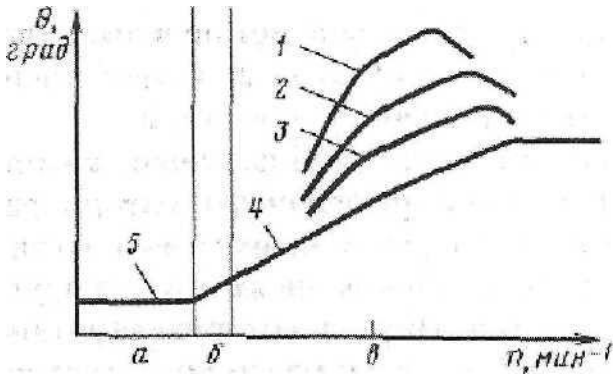


Рис. 1.6 Характеристика изменения момента зажигания при совместной работе регулятора опережения:
а — область пуска; б — область холостого хода; в —- рабочая область; 1 — 1/4 нагрузки; 2 — 1/2 нагрузки; 3 — 3/4 нагрузки; 4 — полная нагрузка (вакуумный автомат выключен); 5 — установочный угол

Рабочий процесс батарейной системы зажигания.

Нормальным рабочим режимом любой системы батарейного зажигания, использующей индукционную катушку в качестве источника высокого напряжения, является переходный режим, в результате чего образуется искровой разряд в свече зажигания. Рабочий процесс может быть разбит на три этапа.

1. Замыкание контактов прерывателя. На этом этапе происходит подключение первичной обмотки катушки зажигания (накопителя) к источнику тока. Этап характеризуется нарастанием первичного тока и, как следствие этого, накоплением электромагнитной энергии, запасаемой в магнитном поле катушки.

2. Размыкание контактов прерывателя. Источник тока отключается от катушки зажигания. Первичный ток исчезает, в результате чего накопленная электромагнитная энергия превращается в электростатическую. Возникает ЭДС высокого напряжения во вторичной обмотке.

3. Пробой искрового промежутка свечи. В рабочих условиях при определенном значении напряжения происходит пробой искрового промежутка свечи с последующим разрядным процессом.

2 РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОГО СТРОБОСКОПА

2.1 Общие положения

Важнейшие показатели, характеризующие нормальную работу двигателя и автомобиля в целом (экономичность, динамика разгона, токсичность отработанных газов, долговечность двигателя), в значительной степени зависят от правильной начальной установки угла опережения зажигания (УОЗ).

Углом опережения зажигания называется угол поворота кривошипа коленчатого вала из положения, соответствующего появлению искры между электродами свечи зажигания, до положения, при котором поршень находится в ВМТ.

При работе двигателя сгорание рабочей смеси должно заканчиваться при повороте кривошипа на 10-15° после ВМТ в начале рабочего хода. При таком сгорании смеси двигатель имеет наибольшую мощность и экономичность.

Рабочая смесь в цилиндре двигателя сгорает в течение нескольких тысячных долей секунды. Поэтому для получения максимальной мощности и экономичности двигателя необходимо зажигать рабочую смесь несколько раньше подхода поршня к ВМТ в конце такта сжатия, т.е. искровой разряд между электродами свечи должен происходить с определенным опережением.

Если зажигание установлено слишком поздно, то это ведет к неполному сгоранию рабочей смеси, снижению мощности, ухудшению приемистости, возрастанию расхода топлива и перегреву двигателя. Если же угол опережения зажигания чрезмерно велик, то возникает детонационный стук, уменьшается мощность, возможно прогорание поршней и другие повреждения двигателя.

Проверку и регулировку угла опережения зажигания можно осуществить при помощи контрольной лампы, которую подсоединяют к

клемме низкого напряжения распределителя и при включенном зажигании, определяют момент размыкания контактов. Однако этот метод не позволяет с достаточной точностью выставить начальный угол опережения зажигания, и применим лишь к контактной системе зажигания.

Правильнее проверку угла опережения зажигания проводить на работающем двигателе при помощи стробоскопического устройства.

Работа устройства основана на так называемом стробоскопическом эффекте. Суть его состоит в следующем: если осветить движущийся в темноте объект очень короткой яркой вспышкой, он зрительно будет казаться как бы неподвижно застывшим в том положении, в котором его застала вспышка.

Для установки момента зажигания запускают двигатель на холостых оборотах и стробоскопом освещают специально установленные метки. Одна из них подвижная размещена на коленчатом валу (либо на маховике, либо на шкиве привода генератора), а другая на корпусе двигателя. Вспышки синхронизируют с моментами искрообразования в запальной свече первого цилиндра, для чего емкостной датчик стробоскопа крепят на её высоковольтном проводе.

В свете вспышек будут видны обе метки, причём, если они находятся точно одна напротив другой, угол опережения зажигания оптимален, если же подвижная метка смещена, корректируют положение прерывателя-распределителя до совпадения меток.

2.2 Анализ существующих конструкций стробоскопов

Рассмотрим три стробоскопа, обладающих различными функциями и по ним составим сравнительную табл. 2.1.

Таблица 2.1 Сравнительный анализ стробоскопов

Функции и характеристики	MULTITRONICS SC-10	Astro M5	Focus F10

Диапазон измерения, об/мин	100÷9000	50÷6500	100÷6500
Напряжение питания, В	9÷16	9÷16	9÷16
Потребляемый ток, А	Не больше 10 мА	Не больше 0.2 А	Не больше 0.09 А
Стробоскоп используется	Для установления начального угла опережения зажигания	Для измерения угла опережения зажигания	Для измерения угла опережения зажигания
Время работы	Непрерывный	Повторно – кратковременный	Повторно – кратковременный
Тахометр	нет	есть	есть
Измерение напряжения питания, В	нет	есть	есть
Коэффициент пересчета оборотов	нет	есть	есть
Максимальная частота искрообразования, в Гц	–	–	55
Измерение напряжения на замкнутых контактах прерывателя	нет	нет	есть
Измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя	нет	нет	есть
Измерение условий эффективности работы цилиндров	нет	нет	есть
Измерение импульсов напряжения в первичной цепи катушки зажигания	нет	нет	есть

Измерение неравномерности оборотов двигателя, об/мин	нет	есть	есть

Из таблицы видно, что стробоскоп Focus F10 обладает самой большой функциональностью. Большая часть функций данного стробоскопа для владельцев автотранспорта будет излишней. Данные функции включены в стоимость стробоскопа, следовательно, произойдет переплата.

Стробоскоп Astro M5 обладает также излишней функциональностью и высокой стоимостью.

Стробоскоп MULTITRONICS SC-10 обладает следующими преимуществами:

- достаточно значительное непрерывное время работы;
- малый потребляемый ток.

Однако, с его помощью нельзя измерить угол опережения зажигания (УОЗ), определить количество оборотов и померить напряжение аккумуляторной батареи.

Предлагается схема светодиодного автомобильного стробоскопа, которая приведена на рис. 2.1.

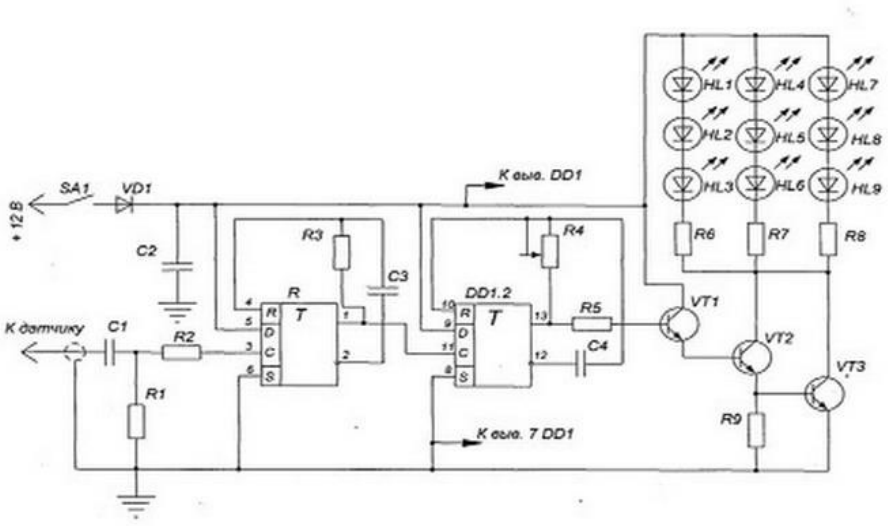


Рис. 2.1 Принципиальная электрическая схема стробоскопа

Монтаж элементов выполнен на печатной плате (рис. 2.2, 2.3).

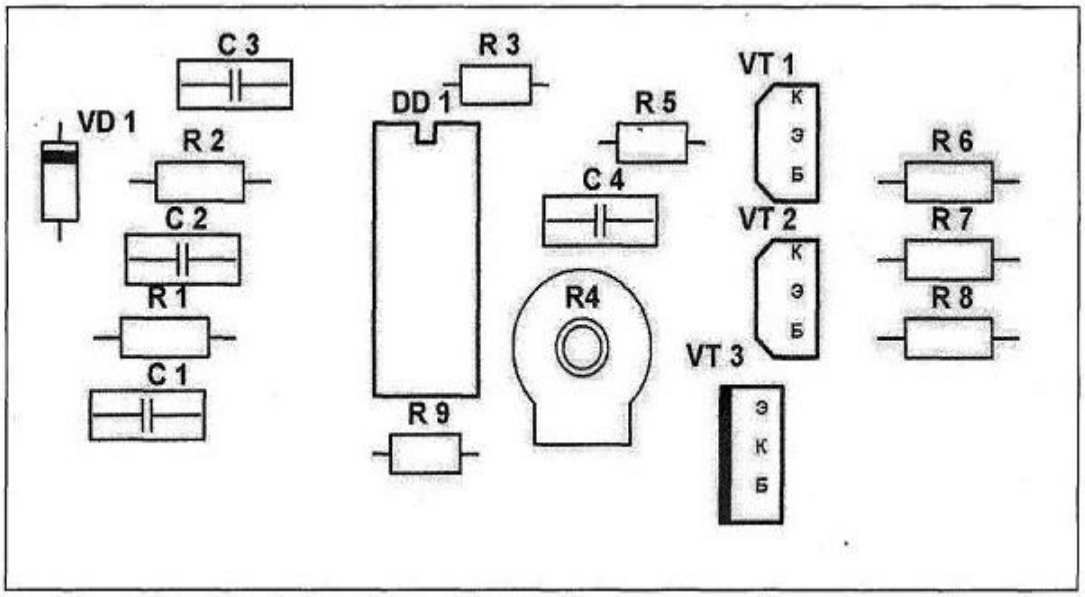


Рис. 2.2 Плата печатная со стороны элементов

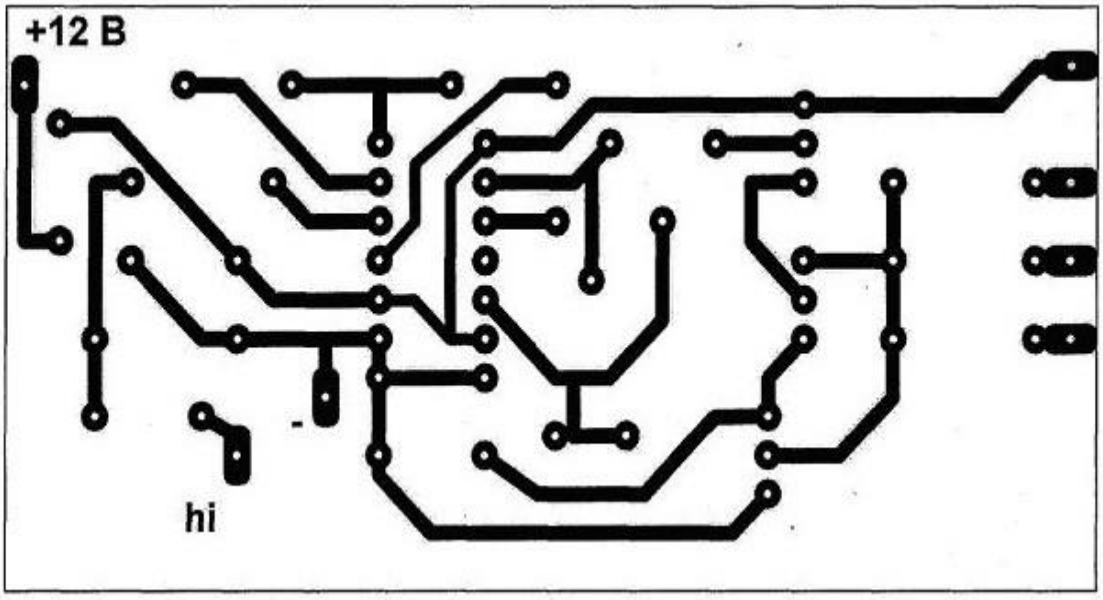


Рис. 2.3 Плата печатная со стороны проводников

Питание прибора от бортовой сети автомобиля. Диод *VD*1 (см. схему) защищает стробоскоп от ошибочной перемены полярности напряжения питания.

Емкостным датчиком прибора служит обычный зажим Румянова (типа «Крокодил»), который прицепляют на высоковольтный провод первой

запальной свечи двигателя. Импульс напряжения с датчика, пройдя через цепь *C1R1R2*, поступает на тактовый вход триггера *DD*1.1, включённого одновибратором.

До прихода импульса одновибратор находится в исходном состоянии, на прямом выходе триггера - низкий уровень, на инверсном - высокий. Конденсатор *C*3 заряжен (плюс со стороны инверсного выхода). Он заряжается через резистор *R*3.

Импульс высокого уровня запускает одновибратор, при этом триггер переключается, и конденсатор начинает перезаряжаться через тот же резистор *R*3 с прямого выхода триггера. Примерно через 15 мс конденсатор зарядится на столько, что триггер будет снова переключён в нулевое состояние по входу *R*.

Таким образом, одновибратор на последовательность импульсов емкостного датчика реагирует генерацией синхронной последовательности прямоугольных импульсов высокого уровня постоянной длительностью - около 15 мс. Длительность импульсов определяют номиналы цепи *R*3*C*3. Плюсовые перепады этой последовательности запускают второй одновибратор, собранный по такой же схеме на триггере *DD*1.2.

Длительность импульсов второго одновибратора - до 1.5 мс. На это время открываются транзисторы *VT*1 - *VT*3, составляющие электронный коммутатор, и через группу светодиодов *HL*1 - *HL*9 протекают мощные импульсы тока – 0.7...0.8 А. Этот ток значительно превышает паспортное значение максимального прямого тока (100 мА), установленное для светодиодов. Однако, поскольку длительность импульсов мала, а их скважность в нормальном режиме не менее 15, перегрева и выходов из строя светодиодов не будет. Яркость же вспышек, которую обеспечивает группа из 9 светодиодов, оказывается вполне достаточно для работы со стробоскопом даже днем.

2.2 Порядок работы со стробоскопом

2.2.1 Подготовка к работе

Автомобильный стробоскоп предназначен для проверки регулировки и измерения угла опережения зажигания, измерения оборотов двигателя, а также для проверки работоспособности центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания автомобильных карбюраторных двигателей.

Провод стробоскопа с черным зажимом присоединить к “массе” автомобиля (рис. 2.4).

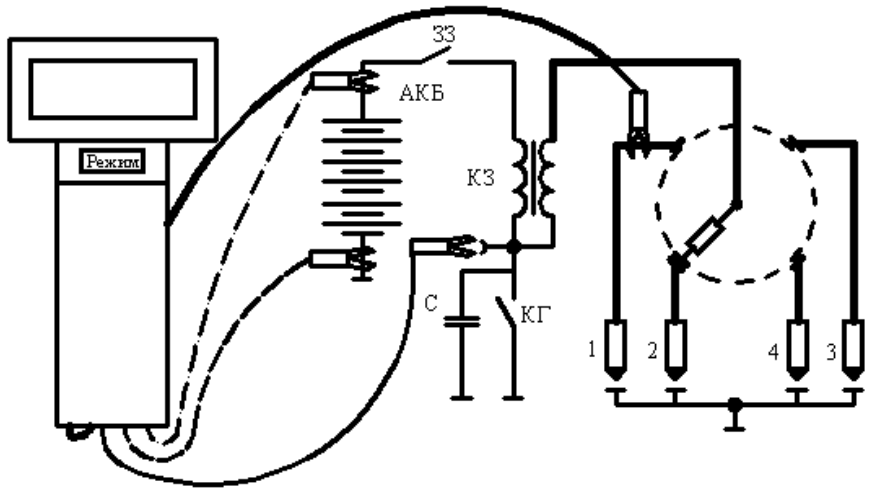


Рис. 2.4 Обобщенная схема подключения:

1-2-3-4 - свечи зажигания

Красный провод

Черный провод

Белый провод

Синий провод

ЗЗ - замок зажигания

КГ - контактная группа или электронный коммутатор

КЗ - катушка зажигания

ДО - датчик оборотов

Провод с красным зажимом присоединить к плюсовой клемме аккумулятора или к клемме катушки зажигания, на которой появляется напряжение +12 вольт при включении зажигания (например +б для классической системы зажигания. Провод с белым (желтым) зажимом подключить к клемме катушки зажигания, соединенной с механическим

прерывателем или электронной системой зажигания. В случае установки прибора на автомобиль, оборудованный контактно-транзисторной или бесконтактной системой зажигания, подключение провода с белым (жёлтым) зажимом осуществляется непосредственно с выходом механического прерывателя или датчиком холла (рис. 2.5). При невозможности соединения с сигналом прерывателя (коммутатора) используется емкостной синхронизатор на высоковольтном проводе свечи первого цилиндра в непосредственной близости от неё.

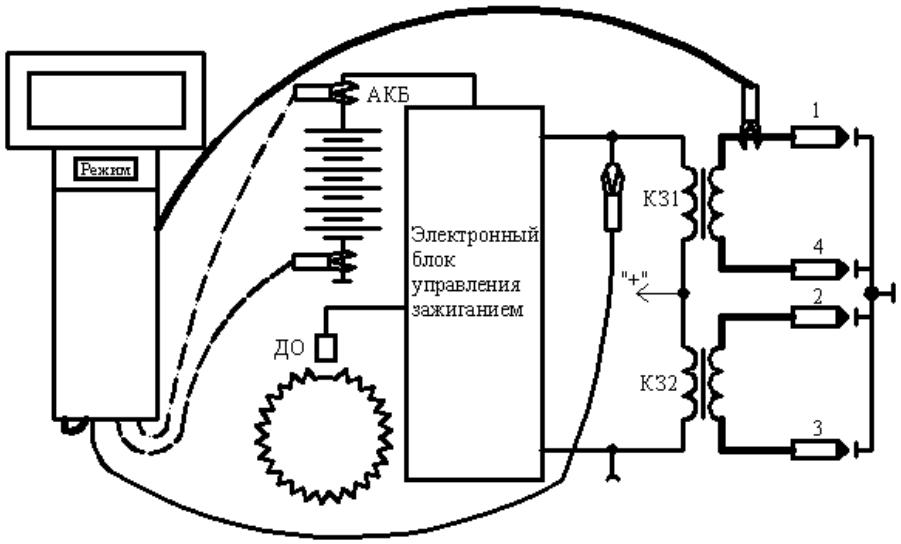


Рис. 2.5 Схема подключения к контактно-транзисторной или бесконтактной системе зажигания

2.2.2 Подготовка автомобиля к проверке

Необходимо проверить и если это необходимо отрегулировать зазор между контактами прерывателя. Проверить наличие меток для установки зажигания поставленных заводом изготовителем. Очистить метки от грязи, при необходимости зачистить область метки на шкиве шкуркой или провести мелом по метке. Протереть сухой тряпкой высоковольтный провод 1-го цилиндра, а также центральный высоковольтный провод катушки. Прогреть двигатель и отрегулировать обороты холостого хода при помощи

встроенного цифрового тахометра. Установить стробоскоп по схеме (см. рис. 2.4, 2.5). Подключение стробоскопа производится при остановленном двигателе и выключенном зажигании.

2.2.4 Порядок работы при выставлении угла опережения зажигания

Измерение оборотов холостого хода, а так же проверку и измерение угла опережения зажигания и работы регуляторов угла опережения зажигания производить только на прогретом двигателе в следующей последовательности:

1) подключить стробоскоп;

2) проверить правильность установки начального угла опережения зажигания. Для этого необходимо запустить двигатель и при номинальных оборотах холостого хода осветить лучом стробоскопа установочные метки. При правильной установке зажигания и устойчивой работе двигателя метка на шкиве двигателя вследствие стробоскопического эффекта будет казаться неподвижной и совпадать с меткой на корпусе двигателя. При несовпадении меток необходимо остановить двигатель, ослабить винт (или гайку) крепежной скобы распределителя, повернуть корпус распределителя влево или вправо на необходимую величину и повторить проверку. При совпадении меток закрепить корпус распределителя. Если при проверке положение подвижной метки в луче стробоскопа не стабильно, это может быть вызвано чрезмерным износом деталей привода распределителя, втулок приводного валика, заеданием рычага прерывателя на оси;

3) для проверки работы центробежного регулятора опережения зажигания необходимо отсоединить трубку вакуумного регулятора от распределителя. Плавно увеличивать скорость вращения коленчатого вала двигателя и наблюдать за положением метки освещаемой стробоскопом. При исправной работе центробежного регулятора подвижная метка должна плавно смещаться относительно неподвижной в сторону увеличения угла

опережения зажигания. При неисправном регуляторе смещение метки будет отсутствовать или происходить рывками. В этом случае распределитель нужно отремонтировать или заменить на исправный;

4) для проверки работы вакуумного регулятора опережения зажигания необходимо установить обороты двигателя, соответствующие наибольшему центробежному регулированию и, наблюдая за положением метки, отсоединить трубку вакуумного регулятора. В случае исправности последнего подвижная метка должна отклониться в сторону противоположную вращению. Если метка остается в той же точке, то нужно проверить камеру разряжения распределителя и соединительную трубку. Возможными причинами неисправностей может быть неплотное соединение, засорение, трещины в трубке.

Точные измерения угла опережения зажигания возможны только при стабильном измерении оборотов (разброс в показаниях тахометра должно быть не более 10-20 оборотов в минуту, например перед измерением угла тахометр стабильно показывает 750÷760), поэтому если показания тахометра скачут, перед измерением угла нужно добиться устойчивых показаний тахометра. Погрешность *П,* град. при измерении угла определяется формулой 2.1

$$П = \frac{\alpha(\Delta\omega)}{\omega_{ср}} \qquad (2.1)$$

α – угловая задержка, в градусах;

$\Delta\omega$ – разброс показаний тахометра, об/мин;

$\omega_{ср}$ - усредненные показания тахометра, об/мин

$$П = \frac{10\,(760 - 750)}{755} = 0.13^{o}$$

Погрешность установки угловой задержки и соответствующей ей метке (визуальное “дрожание” метки) напрямую связано с нестабильностью оборотов двигателя.

3 СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ УГЛА ЗАМКНУТОГО СОСТОЯНИЯ КОНТАКТОВ ПРЕРЫВАТЕЛЯ

Контакты прерывателя изготавливаются из вольфрама, т.к. он мало подвержен эрозии и вследствие высокой твердости мало поддается износу. Контакты, изготовленные из другого материала, будут в большей степени подвергнуты эрозии и коррозии, что снизит их надежность и срок службы. Коррозия контактов, как правило, сопровождается переносом металла с одного контакта на другой. Коррозия вызывает образование на контактах непроводящих пленок и частичное или полное нарушение электрического контакта.

Перенос металла вызывает на одном из контактов образование бугров, а на другом кратеров, которые приводят к нарушению установленного зазора. В свою очередь, зазор между контактами играет большую роль в обеспечении надежной работы системы зажигания. Кроме того, что контакты должны размыкаться в нужный момент, соответствующий моменту искрообразования на свече, они должны быть замкнуты в течение требуемого интервала времени, необходимого для накопления энергии в катушке зажигания. По этим причинам зазор регулируется так, чтобы обеспечивался не только нужный угол опережения зажигания, но и соответствующий угол замкнутого состояния контактов.

Поэтому для надежной работы системы зажигания необходимо систематически проверять состояние контактов прерывателя.

При контроле состояния контактов прерывателя сначала проверяют легкость вращения рычажка с подвижным контактом и упругость пружины. Рычажок при оттягивании и отпускании должен легко возвращаться в исходное положение, а контакты должны замыкаться со щелчком. Если все в порядке, то коленчатый вал двигателя следует повернуть так, чтобы контакты прерывателя отошли друг от друга на максимальное расстояние.

Если контакты замаслены, загрязнены или покрыты нагаром, то их надо

очистить и протереть. Это можно сделать не снимая контактов, но высокого качества очистки в этом случае не добиться. Лучше снять контакты, отвернув два винта, которыми они крепятся к панели, и отсоединить провод низкого напряжения. После этого протереть контакты и панель смоченной бензином замшей или не оставляющей ворсинок тряпочкой. Если же контакты нуждаются в зачистке, что бывает довольно редко, то сначала алмазным надфилем необходимо убрать неровности и нагар (пользоваться шлифовальной шкуркой не следует — попавшие между поверхностями контактов абразивные частицы нарушат работу контактов), а затем промыть контакты бензином. Алмазный надфиль желательно хранить отдельно от других инструментов и использовать его только для зачистки контактов.

После зачистки и промывки контакты ставят на место и приступают к проверке и, если нужно, регулировке зазора между ними, который проверять следует как можно чаще. Дело в том, что в процессе эксплуатации его величина изменяется. Изменение зазора между контактами даже на 0,1 мм увеличивает расход топлива на 100 км пути примерно на 0,5 л. Проверяют зазор с помощью щупа из набора инструментов. При максимальном расхождении контактов зазор должен быть 0,37—0,43 мм. Увеличить или уменьшить зазор можно, отвернув винты и повернув с помощью отвертки или специального ключа стойку неподвижного контакта. Отрегулировав зазор, следует затянуть винты крепления контактов.

Проверка зазора щупом не дает необходимой точности измерений. Часто после измерения щупом зазор сбивается при затяжке винтов крепления контактов. Кроме того, не учитывается состояние рабочих поверхностей контактов. Для более точной регулировки измеряют не зазор, а угол замкнутого состояния контактов (УЗСК), т. е. угол поворота кулачка, в течение которого контакты прерывателя замкнуты.

УЗСК можно измерять различными способами. Первый способ предполагает использование простых приспособлений (рис. 3.1), устанавливаемых в распределитель (рис. 3.2).

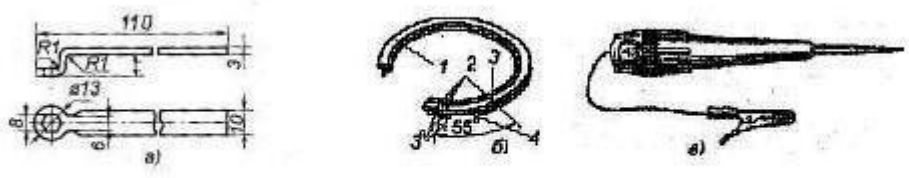


Рис.3.1 Приспособление для проверки УЗСК: а — специальный ключ; б — обойма (1— шкала, 2— контрольные риски, 3 — установочная риска, 4— вырез в обойме для фиксатора крышки распределителя); в — контрольная лампа «Автоиндикатор»

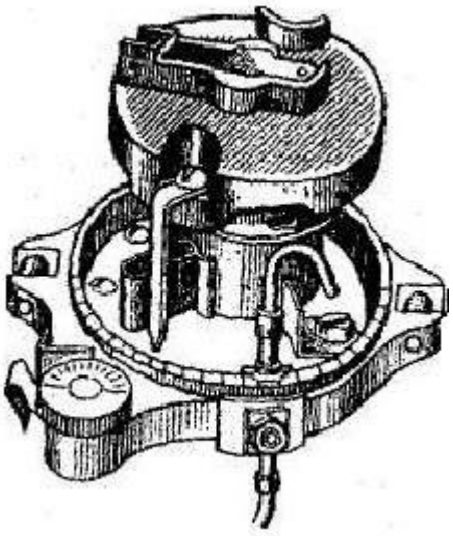


Рис. 3.2 Проверка УЗСК

Приспособление (см. рис. 3.1, б) состоит из обоймы, шкалы и стрелки. Обойму надевают на корпус распределителя, предварительно сняв крышку. Затем на обойму устанавливают шкалу с рисками. Стрелку зажимают одним из винтов ротора. При проверке УЗСК необходима контрольная лампа (рис. 3.1, в) «Автоиндикатор». Лампа «Автоиндикатор» выполнена в виде отвертки, в верхней части которой под пластмассовым прозрачным колпачком находится лампа на 12 В. Один электрод лампы соединен со стержнем отвертки, а второй — с проводом, на конце которого закреплен

зажим типа «крокодил». Чтобы контрольной лампой было удобнее пользоваться, на стержень отвертки надевают полихлорвиниловую трубку или покрывают его лаком, оставив неизолированным только заостренный конец. Эта простая операция избавляет от неприятных ощущений при случайных коротких замыканиях проверяемых цепей отверткой. Желательно заизолировать и внешние поверхности зажима. В дополнение к зажиму «крокодил» целесообразно иметь в качестве переходных соединительных элементов обе части штекерного соединения.

Для контроля можно использовать и переносную лампу. В корпусе лампы может устанавливаться магнит, что позволяет крепить ее в любом месте автомобиля.

Проверку и регулировку УЗСК с помощью приспособления и контрольной лампы производят следующим образом. Включив выключатель зажигания и повернув коленчатый вал двигателя до погасания контрольной лампы, подсоединенной параллельно контактам прерывателя, размещают шкалу так, чтобы установочная риска 3 (рис. 3.1, б) оказалась под стрелкой. Затем поворачивают коленчатый вал до момента загорания контрольной лампы. Стрелка при этом должна быть в зоне контрольных рисок 2 (УЗСК — 35—58° для различных моделей автомобилей). Если нет - регулируют положение контактов и повторяют проверку.

Подключив контрольную лампу параллельно контактам прерывателя, надо провернуть коленчатый вал и измерить по шкале УЗСК от момента погасания лампы до момента, когда она снова загорится. Угол должен быть в пределах 35 — 58°. Значения УЗСК для различных моделей приведены в табл. 3.1.

Аналогично определяется УЗСК с помощью приспособления, показанного на рис.3.3.

Таблица 3.1 Значения УЗСК для различных моделей автомобилей

Наименование параметра	ГАЗ-24	ГАЗ-31	Москвич 2141	ВАЗ-2101, 2102	ВАЗ-2106, 2121	ВАЗ-2103	ВАЗ-2105

Угол замкнутого состояния контактов прерывателя, град	35…40	47,5..52,5	42…54	52…58	52…58	52…58	52…58

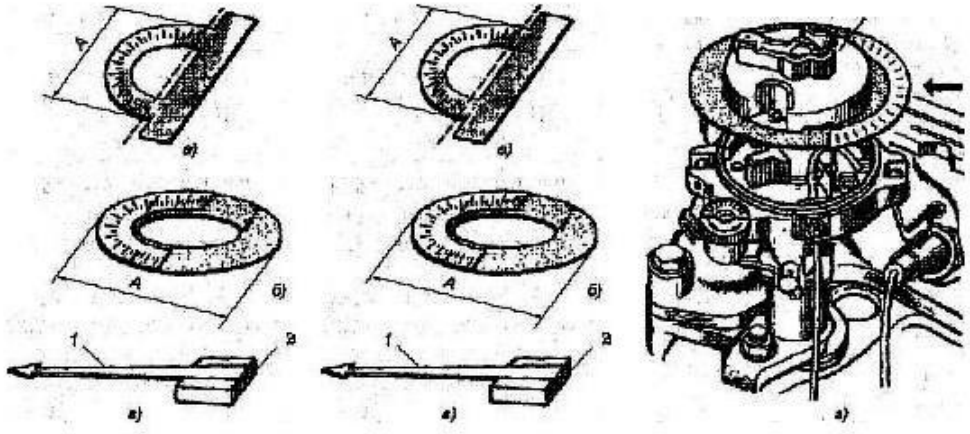


Рис. 3.3 Приспособление для проверки УЗСК: а — транспортир; б — резиновое кольцо со шкалой (диаметр отверстия на 1 мм меньше диаметра ротора распределителя); в — стрелка, приклеенная к постоянному магниту; г — установка приспособления; 1 — стрелка; 2 — постоянный магнит; 3 — ротор распределителя

Проверку и регулировку зазора между контактами прерывателя выполняют следующим образом. Шкалу устройства устанавливают на ротор распределителя, а стрелку с магнитом размещают в любом удобном месте так, чтобы ее острие находилось над шкалой. После этого к клемме распределителя, соединенной с конденсатором, подключают контрольную лампу, второй провод которой соединяют с «массой». Включив зажигание, пусковой рукояткой медленно проворачивают коленчатый вал двигателя до тех пор, пока контрольная лампа загорится и погаснет. В момент погасания лампы отмечают положение стрелки устройства относительно шкалы. Затем так же медленно поворачивают коленчатый вал дальше. Когда контрольная лампа вновь загорится, делают еще одну отметку положения стрелки «-» относительно шкалы. Разница между этими двумя отметками и будет соответствовать величине УЗСК.

Другой способ определения УЗСК основан на измерении среднего напряжения на контактах прерывателя. Величина этого напряжения пропорциональна времени замкнутого состояния контактов, которое характеризуется УЗСК. Этот способ определения УЗСК используется в ряде автотестеров.

4 МАЛОГАБАРИТНЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ

Малогабаритные цифровые мультиметры стали доступными и массовыми измерительными приборами из-за их дешевизны и удобства. Рассмотрим устройство самого распространенного и простого из них — *DT*-830 и его модификации, а также о возможные неисправности прибора и методы их устранения.

Самый популярный простой мультиметр в нашей стране и, видимо, во всем мире - это именно *DT*-830B (рис. 4.1).

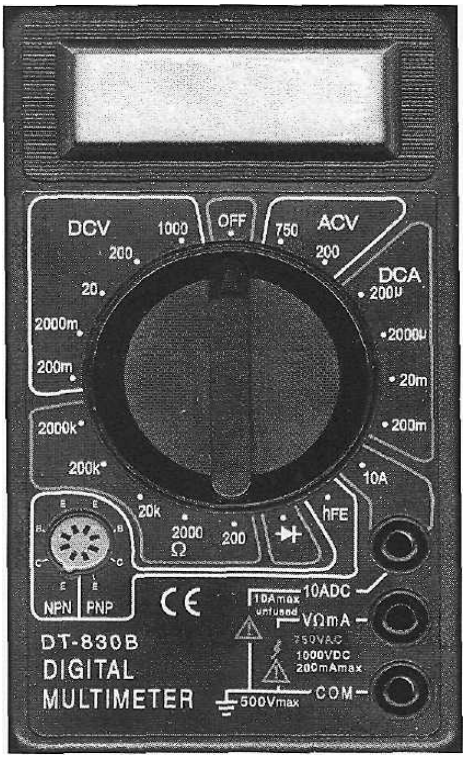


Рис. 4.1 Мультиметр *DT*-830B

Прибор выпускается в Китае многими предприятиями под двумя десятками различных торговых марок для разных регионов и стран мира, но внутреннее устройство всегда одинаковое. Как показала практика,

этот недорогой мультиметр достаточно надежен и, хотя точность измерений не столь велика, но подходит к бытовым условиям.

Мультиметр DT-830B предназначен для измерения постоянного напряжения и тока, переменного напряжения, сопротивления постоянному току, статического коэффициента передачи тока базы маломощных транзисторов $п_2$1э, а также для проверки исправности полупроводниковых *p-n* переходов. Перечень измеряемых величин приведен в табл. 4.1. Результаты измерений отображаются жидкокристаллическим индикатором на 3 $/_2$ разряда.

Прибор автоматически определяет полярность измеряемого напряжения и тока. За секунду выполняется два-три измерения. Выбор измеряемых величин и пределов измерений производят вручную — центральным переключателем классической для мультиметров компоновки. Прибор работает в диапазоне температур 0...40 «С. Питание — от батареи типа «Крона» (9 В).

Основой данного прибора является микросхема аналого-цифрового преобразователя (АЦП) *ICL*7106, работающего по принципу двойного интегрирования. Это полный аналог известной отечественной микросхемы К572ПВ5. Такой АЦП имеет дифференциальные входы как для входного сигнала, так и для образцового напряжения. Это позволяет измерять напряжение, не привязанное к источнику питания микросхемы, и устранить синфазные помехи в сигнальных цепях и цепи образцового напряжения. Подробнее с внутренней структурой и возможностями применения этой микросхемы можно ознакомиться, в частности, в Мультиметр выполнен по классической для используемого АЦП схеме (рис. 4.2) с точным делителем на резисторах *R*1—*R*3, *R*5, *R*7, *R*IO, *R*11, *R*15, *R*16 для всех режимов измерений. Резисторы *R*12—*R*14, *R*24 включаются в качестве шунта только на соответствующих пределах в режиме измерения тока.

Как видно из схемы, две внутренние дорожки (условно дорожки 1 и 2) играют роль выключателя питания. На рис. 4.2 переключатель показан в

положении «*OFF*» («выключено»). С помощью дорожек 3—4 и транзисторов *VT*3, *VT*4 переключают десятичные точки между разрядами индикатора.

Таблица 4.1 Технические характеристики мультиметра *DT*-830B

Измеряемая величина	Верхний предел диапазона измерений	Разрешающая способность	Погрешность при t = 18...28°C
Постоянный ток	200 мкА 2мА 20 мА 200 мА 10А	100 мА 1 мкА 10мкА 100 мкА 10 мА	±1 %±2емр* ± 1,2% ±2 емр ± 2 % ±2 емр
Постоянное напряжение	200 мВ 2В 20В 200В 1000 В	100 мкВ 1 мВ 10 мВ 0,1 В 1 В	±0,25 %±2 емр ±0,5 % ±2 емр
Переменное напряжение	200В 750 В	0,1В 1В	±1,2%±10емр**
Сопротивление постоянному току	200 Ом 2кОм 20кОм 200 кОм	0,1 Ом 1Ом 10 Ом 100 Ом	±0,8 % ±2 емр
	2000 кОм	1 кОм	± 1 % ±2 емр
Статический коэффициент передачи тока транзистора	Показания значения h_{21}э транзистора при токе базы 10 мкА и напряжении Цэк-2,8 В		

Тест полупроводниковых p-n переходов	Ток через p-n переход — около 1 мА; на дисплее показания тем больше, чем выше напряжение на диоде. При обратном включении диода на дисплее индицируется «1»

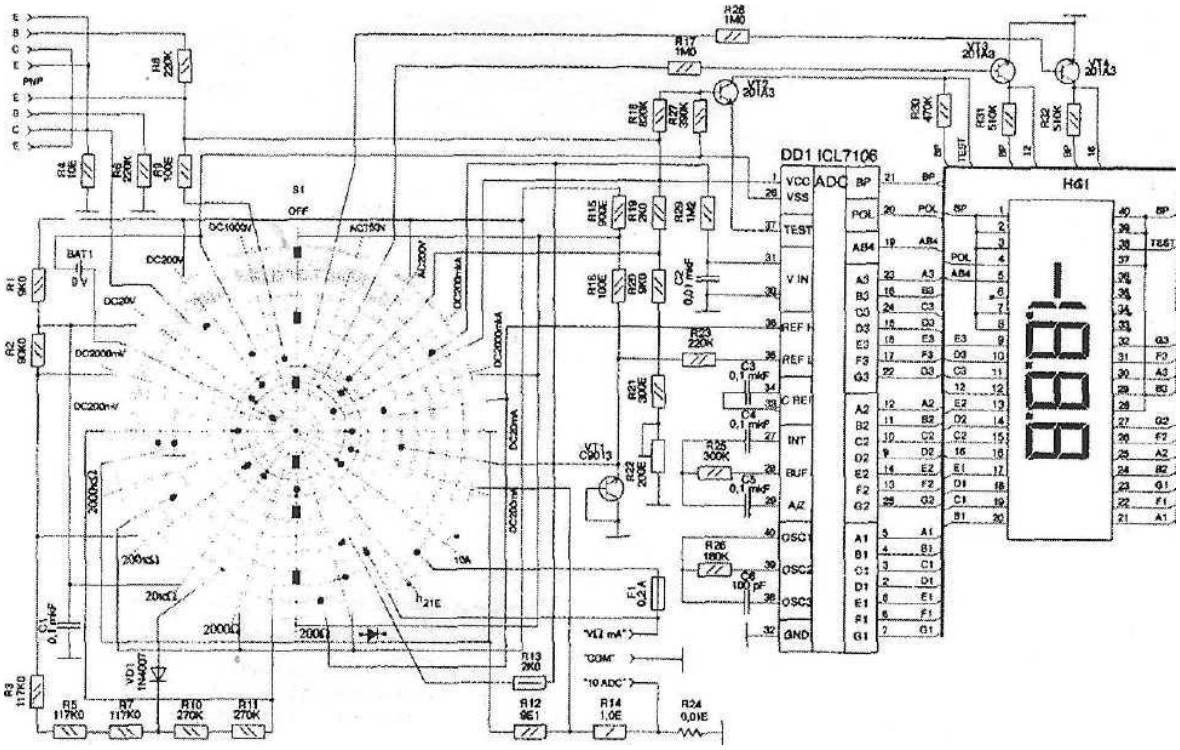


Рис. 4.2 Принципиальная схема мультиметра *DT*-830B (переключатель установлен в положение "OFF").

Наиболее специфический узел прибора такого класса — многопозиционный переключатель. Конструктивно переключатель выполнен на основной плате мультиметра в виде одиннадцати кольцевых печатных дорожек (рис. 4.3.).

Делитель из резисторов *R*1 — *R*11, *R*15, *R*16 включается при измерении напряжения, тока и сопротивления. В режиме измерения постоянного и переменного напряжений этот делитель подключен к входу АЦП (вывод 31) через резистор *R*29 посредством замыкания сегментов дорожек 10 и 11 верхнего по схеме сегмента переключателя.

Рис. 4.3 Монтажная схема мультиметра *DT*-830B

Диод *VD*1, коммутируемый нижними сегментами дорожек 8 и 9, работает в схеме однополупериодного выпрямителя при измерении переменных напряжений и токов. Входное сопротивление прибора при измерении напряжения — не менее 1 МОм. В режиме измерения тока падение напряжения на входе прибора не превышает 0,2В и определяется измеряемым током и сопротивлением шунта, соответствующего выбранному пределу измерения.

При измерении напряжения и тока вход 35 микросхемы соединен с общим проводом (дорожки 6 и 7) и транзистор *VT*1, включенный как защитный диод, не используется, но он обеспечивает защиту от перегрузки в режиме измерения сопротивления и проверки полупроводниковых переходов. Для защиты от перегрузки при измерении тока предназначен предохранитель *F*1.

Единственный регулировочный элемент в схеме — резистор *R*22, которым

устанавливают значение образцового напряжения, обеспечивая допустимую погрешность измерений.

Сопротивление постоянному току измеряется путем подачи напряжения с

делителя на последовательно соединенные, проверяемый и образцовый резисторы (образцовый набирается из элементов делителя, указанных в табл. 4.2).

Таблица 4.2 Номиналы резисторов

Предел измерения омметра	Образцовые резисторы
2000 кОм	Rl— R3, R5, R7, R10, Rll, R15, R16
200 кОм	R1,R2,R15,R16
20кОм	R1,R15,R16
2000 Ом	R15,R16
200 Ом	R16

Напряжение с проверяемого резистора подают на входы *VIN* микросхемы *DD*1 (выводы 30 и 31), а с образцового — на входы *REF* (выводы 35 и 36).

Статический коэффициент передачи тока базы транзисторов $п_2$1э определяют измерением коллекторного тока при фиксированном значении тока базы 10 мкА (*R*6, *R*8 — по 220 кОм). Для выводов транзисторов разной структуры предназначены соответствующие группы гнезд для подачи нужной полярности питающего напряжения.

Транзистор *VT*2 служит для контроля напряжения батареи питания. Если напряжение питания для работы микросхемы достаточное, этот транзистор закрыт и вывод TEST индикатора (к которому подключен символ разрядки батареи питания) через резистор R30 соединен с выводом BP микросхемы, подключенным к общему электроду индикатора HG1. При этом символ разряженной батареи не индицируется. Когда напряжение питания

становится ниже допустимого уровня, транзистор VT2 открывается и между выводами TEST и общим электродом индикатора возникают прямоугольные импульсы, высвечивая символ разрядки батареи питания.

Мультиметр выполнен в пластмассовом корпусе, на задней крышке которого установлен алюминиевый экран для снижения наводок на измерительные цепи прибора. Весь монтаж прибора вместе с переключателем выполнен на одной печатной плате. Индикатор соединяется с печатной платой с помощью контактора из токопроводящей резины. Индикатор к плате фиксируется пластмассовой рамкой с защелками. С точки зрения ремонтопригодности прибор выполнен с нарушением, т.к. для смены батареи необходимо раскрывать весь корпус.

Одной из ошибок эксплуатации, приводящей к неисправности прибора, является проведение измерений при разряженной батарее. Это может происходить из-за отсутствия в приборе автоматического выключения. Также это может происходить из-за перегрузки по входу. Такая ситуация наиболее часто возникает при ошибках в выборе режима измерений (например, установлен режим измерения тока, а измеряют высокое напряжение). В обоих случаях это приводит к порче полупроводниковых структур микросхемы. Но основная причина выхода прибора из строя при его эксплуатации — это переключение пределов и режимов измерения без отключения от измеряемой цепи. При этом нередко выгорают проводящие дорожки переключателя, тогда прибор уже не подлежит ремонту. Это недостаток всех приборов с подобными переключателями.

Ремонт прибора в ряде случаев нецелесообразен, так как мультиметр достаточно дешев, а ремонт может быть дорог. Если же дорожки переключателя не перегорели, то замена АЦП достаточно проста. Для этого надо снять индикатор, одновременно нажав на две защелки. Далее, выкусив неисправную микросхему и очистив от остатков припоя монтажные отверстия паяльником с вакуумным отсосом, можно устанавливать отечественный аналог микросхемы — КР572ПВ5. При фиксации индикатора

требуется точное совпадение контактов платы и индикатора.

Для калибровки мультиметра достаточно, установив нижний предел измерения постоянного напряжения, подать образцовое (точное) входное напряжение и, вращая движок резистора *R*22, добиться правильных показаний на индикаторе прибора.

Еще один из самых популярных универсальных мультиметров фирмы MASTECH (Китай) – мультиметр M-890G (рис. 4.4).

Рис. 4.4 Мультиметр M-890G

Данный прибор можно встретить и под названиями, например, DT-890G. В серии мультиметров M-890X с различными индексами (D, C+, F, G) рассматриваемая модель является наиболее функционально насыщенной. Так, например, модель с M-890C+ не измеряет частоту, а M-890F не измеряет температуру. Мультиметр M-890G предназначен для измерения постоянного и переменного напряжения и тока, сопротивления постоянному току, коэффициента статической передачи тока транзисторов, емкости конденсаторов, частоты переменного напряжения, температуры и сопротивления цепей и полупроводников. Отображение результатов измерений осуществляется на жидкокристаллическом индикаторе с

размерностью 3 1/2 разряда.

Прибор обеспечивает автоматическое определение полярности измеряемого напряжения и тока. За секунду выполняется 2-3 измерения. Выбор измеряемых величин и пределов измерений устанавливается вручную центральным переключателем на 32 положения - по классической для мультиметров компоновке. Прибор работает в диапазоне температур от 0 до 40 °С. Питание осуществляется от 9В батареи типа «Крона».

Основой данного прибора, как и большинства современных мультиметров, является аналого-цифровой преобразователь ICL706, работающий по принципу двойного интегрирования.

Это полный аналог хорошо известной всем специалистам отечественной ИМС 572ПВ5. Особенностью данной микросхемы является наличие дифференциальных входов как для входного сигнала, так и для опорного напряжения. Это позволяет измерять напряжение, не привязанное относительно источника питания микросхемы и тем самым устранять синфазные помехи в сигнальных цепях и цепях опорного напряжения. Другой особенностью является наличие собственного источника опорного потенциала, что позволяет упростить схему прибора и, соответственно, снизить его стоимость. Более подробно внутренняя структура и возможности применения этой микросхемы описаны в литературе.

Основные измеряемые прибором величины приведены в табл. 4.3.

Схемотехнически рассматриваемый мультиметр выполнен по классической схеме применения ИМС такого типа (рис. 4.5) с преобразованием каждой измеряемой величины в измеряемое напряжение в отдельном блоке. Так, например, при измерении напряжения (как постоянного, так и переменного) резисторы *R*6...*R*10 выполняют роль переключаемого делителя напряжения при изменении пределов измерения.

Таблица 4.3 Основные измеряемые прибором величины

Измеряемая величина		Верхний предел диапазона измерений	Разрешающая способность	Точность (при t=18÷28°C)
Постоянный ток		2 мА 20 мА	1 мкА 10 мкА	±0,8%±1 емр*
		200 мА	100 мкА	±1,2%±1 емр
		10 А	10 мА	±2,0%±5 емр
Переменный ток		20 мА	10 мкА	±1,2%±3 емр
		200 мА	100 мкА	±2,0%±3 емр
		10 А	10 мА	±3,0%±7 емр
Постоянное напряжение		200 мВ 2 В 20 В 200 В	100 мкВ 1 мВ 10 мВ 0,1 В	±0,5%±1 емр
		1000 В	1 В	±0,8%±2 емр
Переменное напряжение		2 В 20 В 200 В	1 мВ 10 мВ 100 мВ	±0,8%±3 емр
		700 В	1 В	±1,2%±3 емр
Сопротивление		200 Ом 2 кОм 20 кОм 200 кОм 2 МОм	0,1 Ом 1 Ом 10 Ом 100 Ом 1 кОм	±0,8%±1 емр
		20 МОм	10 кОм	±1,0%±2 емр
		200 МОм	100 кОм	±5,0%±10 емр
Емкость		2000 пФ 20 нФ 200 нФ 2 мкФ 20 мкФ	1 пФ 10 пФ 100 пФ 1 нФ 10 нФ	±2,5%±5 емр
Температура	термопарой K-типа	−50...+400°C	1°C	±0,75%±3°C
		400...1000°C		±1,5%±15°C
	встроенным температурным сенсором	0...+40°C		±2°C
Частота		20 кГц	10 Гц	±1,0%±1 емр
Статический коэффициент передачи по току транзисторов		Покажет приблизительное значение h_{EF} транзистора при токе базы 10 мкА и напряжении $U_{КЭ}$=2,8 В		
Тест полупроводников		Тестовое напряжение 2,8 В, ток около 1 мА; на дисплее индицируется значение величины прямого падения напряжения на диоде в мВ. Если диод включен наоборот, то на дисплее появится «1»		
Прозвонка цепи		При сопротивлении цепи менее 30 Ом подается звуковой сигнал		

*емр – единица младшего разряда.

При измерении токов резисторы *R*2...*R*5 являются переключаемыми шунтами при изменении пределов измерения постоянного и переменного токов. При измерении токов до 10 А измеряемый ток подается на отдельное гнездо прибора «10 А», при этом подключается дополнительный шунт *R*1. Переменным резистором *VR*1 производится регулировка крутизны преобразования при калибровке прибора, т.е. установка максимального значения при подаче на вход постоянного напряжения, равного конечной точке диапазона на пределе 200 мВ.

При измерении переменного напряжения и тока используются те же делитель напряжения и шунт, что и при измерении постоянного напряжения и тока, но в этом режиме перед АЦП дополнительно включается линейный двухполупериодный выпрямитель на микросхеме *IC*2A (операционный усилитель типа *TL*062) и элементах *D*5...*D*7, *R*32...*R*37, *C*10...*C*14.

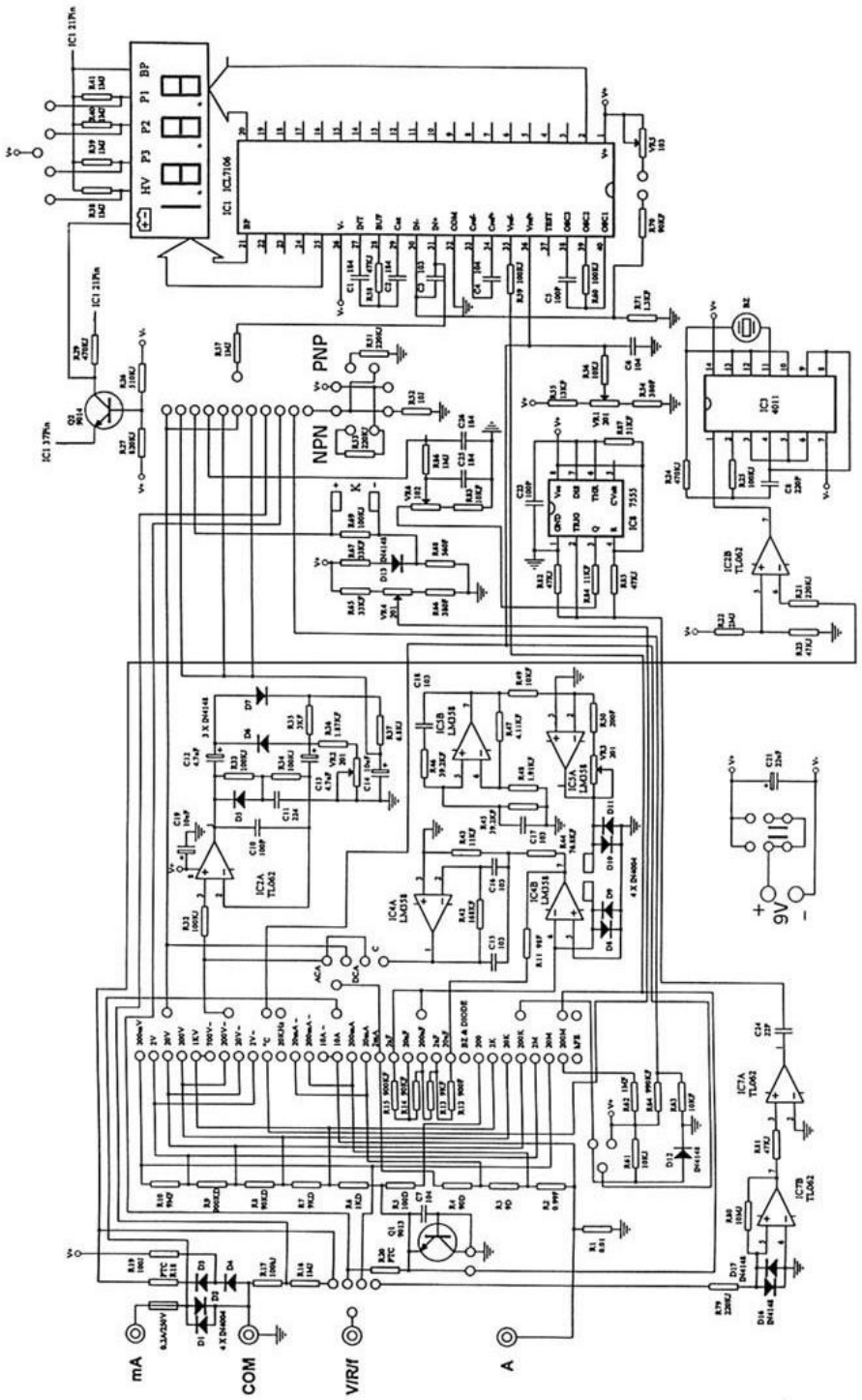


Рис. 4.5 Принципиальная схема мультиметра M-890G

Высокая линейность, в том числе и при малых входных напряжениях, достигается включением выпрямительных диодов в цепь обратной связи усилителя. Переменный резистор *VR*2 позволяет калибровать прибор в режиме измерения переменных напряжений и токов.

При измерении сопротивления транзистор *Q*1 в диодном включении

(обратно включенный эмиттерный переход) обеспечивает дополнительный источник опорного напряжения для получения фиксированных значений тока при измерении сопротивления. Величины тока определяются на разных пределах сопротивлением резисторов делителя *R*5...*R*10. На пределе измерения сопротивлений 200 МОм включается отдельный опорный источник на элементах *D*12, *R*61...*R*64, т.к. на этом пределе необходимо повышенное напряжение от батареи питания.

В режиме измерения частоты входные сигналы произвольной формы и разной амплитуды нормируются по амплитуде с помощью двухкаскадного компаратора на микросхеме *IC*7 (сдвоенный операционный усилитель типа *TL*062) с ограничителем входных сигналов на диодах *D*16, *D*17. При этом частота импульсов остается неизменной. Первый каскад включен по схеме триггера Шмидта, пороги срабатывания и отпускания определяются резисторами *R*79, *R*80. Второй каскад работает как не инвертирующий усилитель без обратной связи. Затем эти импульсы после дифференцирования цепью *C*24, *R*85 запускают ждущий мультивибратор на микросхеме *IC*8 типа 7555. Длительность формируемых мультивибратором импульсов определяется цепью *R*87, *C*23 и приблизительно равна 3...5 мкс. Делитель на резисторах *R*82, *R*85 определяет порог срабатывания мультивибратора. Полученные прямоугольные импульсы с частотой входного сигнала и фиксированной длительностью интегрируются низкочастотным фильтром *VR*6, *R*83, *R*86, *C*25, *C*26. В результате выходное постоянное напряжение фильтра, измеряемое с помощью АЦП, прямо пропорционально частоте входных сигналов и не зависит от их амплитуды. Калибровка прибора в режиме измерения частоты входных сигналов производится с помощью переменного резистора *VR*6.

Измерение статического коэффициента передачи по току транзисторов производится путем измерения коллекторного тока при фиксированном значении тока базы (*R*51, *R*53 по 220 кОм). Измерение параметров транзисторов разной проводимости обеспечивается коммутацией полярности

питающего напряжения.

Измерение температуры с использованием термопары К-типа выполнено на основе включения сопротивления термопары в мостовую схему (*R*64, 65, 67, 68). При отсутствии подключенной к прибору термопары роль датчика температуры внутри прибора выполняет диод *D*13, он также обеспечивает снижение погрешности измерения температуры за счет различия температуры термопары и температуры внутри прибора. В этом режиме показания температуры калибруются по двум точкам: 0°С (резистором *VR*5) и при известной температуре (резистором *VR*4). При этом, чем большее значение температуры выбрано для калибровки верхнего значения, тем более точно она будет выполнена.

Принцип измерения емкости данным прибором заключается в измерении переменного напряжения синусоидальной формы, снимаемого с усилителя с коэффициентом усиления, зависящим от величины измеряемой емкости при фиксированной частоте и амплитуде переменного напряжения, подаваемого на вход этого усилителя. Источником синусоидального переменного напряжения в этом случае является генератор с мостом Вина на микросхеме *IC*5B типа *LM*358, частота которого (примерно 300 Гц) определяется элементами *R*45, *R*46, *C*17, *C*18, а форма - элементами *R*47, *R*48, с помощью которых задаются условия оптимального возбуждения генератора. Далее это напряжение усиливается буферным инвертирующим усилителем на микросхеме *IC*5A, коэффициент усиления которого можно регулировать в небольших пределах переменным резистором *VR*3 (при калибровке прибора на пределе 20 нФ), и поступает через измеряемую емкость на вход измерительного инвертирующего усилителя на микросхеме *IC*4B. Выходной сигнал усилителя после фильтрации низкочастотным фильтром на элементах *IC*4A, *R*42, *R*43, *R*44, *C*13, *C*16 поступает на выпрямитель переменного напряжения, а затем измеряется с помощью АЦП. Ввиду того, что измеряемая емкость является элементом, задающим коэффициент усиления измерительного усилителя, то его выходное напряжение прямо

пропорционально измеряемой емкости. Для изменения пределов измерения емкости с помощью переключателя рода работ и пределов измерений в обратной связи измерительного усилителя коммутируются точные резисторы *R*12...*R*15. Все узлы этой схемы выполнены на четырех ИМС типа *LM* 358, размещенных в двух корпусах, по 2 усилителя в каждом.

Интересно отметить, что такой порядок измерений позволяет расширить функциональные возможности прибора. Наличие в мультиметре встроенного генератора синусоидального сигнала позволяет использовать его для каскадной проверки усилительных трактов при отсутствии под рукой генератора тест- сигналов. Для этого выходной синусоидальный сигнал снимается с одного из гнезд, предназначенных для подключения измеряемой емкости (правого по схеме и нижнего в приборе). Здесь амплитуда выходного сигнала не превышает 50 мВ (действующее значение) при частоте 315 Гц. Важно отметить, что такое подключение к исследуемой схеме может быть выполнено только с использованием разделительного конденсатора емкостью около 1 мкФ. Вторым общим проводом для подключения к испытуемой схеме является гнездо «COM».

В режиме прозвонки электрических цепей измеряется падение напряжения на контролируемом участке цепи при фиксированном токе. Это напряжение сравнивается с опорным напряжением (задается делителем *R*22, *R*23) компаратора, выполненного на микросхеме *IC*2B операционного усилителя типа *TL*062. При превышении уровня опорного напряжения по сравнению с измеряемым компаратор срабатывает, при этом включается звуковой генератор на микросхеме *IC*3 типа 4011, нагруженный на пьезоизлучатель *BZ*. В этом же режиме проверяется исправность переходов полупроводниковых приборов. При исправном переходе в прямом направлении падение напряжения на переходе больше опорного напряжения и звуковой генератор не включается. При пробитом (замкнутом) переходе напряжение на нем мало, в результате чего срабатывает звуковой генератор.

При обрыве перехода индикатор прибора показывает перегрузку.

Для индикации разряда батареи питания предназначен ключ на транзисторе *Q*2. Опорное напряжение на его эмиттер поступает с тестового выхода АЦП, а напряжение батарей поступает через делитель *R*22, *R*23 на базу. При снижении напряжения батареи питания ниже допустимого уровня ключ замыкается, при этом на дисплее появляется символ разряда батареи.

Большое внимание в приборе уделено защите входных цепей прибора для обеспечения высокой надежности в процессе эксплуатации. Все элементы защитных цепей подобраны таким образом, что они оказывают минимальное влияние на точность измерений. Поэтому при снижении точности измерений прежде всего следует проверять исправность именно входных защитных цепей, а уже во вторую очередь - цепей АЦП и т.п.

Конструктивно мультиметр выполнен в пластмассовом корпусе, причем задняя крышка имеет алюминиевый экран для снижения наводок на измерительные цепи прибора.

Вся схема прибора вместе с переключателем выполнена на одной печатной плате (рис. 4.6). Индикатор контактирует с печатной платой с помощью токопроводящей резины.

Рис. 4.6. Печатная плата мультиметра M-890G

Крепление индикатора к плате выполнено с помощью пластмассовой рамки с креплением на шурупах. Для замены батареи и предохранителя необходимо снять заднюю крышку.

Основными ошибками эксплуатации, приводящими к неисправности прибора, являются те же, что и для мультиметра *DT*-830B.

В общем случае ремонт прибора так же нецелесообразен, но если дорожки целы, то мультиметр может быть восстановлен таким же образом, как и *DT*-830B.

5 ПРИСТАВКА К ЦИФРОВОМУ МУЛЬТИМЕТРУ

Приставка к мультиметру, позволяющая измерять частоту вращения
коленчатого вала карбюраторного двигателя и угол замкнутого состояния контактов прерывателя.

В качестве АЦП можно применить недорогой цифровой мультиметр М-830В или М-890G. С помощью этого устройства можно быстро оценить такие важные показатели работы системы зажигания двигателя автомобиля, как частота вращения коленчатого вала и угол разомкнутого (легко пересчитываемого в угол замкнутого) состояния контактов прерывателя.

В основу приставки положен так называемый «Прибор автолюбителя». Принципиальная схема приставки показана на рис. 5.1. Для работы с ней мультиметр устанавливают в режим вольтметра со шкалой на 2000 мВ.

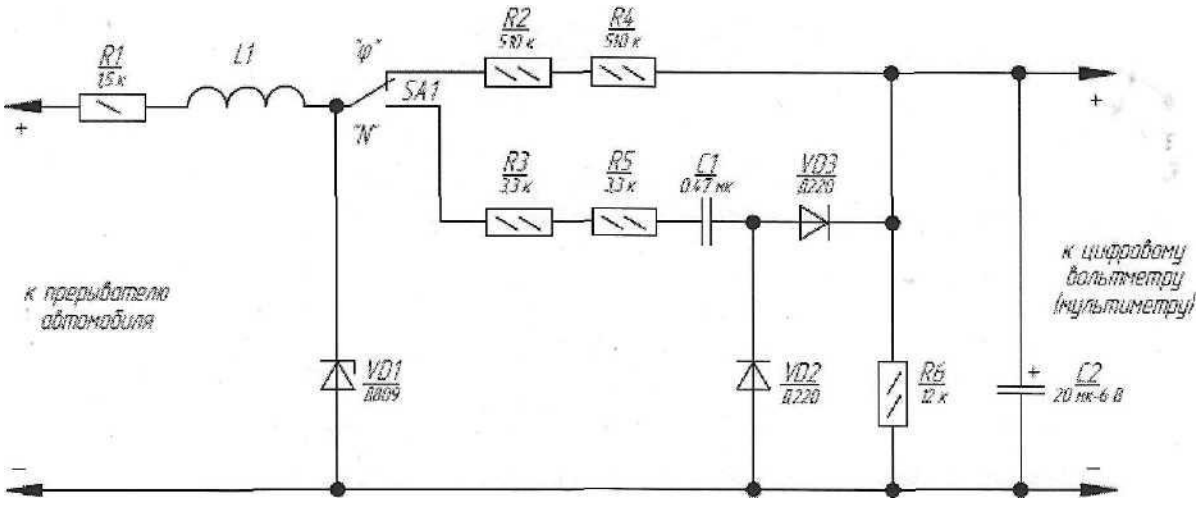


Рис. 5.1 Принципиальная схема приставки к цифровому мультиметру

В положении «*N*» переключателя *SA*1 прибор измеряет частоту следования импульсов на выводах первичной обмотки катушки

зажигания. При каждом размыкании контактов прерывателя конденсатор *C*1 через резисторы *R*3, *R*5, диод *VD*3 и резистор *R*6 заряжается до напряжения стабилизации стабилитрона *VD*1, а при каждом их замыкании он разряжается через резисторы *R*5, *R*3. катушку *L*1, резистор *R*1, замкнутые контакты прерывателя и диод *VD*2.

Падение напряжения на резисторе *R*6 в каждом цикле зарядки конденсатора *C*1 заряжает конденсатор *C*2 до напряжения, пропорционального частоте размыкания (замыкания) контактов прерывателя.

Как известно, частота *N* вращения коленчатого вала (мин$^{-1)}$ и частота *f* размыкания контактов прерывателя (Гц) связаны между собой зависимостью $N = f\,120z$, где z — число цилиндров двигателя.

Таким образом, показания прибора прямо пропорциональны частоте размыкания контактов прерывателя, а значит, и частоте вращения коленчатого вала. Катушка *L*1 препятствует проникновению в прибор высокочастотных колебаний тока самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания, что повышает точность измерений.

В положении φ переключателя *SA*1 прибор измеряет угол разомкнутого состояния контактов прерывателя, т, е. угол поворота кулачка прерывателя от момента размыкания контактов до момента их последующего замыкания. В инструкции по регулировке прерывателя обычно задают угол замкнутого состояния контактов α (угол ЗСК). Угол (в градусах) разомкнутого состояния контактов φ и угол ЗСК α связаны простым выражением: $\alpha+\varphi = 360/z$ или для четырехцилиндрового двигателя — $\alpha = 90 - \varphi$.

При размыкании и замыкании контактов прерывателя на вход прибора поступают прямоугольные импульсы с высоковольтными выбросами на плюсовых перепадах (в момент формирования искры). Стабилитрон *VD*1 ограничивает их амплитуду. Импульсный ток протекает через резисторы *R*2, *R*4, *R*6. Падение напряжения на резисторе *R*6 усредняет конденсатор *C*2. Это напряжение *U*ср, которое связано прямо пропорциональной и близкой к

линейной зависимостью со значением угла прерывателя, поступает на цифровой вольтметр.

Использование двух пар резисторов *R*2, *R*4 и *R*3, *R*5 обусловлено только соображениями удобства их точной подборки. Вместо постоянных резисторов *R*4, *R*5 могут быть использованы подстроечные, с номиналами на 10...20 % превышающими указанные на схеме. Конденсатор *C*1 - К73-9, *C*2 - К50-12. Переключатель *SA*1 — любой малогабаритный тумблер.

Катушка *L*1 используется готовая от звонка телефонного аппарата, снятая с магнитопровода, но ее можно изготовить самостоятельно. Детали приставки смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Чертеж платы представлен на рис. 5.2.

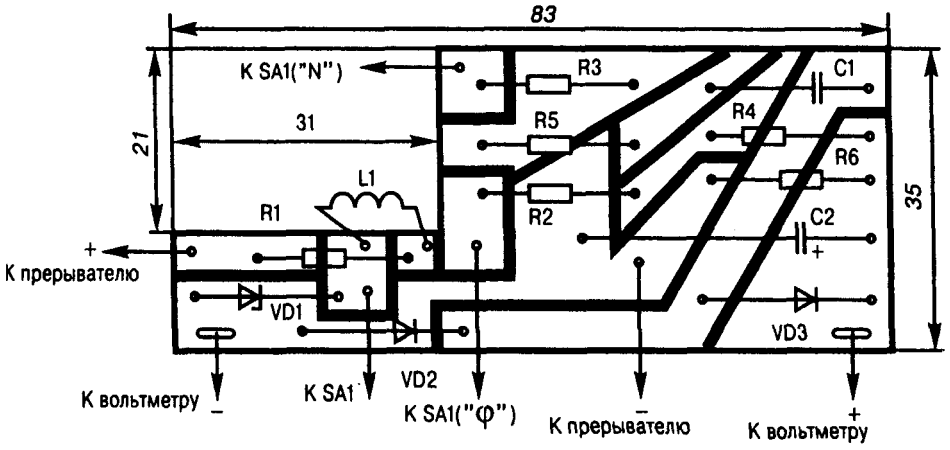


Рис. 5.2 Печатная плата приставки к цифровому мультиметру

Плата изготовлена методом резания. Черным цветом на ней обозначены места, где фольга удалена.

Для налаживания приставки переключатель *SA*1 сначала устанавливают в положение «*N*». К выходу прибора подключают мультиметр, в режиме вольтметра со шкалой «2000 mV». На вход приставки подают переменное напряжение 12... 14 В частотой 50 Гц и подбирают резисторы *R*3 и *R*5 такими, чтобы мультиметр показал 1500 мВ.

После этого переключатель *SA*1 переводят в положение «φ». На вход

приставки подают постоянное напряжение 12... 14 В и подбирают резисторы *R*2 и *R*4 до показания мультиметра 360/*z* мВ (для четырехцилиндрового двигателя - 90 мВ).

Таким образом, показание прибора при каждом измерении численно равно измеряемому значению. Так, например, если в положении «φ» переключателя прибор показывает 35 мВ, то это означает, что угол разомкнутого состояния контактов равен 35 град. Значит, угол ЗСК равен: α=90-35=55 град.

Мультиметр без приставки позволит оценить степень загрязненности контактов прерывателя и исправность его конденсатора, исправность реле-регулятора, ток зарядки батареи аккумуляторов и др. Все это превращает мультиметр с описанной приставкой в универсальный малогабаритный цифровой мотор-тестер.

6 РАЗРАБОТКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО РАЗРЯДНИКА

6.1 Изготовление разрядника

Разрядник высоковольтный (тестер искры) предназначен для проверки работоспособности системы зажигания. С его помощью можно достоверно определить наличие достаточного напряжения во вторичной цепи системы зажигания. Проверка искры при помощи свечи зажигания на воздухе не даёт достоверного результата, т. к. в этом случае для получения искры на свече достаточно 1 кВ. Но этого недостаточно в цилиндре, где находится топливно-воздушная смесь под повышенным давлением. Поэтому необходимо специализированное оборудование. Для систем зажигания с механическим распределителем используется разрядник с воздушным зазором 10 мм, для бесконтактных транзисторных систем зажигания— 20...21 мм.

Тестер-разрядники выпускаются на два уровня напряжения: 10 кВ и 25 кВ. Первые — для контактных систем зажигания, вторые — для электронных систем повышенной энергии.

На современном автомобиле применяется система зажигания высокой энергии с широким применением электроники. Поэтому, чтобы не получить травм и не вывести из строя электронные узлы, необходимо соблюдать следующие правила:

1. На работающем двигателе не касаться элементов системы зажигания (коммутатора, катушки зажигания и высоковольтных проводов);
2. Не производить пуск двигателя с помощью искрового зазора и не проверять работоспособность системы зажигания "на искру" между наконечниками проводов свечей зажигания и массой.

Были рассмотрены разрядники разных производителей аналогичных устройств. Однако у всех имеются два недостатка: высока стоимость и невозможность регулировки воздушного зазора для использования его с

разными системами зажигания.

Предлагается изготовить высоковольтный регулируемый разрядник следующей конструкции. Он состоит из доработанной свечи зажигания 1, гайки в сборе 2, электрода 4, прозрачной трубки 5 из поливинилхлорида, изолятора 6 и провода с зажимом типа «крокодил». Для этого у свечи зажигания (желательно использовать свечу с длиной резьбовой части 19 мм) удаляется боковой электрод. Для изготовления электрода 4 подойдет шпилька М5 и пруток длиной 90 мм. С одного конца затачивают на конус на длину 15 мм. На другой конец заворачивают 2 гайки М5 и стягивают их. Если есть возможность, то электрод можно выточить на токарном станке в соответствии с рабочим чертежом детали. Для изготовления гайки в сборе 2 используется 2 гайки М5 и одна гайка М8. Обезжиривают все гайки и затем их спаивают так, чтобы гайка М8 оказалась между гайками М5. Для удобства и для обеспечения соосности рекомендуется навернуть гайку М5 на шпильку или болт М5, затем надеть гайку М8 и затянуть второй гайкой М5. Все 3 гайки спаивают и к ним же подпаивают медный провод в изоляции, на другом конце которого припаивают зажим типа «крокодил». В качестве трубки 5 может быть использован отрезок поливинилхлоридного шланга длиной 90 см. Такой шланг применяется в системе охлаждения автомобилей семейства ВАЗ для соединения радиатора с расширительным бачком. Он имеет внутренний диаметр 13 мм, что позволяет с небольшим усилием надеть его на резьбовую часть свечи. Для удобства его можно проворачивать. С другой стороны в трубку 5 вставляется с усилием гайка в сборе 2, так чтобы провод выходил наружу. В гайку в сборе вворачивается изготовленный электрод 4. Далее надевают на свечу изолятор 6, представляющий собой отрезок длиной 40 мм резинового шланга с внутренним диаметром 20мм. Он защитит от высоковольтных разрядов при случайном прикосновении к свече.

При использовании разрядника надевать высоковольтный провод необходимо только после того, как будет надежно установлен зажим типа

«крокодил» на неокрашенную деталь, соединенную с «массой» автомобиля. При этом необходимо, чтобы был хороший контакт с «массой», для чего поверхность необходимо очистить от грязи и ржавчины. Перед использованием разрядника необходимо выставить необходимый зазор с помощью линейки или штангенциркуля, при этом зазор не должен превышать значений для данного типа системы зажигания. Особенно следует обращать на это внимание, если проверяется электронное зажигание. Превышение зазора может вывести его из строя. Ориентироваться можно по следующей зависимости: 10мм соответствуют пробою напряжением 30 кВ.

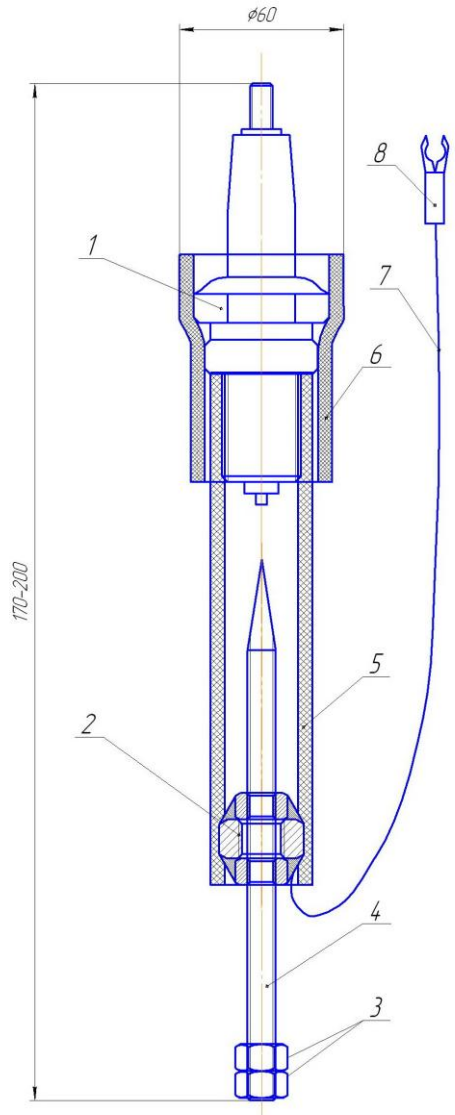


Рис. 6.1 Разрядник высоковольтный в сборе

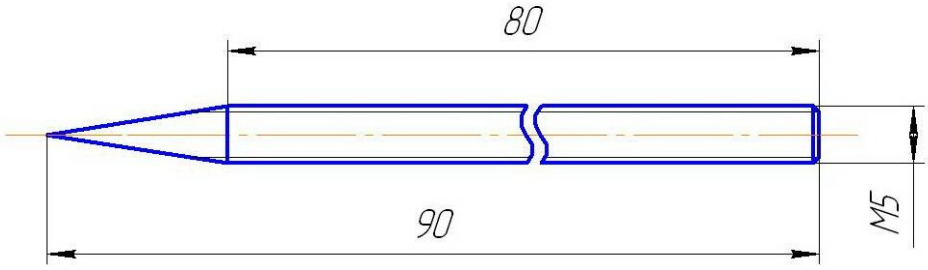


Рис. 6.2 Электрод

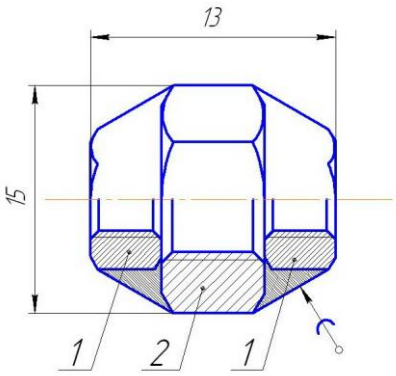


Рис. 6.3 Гайка в сборе

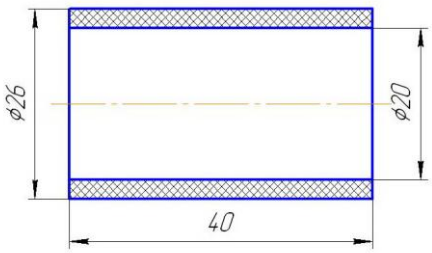


Рис.6.4 Изолятор

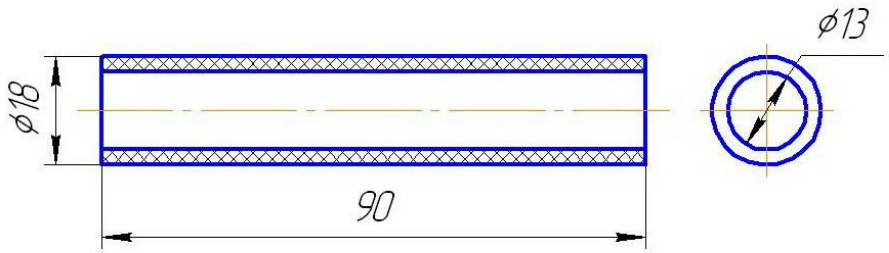


Рис. 6.5 Трубка

6.2 Порядок применения

Проверять искру необходимо на каждом высоковольтном проводе. Во время проверки остальные высоковольтные провода должны быть соединены со свечами.

1.Снять высоковольтный провод со свечи зажигания.

2.Присоединить высоковольтный провод к разряднику.

3. На удалении от элементов электроники при помощи зажима типа "крокодил" надёжно соединить корпус разрядника с массой двигателя так, чтобы центральный электрод разрядника находился от массы двигателя (автомобиля) на расстоянии не менее 10 или 25 мм соответственно, в зависимости от типа разрядника.

4. Прокрутить двигатель при помощи стартера и убедиться в наличии искры на высоковольтном разряднике.

5. При отсутствии искры проверить сопротивление высоковольтных проводов и исправность катушки (модуля) зажигания.

6. После устранения неисправности проверить наличие искры на высоковольтных проводах, используя разрядник, в вышеизложенном порядке.

7. ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

7.1 Меры безопасности и требования к разработке элементов комплекта средств контроля

Для обеспечения нормальной работы электронных устройств, необходимо чтобы печатные платы, на которых монтируются электрические схемы, удовлетворяли целому ряду требований:

1) В зависимости от числа проводящих слоев содержащих печатные проводники печатные платы делятся на:

- односторонние;
- двухсторонние без металлизации отверстий,
- двухсторонние с металлизацией отверстий;
- многослойные.

В зависимости от точности выполнения элементов печатного рисунка печатные платы в соответствии с ГОСТ 23751 делятся на 5 классов точности.

2) Печатные платы 1 и 2 класса точности изготавливаются из прецизионного сырья на простом технологическом оборудовании. Печатные платы 3 и 4 класса точности изготавливаются из чистого сырья на простом технологическом оборудовании. Печатные платы 5 класса точности изготавливают из чистого сырья на прецизионном оборудовании.

3) Для изготовления односторонних и двухсторонних печатных плат без металлизированных отверстий широко используется химический метод (метод травления).

4) Для обеспечения постоянства электрических параметров печатной платы используются металлические и неметаллические конструкционные покрытия.

Металлические конструкционные покрытия используются для увеличения нагрузочной способности по току и улучшения пайки выводов к печатным площадкам (Сплав РОЗЕ).

Неметаллические конструкционные покрытия:

- лак УР-231, который наносят на печатные проводники для защиты их от электрических замыканий на металлические конструкционные элементы аппаратуры;

- эмали для защиты печатной платы от расплавленного припоя при пайке групповым методом.

Трассировка печатных проводников:

1) Печатные проводники должны располагаться равномерно по всей площади печатной платы.

2) Печатные проводники должны быть параллельны сторонам печатной платы, либо быть под углом кратным 15 град.

3) Существуют две разновидности трассировки печатных плат:

- прямая (для односторонних и двухсторонних печатных плат);
- ортогональная или координатная (для двухсторонних печатных плат).

4) Расстояние от края печатной платы до ближайшего печатного проводника должно быть не менее толщины печатной платы.

5) Расстояние между проводниками должно быть максимально возможным;

6) Если пайка печатного узла выполняется волной, то печатные проводники на стороне пайки должны быть расположены параллельно движению волны припоя.

Технологическим процессом сборки называется совокупность операций, в результате которых детали соединяются в сборочные единицы, а единицы соединяются в изделие.

Основными документами для сборки являются:

- отраслевые стандарты;
- нормали;
- общие технические условия;
- технологические карты и чертежи.

Стандарты, нормали, технические условия определяют общие

требования, общие операции сборки, соблюдение основных правил её ведения.

В технологических картах указываются приспособления, инструменты и последовательность проведения операций сборки.

Существует два вида сборки:

- обусловленная, то есть сборка, к которой предъявляют специальные требования по точности выполнения сопряжения и закрепление собираемых деталей;
- не обусловленная, то есть сборка к точности выполнения, сопряжения собираемых деталей которой не предъявляют каких - либо повышенных требований.

Сборка в зависимости от вида производства выполняется вручную.

Последовательность сборки разрабатывается технологами в соответствии с конструктивными особенностями изделия или сборочной единицы, при этом обязательно учитываются удобства проведения дальнейших операций сборки.

В проекте используется схема сборки с базовой деталью. Базовой деталью является плата, с которой начинается сборка. Разрабатывается технологический процесс для сборки образца, поэтому используется стационарная сборка. Стационарная сборка выполняется на одном рабочем месте, к которому подаются все необходимые детали и узлы. Она может строиться по принципу концентрации и дифференциации сборочных операций

При дифференциации сборочных работ весь процесс разбивается на отдельные операции, выполнение которых поручатся разным исполнителям. Дифференциация технологического процесса сборки характерна для устойчивого серийного и массового производства.

Для разработки технологического процесса сборки и монтажа применяется следующая последовательность операций:

- подготовка печатной платы

- подготовка выводов навесных элементов
- установка элементов на плату
- пайка выводов элементов припоем
- промывка платы после пайки
- контроль качества пайки
- настройка платы
- покрытие платы лаком

Далее более подробно описываются некоторые из приведённых выше операций.

При подготовке радиоэлементов и микросхем к монтажу обычно выполняются следующие работы: комплектация, проверка по номиналам, контроль точности электрических параметров, установленных размеров всех сборочных элементов, проверка и обрезка выводов, а так же придание соответствующим выводам конфигурации, заданной при конструировании. При выполнении технологических операций по подготовке микросхем к монтажу на печатные платы (операции рихтовки, формовки и обрезки выводов) выводы подвергаются растяжению, изгибу и сжатию. При этом растягивающее усилие приложено к наиболее чувствительной зоне механических воздействий гермовводу (гермоввод - место заделки выводов в тело корпуса). Поэтому при выполнении операций по формовки необходимо следить, чтобы это усилие было минимальным. Участок вывода на расстоянии 1 мм от тела корпуса не должен подвергаться крутящим и изгибающим деформациям.

В процессе операций формовки и обрезки не допускаются сколы и насечки стекла и керамики, в местах заделки выводов в тело корпуса и деформация корпуса.

В соответствии с компоновкой печатной платы, предусмотренной чертежом, осуществляется размещение микросхем и коммутационных элементов. При этом должно соблюдаться линейно - многорядное расположение корпусов, обеспечивающие наибольшую плотность их

компоновки и возможность автоматизированной или механизированной сборки узлов.

Шаг установки микросхем на плату должен быть кратен 2.5; 1.25 или 0.5 мм. Микросхемы серии 588, 1554, 1533, используемые в данном случае, имеют расстояние между выводами 2.5 мм. Эти микросхемы должны располагаться на плате таким образом, чтобы их выводы совпадали с узлами координатной сетки платы. Микросхемы со штыревыми выводами устанавливаются с одной стороне платы. Для правильной ориентации микросхем на коммутационной плате должны быть предусмотрены "ключи", определяющие положение первого вывода микросхемы. Микросхемы устанавливаются на плате с металлизированными отверстиями с зазором между платой и основанием корпуса, который обеспечивается конструкцией выводов.

Основным способом соединения микросхем с печатными платами является пайка выводов, обеспечивающая достаточно надёжное соединение, как механическое, так и электрическое, вывод микросхем проводниками платы. Для получения качественных паяных соединений, как правило, производят лужение выводов корпуса микросхемы. Лужение рекомендуется проводить теми же марками припоев и флюсов, что и пайку. Лужение выводов микросхем производится путём окунания их в ванну с флюсом, в тигель с расплавленным припоем на 1 – 2 секунды. Лужение производится при температуре 260 - 270° С. Минимальное расстояние от тела корпуса до границ припоя по длине вывода равно 1.3 мм; предельно допустимое число погружений одних и тех же выводов в припой (при исправлении дефектов лужения) - 2; минимальный интервал времени между двумя погружениями одних и тех же выводов - 5 минут.

Качество операций лужения определяется следующими признаками:

- граница растекания припоя по выводам должна быть не ближе чем на 1 мм от тела корпуса, при этом допускается некоторая неравномерность лужения по длине выводов;

- минимальная длина участка лужения вывода от его торца должна быть не меньше 0.6 мм, причём не допускается наличие "сосулек" на концах вывода микросхем;

- равномерное покрытие припоем выводов, отсутствие перемычек между выводам.

Марку припоя и флюса выбирают в зависимости от конструктивных требований и технологических возможностей производства. Наиболее приемлемым припоем для пайки элементов на платах печатного монтажа является припой ПОС - 61, так как имеет более низкую температуру плавления по сравнению с припоем ПОС - 40 и имеет наилучшую смачиваемость поверхностей, подлежащих пайке. Припоем сплава РОЗе обычно покрывают проводники печатных плат и монтажные отверстия с целью защиты проводников монтажных отверстий от окисления, а также для облегчения процесса пайки.

При производстве радиоэлектронной аппаратуры применяют различные методы пайки. В серийном производстве часто используются групповые методы: пайка погружением и "волной припоя". Для экспериментального образца целесообразнее производить пайку паяльником.

Рекомендуемые режимы пайки выводов микросхем со штыревыми выводами при индивидуальном способе пайки следующие:

- максимальная температура жала паяльника 280°С;
- максимальное время касания выводов жалом паяльника – 3 секунды;
- минимальное расстояние от тела корпуса до границы припоя по длине вывода - 1 мм;
- минимальное время между повторными пайками одних тех же выводов - 5 минут.

По окончании монтажной операции и после проведения контроля по качеству монтажа, плату маркируют, покрывают лаком. Затем осуществляют проверку платы по электрическим параметрам, проводят визуальный

контроль и ставят штамп ОТК.

К проводникам печатной платы предъявляются следующие требования:

– сечение слоя металлического проводника должно выдерживать необходимую плотность тока;

– допустимые значения падения напряжения на отдельных участках схемы не должны выходить за пределы установленных величин;

– адгезия материалов печатных проводников с основанием должна находиться в интервале температур от 60 °С до 270 °С.

К материалу изоляционного основания предъявляются следующие требования:

– малая величина диэлектрической проницаемости - для уменьшения паразитных емкостей между печатными проводниками;

– высокая нагревостоикость;

– высокая химическая стойкость;

– механическая прочность и лёгкость в обработке сверлением, фрезерованием и тому подобное.

В качестве материала изоляционной основы применяется гетинакс или стеклотекстолит.

Надёжность системы зависит от качества паяных соединений, которое зависит от правильности выбора способа пайки, качества припоя и флюса.

В соответствии с этим, к припоям предъявляются следующие требования

- стойкость к коррозии;
- обладание хорошей текучестью при осуществлении пайки;
- механическая прочность;
- обладание хорошей теплопроводностью.

К флюсам предъявляются следующие требования:

– температура плавления флюса меньше температуры плавления

припоя;

– флюс должен быть жидкотекучим;

– флюс должен полностью удалять оксидные плёнки.

Эти требования полностью в себе сочетает флюс ФКСп.

Расположение элементов на печатной плате должно соответствовать ОСТ 4.ГО. 010.009 "Узлы и блоки радиоэлектронной аппаратуры на ИМС".

– Микросхемы, устанавливаемые на печатные платы (ПП), должны соответствовать техническим условиям. Установка и крепление микросхем на ПП должны обеспечивать их работоспособность в соответствии с требованиями эксплуатации на аппаратуру;

– Микросхемы на ПП, как правило, следует располагать рядами, но допускается расположение их в шахматном порядке;

– Микросхемы со штыревыми выводами при расстоянии между выводами кратное 2,5 мм должны располагаться на ПП таким образом, чтобы выводы совпали с узлами координатной сетки.

– Установка и крепление микросхем на плате должно обеспечивать доступ к любой микросхеме и возможность её замены;

– При установки микросхем на ПП первый её вывод должен совмещен с ключом, нанесённым на плату;

– Выводы микросхем, в зависимости от конструкции, должны либо впаивать в металлизированные отверстия плат, либо припаиваться металлизированным контактным площадкам ПП;

– Микросхемы со штыревыми выводами должны устанавливаться только с одной стороны;

– Микросхемы со штыревыми выводами должны устанавливаться на ПП с зазором;

– При установке микросхем со штыревыми выводами на ПП величина выступающей части вывода над поверхностью платы в местах пайки должна быть в пределах 0,5 - 1,6 мм;

Для обеспечения возможности демонтажа микросхем, зазоры между их корпусами на ПП в одном из направлений установки должно быть не менее 1,5 мм.

Проведение диагностирования, технического обслуживания и ремонта агрегатов, узлов и систем автомобиля связано с выполнением ряда специфических работ, различных по своему содержанию, применяемым технологиям и оборудованию, экологическим требованиям и безопасности труда. Эти работы должны выполняться на АТП в зоне ТО, которая занимается выполнением широкого комплекта разнообразных работ, связанных с ремонтом, проверкой и регулировкой агрегатов и узлов автомобиля, таких как двигатель, элементы трансмиссии, ходовой части, системы питания, системы зажигания, системы смазки.

В состав зоны ТО входит следующее оборудование и приспособления: подъемники, кран-балка, стенды для проверки состояния трансмиссии, двигателя, ходовой части.

7.2. Анализ негативных факторов труда при диагностике и техническом обслуживании автомобиля

К вредным и опасным факторам при работе зоны ТО относятся:

Механические опасности – самые распространенные опасности при ремонте и диагностике автомобиля, возникают:

- при вывешивании автомобиля на подъемнике, снятии агрегатов и узлов с автомобиля, их транспортировки с помощью кран-балки и специальных тележек до мест ремонта и регулировки, доставки агрегатов и узлов до автомобиля и их установки;

- при работах, связанных с очисткой ремонтируемых агрегатов и узлов;

- при работах, связанных с закреплением агрегатов, узлов и деталей на станках и производственном оборудовании;

- при работах, связанных с разборкой, ремонтом и сборкой агрегатов

автомобиля;

- при работах, связанных с наладкой, проверкой и обкаткой отремонтированных агрегатов;

- при работах на вспомогательном производственном оборудовании.

Электрические опасности – связаны с наличием на данном участке электрического оборудования (станков, стендов), электросети и искусственного освещения.

Сетевое электроснабжение осуществляется напряжением, опасным для жизни и здоровья работников: ~220В; ~380В.

Пожаровзрывоопасность – связана с наличием на участке пожароопасных веществ и материалов, таких как: бензин и его пары, отработанные моторные и трансмиссионные масла (при разборке двигателей, агрегатов и узлов автомобиля), растворители (используются при очистки деталей и узлов от нагара), и других легковоспламеняющихся веществ, участвующих в производственном процессе.

Шумы и вибрации – возникают при работах на станках и оборудовании участка, связанных с ремонтом, регулировкой, наладкой узлов, агрегатов и деталей автомобиля, а также при проведении вспомогательных работ.

Вредные вещества – выделяются при проведении технологических процессов разборки агрегатов, их очистке и непосредственном ремонте. Проникая в небольших дозах в организм человека, вредные вещества вызывают изменения в организме в целом и в его органах и системах.

Зона проведения ТО характеризуется наличием моторных и трансмиссионных масел, бензинов, промышленной пыли от зачистки и промывки оборудования в целом, в том числе – абразивные пыли, тумана смзывающей и охлаждающей жидкостей, наличием отработавших газов двигателей внутреннего сгорания.

Этилированный бензин содержит тетраэтил-свинец – чрезвычайно опасен (1 класс опасности).

В отработанных маслах высокое содержание 3,4 – бенз(а)пирена, который является одним из самых сильных канцерогенов.

В целом, отработанные газы содержат высокое количество ПАУ, которые резко повышают риск заболевания раком легких.

7.3 Охрана окружающей среды

7.3.1 Загрязнение воздуха отработавшими газами автомобилей

Транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферы химическими веществами, поступающими в воздух в газообразном, жидком и твердом состоянии.

Количество транспортных средств непрерывно растет, особенно в крупных городах, в т.ч. в г. Пензе – 300 автомобилей на 1000 жителей, а вместе с этим растет и суммарный выброс вредных продуктов. Поэтому необходима разработка мероприятий для уменьшения вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Всего 15% его расходуется на движение автомобиля, а 85% «летит на ветер». К тому же камеры сгорания автомобильного двигателя – это своеобразный химический реактор, синтезирующий ядовитые вещества и выбрасывающий их в атмосферу. Даже невинный азот из атмосферы, попадая в камеру сгорания, превращается в ядовитые окислы азота.

В отработавших газах двигателя внутреннего сгорания (ДВС) содержится свыше 170 вредных компонентов, из них около 160 – производные углеводородов, прямо обязанные своим появлением неполному сгоранию топлива в двигателе. Наличие в отработавших газах вредных веществ обусловлено в конечном итоге видом и условиями сгорания топлива.

Отработавшие газы, продукты износа механических частей и покрышек автомобиля, а так же дорожного покрытия составляют около половины

атмосферных выбросов антропогенного происхождения. Наиболее исследованными являются выбросы двигателя и картера автомобиля. В состав этих выбросов, помимо азота, кислорода, углекислого газа и воды, входят такие вредные компоненты, как окись углерода, углеводороды, окислы азота и серы, твердые частицы. Состав отработавших газов зависит от рода применяемого топлива, присадок и масел, режимов работы двигателя, его технического состояния, условий движения автомобиля.

Токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей обуславливается главным образом содержанием окиси углерода и окислов азота, а дизелей – окислов азота и сажи.

Таблица 7.1 Состав отработавших газов, в зависимости от типа двигателя

Компоненты отработавших газов ДВС	Содержание в объеме, %	
	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели
Азот N_2	74-77	76-78
Кислород O_2	0,3-0,8	2,0-18,0
Пары воды H_2O	3,0-5,5	0,5-4,0
Двуокись углерода CO_2	5,0-12,0	1,0-10,0
Окись углерода CO	0,1-10,0	0,01-0,5
Окислы азота NO_X	0,1-0,5	0,001-0,5
Углеводороды C_XH_Y	0,2-3,0	0,009-0,5
Оксид серыSO_2	0,0-0,002	0,0-0,03
Сажа, г/м^3	0,04	0,01-1,1
Бенз(а)пирен	до 0,02	до 0,01

К числу вредных компонентов относятся и твердые выбросы, содержание свинец и сажу, на поверхности которой адсорбируются циклические углеводороды. Закономерности распространения в окружающей среде твердых выбросов отличаются от закономерностей характерных для

газообразных продуктов. Крупные фракции (диаметром более 1мм), оседая поблизости от центра эмиссии на поверхности почвы и растений, в конечном счете накапливаются в верхнем слое почвы. Мелкие фракции (диаметром менее 1мм) образуют аэрозоли и распространяются с воздушными массами на большие расстояния.

Двигаясь со скоростью 80-90 км/ч, в среднем автомобиль превращает в углекислоту столько же кислорода, сколько 300-350 человек. Но дело не только в углекислоте. Годовой выхлоп одного автомобиля – это 200 кг различных углеводородов, 800 кг окиси углерода, 40 кг окислов азота. В этом наборе весьма коварна окись углерода. Из-за высокой токсичности ее допустимая концентрация в атмосферном воздухе не должна превышать 1мг/м^3. Известны случаи трагической гибели людей, запускавших двигатели автомобилей при закрытых воротах гаража. В одноместном гараже смертельная концентрация окиси углерода возникает уже через 2-3 минуты после запуска двигателя.

В холодное время года, остановившись на обочине дороги, водители иногда включают двигатель для обогрева машины. Из-за проникновения окиси углерода в кабину такой случай может закончится трагически.

Окислы азота токсичны для человека и, кроме того, обладают раздражающим действием. Особо опасной составляющей отработавших газов являются канцерогенные углеводороды, обнаруживаемые, прежде всего на перекрестках у светофоров (до 6,4 мкг/100м^3, что в 3 раза больше, чем в середине квартала).

При использовании этилированного бензина автомобильный двигатель выбрасывает соединение свинца. Свинец опасен тем, что способен накапливаться как во внешней среде, так и в организме человека.

Уровень загазованности магистралей и примагистральных территорий зависит от интенсивности движения автомобилей, ширины и рельефа улицы, скорости ветра.

7.3.2 Оценка автомобилей по токсичности отработавших газов

Большое значение для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами имеет повседневный технический контроль состояния автомобиля. Каждый автовладелец обязан следить за исправностью своей машины.

При исправном, хорошо отрегулированном двигателе в отработавших газах окиси углерода должно содержаться не более допустимой нормы.

Низкий уровень технического обслуживания и полное отсутствие обязательного технического контроля за состоянием автотранспортных средств приводят к расстройству узлов и систем автомобиля. В результате выбросы вредных веществ у таких автомобилей возрастают, намного превышая установленную норму. В этих условиях необходимо повышать уровень технического обслуживания и совершенствование систем и методов контроля за техническим состоянием.

Причины «дымления» автомобилей различны – неисправность двигателя, неотлаженность системы питания или зажигания. Если все автомобильные двигатели будут правильно отрегулированы, то выброс вредных веществ в атмосферу уменьшится в 3-5 раз.

Нарушение технологической дисциплины приводит к тому, что автомобиль неделями, а то и месяцами развозит по улицам ядовитый чад. Плохо накаченные шины не только быстрее изнашиваются, но и увеличивают сопротивление движению, а значит, больше сжигается горючего.

Неумелое поведение водителей за рулем (неправильный выбор скоростей движения, резкие разгоны, торможение), а так же самостоятельная регулировка (например – увеличение частоты вращения на холостом ходу) и нарушений инструкций по эксплуатации автомобиля – нередко приводят к увеличению загрязнения среды, снижая эффективность усилий конструкторов.

7.3.3 Влияние технического состояния автомобиля на токсичность отработавших газов

Автомобили в эксплуатации имеют значительно более высокую токсичность отработавших газов, чем новые. Это объясняется изменением в результате эксплуатации технического состояния и регулировок систем питания и зажигания, газораспределительного механизма, износом цилиндропоршневой группы, отложением нагара на стенках камеры сгорания, увеличением потерь в трансмиссии и сил сопротивления движению. В наибольшей степени состав отработавших газов определяется техническим состоянием ДВС. На ДВС приходится 84% неисправностей, влияющих на выброс токсичных веществ.

Таблица 7.2 Данные влияния основных неисправностей двигателя на выброс CO, Cn Hm и NO_x

Вид неисправности	Увеличение выброса %	
	CO	Cn Hm
Неправильная регулировка системы холостого хода (переобогащение смеси)	34÷40	30÷35
Увеличенный уровень топлива в топливной камере (на 4 мм)	50	
Негерметичность клапана экономайзера	40÷55	60÷70
Износ системы привода экономайзера	До 10	До 40
Повышение гидравлического сопротивления воздушного фильтра	25%	30%
Ранее зажигание	12÷16	15÷20
Нарушение зазора между контактами прерывателя распределителя; малый зазор свечи		До 30%
Отказ свечи зажигания		До 100%
Предельный износ цилиндропоршневой группы		До 120%

Из таблицы следует, что поддержание технического состояния автомобиля в период его эксплуатации позволяет значительно уменьшить загрязнение атмосферы продуктами неполного сгорания топлива (в среднем на 30-40% для одного автомобиля).

В итоге цифра получается очень значительная, так как основную часть парка составляют автомобили со средними и большими пробегами.

Еще одним очень важным параметром, определяющим содержание токсичных компонентов в отработавших газах, является тепловое состояние двигателя. Оптимальному тепловому состоянию соответствует температура охлаждающей жидкости 85-90%. Снижение температуры приводит к ухудшению процесса смесеобразования и, как следствие этого, увеличению содержания продуктов неполного сгорания в отработавших газах. Особенно сильно это проявляется в условиях городского движения, где расстояние поездки часто невелико.

Количество выделяемых двигателем основных токсичных выбросов (CO, Cn Hm и NO_x) в значительной степени зависит от качества процесса сгорания. Протекание и эффективность процесса сгорания обусловлены главным образом составом и однородностью топливо- воздушной смеси, углом опережения зажигания, затуханием пламени в пристеночном слое смеси, конструкцией камеры сгорания, степенью сжатия, равномерностью распределения топлива, техническим состоянием и режимом работы двигателя.

7.3.4 Влияние состава рабочей смеси

Коэффициент избытка воздуха оказывает значительное влияние на уровень токсичных выбросов.

Концентрация CO в отработавших газах двигателей с искровым зажиганием достигает минимума при составе смеси, близкой к стехиометрическому обедненному, а концентрация CnHm при обеднении

смеси сначала падает, затем резко возрастает.

Увеличение количества углеводородов в отработавших газах при работе на обедненных смесях объясняется малой скоростью их сгорания. Кроме того, при работе на бедной смеси в результате неравномерного ее распределения происходит выключение отдельных цилиндров и несгоревшие углеводороды выбрасываются в выпускной трубопровод.

Максимальная концентрация окислов азота в отработавших газах карбюраторных и дизельных двигателей соответствует наиболее экономичным режимам работы, а затем понижается, несмотря на возрастание количества кислорода в смеси. Это свидетельствует о влиянии температуры пламени на процесс образования окислов азота.

На режимах работы двигателя, соответствующих максимальному КПД, процесс сгорания заряда смеси имеет наименьшую продолжительность, что при прочих равных условиях способствует повышению температуры сгорания до максимальной.

7.3.5 Влияние нагрузки

В карбюраторных двигателях резкое повышение мощности достигается изменением положения дроссельной заслонки, т.е. благодаря увеличению количества топлива, поступающей в цилиндры двигателя.

В дизельном двигателе, при частичных нагрузках изменяется количество поступающего в цилиндры топлива, а количество всасываемого воздуха остается одинаковым. Система регулировки смеси оказывает влияние не только на состав, но и на количество отработавших газов.

7.3.6 Влияние регулировки системы холостого хода

При эксплуатации автомобилей в условиях больших городов доля работы двигателя на холостом ходу составляет 15÷35%. При этом режиме работы наблюдается наиболее высокая концентрация оксида углерода (CO) в составе отработавших газов.

При работе на холостом ходу в двигатель должна поступать богатая смесь с избытком топлива. Это связано с большим процентным содержанием в заряде цилиндра остаточных отработавших газов, а так же плохими условиями образования смеси – малой скоростью прохождения заряда через систему впуска и малым завихрением его в цилиндре. Правильно отрегулированная система холостого хода также позволит снизить выброс вредных веществ с атмосферу.

Предельно допустимое содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями, для автомобилей различных категорий установлены ГОСТом Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами».

ГОСТ Р 51709-2001 устанавливает требования безопасности к техническому состоянию автотранспортных средств.

Нормы дымности для дизельных автомобилей и методы ее контроля установлены ГОСТом Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».

8 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

8.1 Расчет затрат на изготовление и сборку портативного комплекта средств контроля для диагностирования легковых автомобилей

Так как портативный комплект состоит из трех изготовляемых изделий (светодиодный стробоскоп, приставка к мультиметру, разрядник высоковольтный), а также возможно использование их по отдельности, то расчет затрат на их изготовление и сборку будет осуществляться по каждому из них.

$$З_{ИК} = З_{ПД} + З_{СБ.К} + З_{ВМ},$$

где $З_{ПД}$ – затраты на покупные детали, изделия и узлы, руб.;

$З_{СБ.К}$ – полная заработанная плата с начислениями на социальные нужды производственных рабочих, занятых на сборке проектируемого устройства, руб.;

$З_{ВМ}$ – стоимость вспомогательных материалов (2 – 4% от затрат на основные материалы), руб.

Таблица 8.1 Затраты на материалы для изготовления светодиодного стробоскопа

Наименование, марка	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Резистор МЛТ-0,125	6	1	6
Транзистор КТ-315А	1	3	3
Транзистор КТ -815А	1	4	4
Микросхема К561ЛЕ5	1	5	5
Конденсатор	2	2	4
Зажим «крокодил»	3	4	12

Провод питания	0,5 м	30 руб./3 м	5
Провод экранированный	0,5 м	10руб./1 м	5
Плата макетная	1	20	20
Корпус – фонарик светодиодный (12 LED)	1	60	60
Итого			124

Таблица 8.2 Затраты на материалы для изготовления приставки к мультиметру

Наименование, марка	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Резистор МЛТ-0,125	5	1	5
Резистор МЛТ-0,25	1	2	2
Диод Д220	2	1	2
Стабилитрон Д809	1	3	3
Конденсатор	1	2	2
Конденсатор	1	3	3
Катушка индуктивности	1	10	10
Переключатель	1	12	12
Плата	1	10	10
Провод витой	1	20	20
Зажим «крокодил»	2	4	8
Гнездо «тюльпан»	2	4	8
Корпус – футляр	1	5	5

аудиокассеты			
Итого			90

Таблица 8.3 Затраты на материалы для изготовления разрядника высоковольтного

Наименование, марка	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Свеча зажигания А17ДВ	1	25	25
Трубка ПВХ прозрачная	0,1 м	30 руб./0,5м	6
Шланг резиновый	0,04 м	25 руб. /1 м	1
Гайка М8	1	1	1
Гайка М5	4	0,25	1
Шпилька М5	0,1м	20 руб./1 м	2
Провод	0,3 м	10 руб./1 м	3
Зажим «крокодил»	1	4	4
Итого			43

8.2 Полная зарплата рабочих, занятых на сборке диагностического устройства

$$З_{СБ.К} = З_{СБ} + З_{ДСБ} + З_{СОЦСБ},$$

где $З_{СБ}$ и $З_{ДСБ}$ – основная и дополнительная зарплата рабочих, занятых на сборке диагностического устройства, руб.

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитаем по формуле:

$$З_{СБ} = T_{СБ} \cdot C_{ч} \cdot K_{Д},$$

где $T_{СБ}$ – нормативная трудоемкость сборки диагностического устройства, чел.-час.

$C_{ч}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб.;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, $K_{Д} = 1{,}125 - 1{,}130$.

$$T_{СБ} = \sum t_{СБ} \cdot K_{С},$$

где $K_{С}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, $K_{С} = 1{,}08$;

$\sum t_{СБ}$ – суммарная трудоемкость сборки составных частей и узлов диагностического устройства, чел.-час.

Суммарная трудоемкость сборки устройств:

- светодиодного стробоскопа – 1 чел.-час
- приставки к мультиметру – 0,75 чел.-час
- разрядника высоковольтного – 0,5 чел.-час

В месяц количество рабочих дней равно 21. Рабочий день 8 часов. Заработная плата рабочего в месяц равна 10000 рублей. Значит, 21*8 = 168 часов в месяц. Отсюда, часовая ставка рабочего будет равна:

$$C_{ч} = 10000 / 168 \approx 60 \text{ руб.}$$

$$З_{СОЦ} = R_{СОЦ} \frac{(З_{ПР} + З_{Д})}{100},$$

где $R_{СОЦ} = 30\ \%$ - единый социальный налог, включающий в себя отчисления в Пенсионный фонд РФ (22%), в фонд социального страхования РФ (2,9%), в фонд обязательного медицинского страхования (5,1%)

Произведем расчеты для каждого элемента:

- для светодиодного стробоскопа

$$T_{СБ} = 1 \cdot 1{,}08 = 1{,}08\ чел.-час.$$

$$З_{СБ} = 1{,}08 \cdot 60 \cdot 1{,}125 = 72{,}9\ руб.$$

$$З_{ДСБ} = 12{,}5\,\frac{72{,}9}{100} = 9{,}11\ руб.$$

$$З_{СОЦ} = 30\,\frac{(72{,}9 + 9{,}11)}{100} = 24{,}6\ руб.$$

$$З_{СБ.К} = 72{,}9 + 9{,}11 + 24{,}6 = 106{,}6\ руб$$

- для приставки к мультиметру

$$T_{СБ} = 0{,}75 \cdot 1{,}08 = 0{,}81\ чел.-час.$$

$$З_{СБ} = 0{,}81 \cdot 60 \cdot 1{,}125 = 54{,}68\ руб.$$

$$З_{ДСБ} = 12{,}5\,\frac{54{,}68}{100} = 6{,}84\ руб.$$

$$З_{СОЦ} = 30\,\frac{(54{,}68 + 6{,}84)}{100} = 18{,}46\ руб.$$

$$З_{СБ.К} = 54{,}68 + 6{,}84 + 18{,}46 = 79{,}98\ руб$$

- для высоковольтного разрядника

$$T_{СБ} = 0{,}5 \cdot 1{,}08 = 0{,}54\ чел.-час.$$

$$З_{СБ} = 0{,}54 \cdot 60 \cdot 1{,}125 = 36{,}45\ руб.$$

$$З_{ДСБ} = 12{,}5\,\frac{36{,}45}{100} = 4{,}55\ руб.$$

$$З_{СОЦ} = 30\,\frac{(36{,}45 + 4{,}55)}{100} = 12{,}3\ руб.$$

$$З_{СБ.К} = 36{,}45 + 4{,}55 + 12{,}3 = 53{,}3\ руб$$

Стоимость вспомогательных материалов:

$$З_{ВМ} = 2/100 \cdot 124 = 2{,}48\ руб$$

$$З_{ВМ} = 2/100 \cdot 90 = 1{,}8\ руб$$

$$З_{ВМ} = 2/100 \cdot 43 = 0{,}86\ руб$$

Затраты на сборку конструкции составят:

$$З_{ИК} = 124 + 106{,}61 + 2{,}48 = 233{,}09\ руб.$$

$$З_{ИК} = 90 + 79{,}89 + 1{,}8 = 171{,}69\ руб.$$

$$З_{ИК} = 43 + 53{,}3 + 0{,}86 = 97{,}16\ руб.$$

Таким образом, суммарные затраты на изготовление и сборку

портативного комплекта средств контроля для диагностирования легковых автомобилей составят:

$$\sum З_{ИК} = 236,37 + 174,24 + 98,8 = 509,41 \; руб$$

Стоимость портативного комплекта средств контроля для диагностирования легковых автомобилей составит:

- с учетом того, что будет приобретен недорогой мультиметр М-830В, рыночная стоимость которого 130 рублей

$$C = 509,41 + 130 = 639,41 \; руб$$

- с учетом того, что будет приобретен более функциональный мультиметр М-890G, расширяющий функциональность всего комплекта, рыночная стоимость которого 400 рублей

$$C = 509,41 + 400 = 909,41 \; руб$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР был произведен анализ существующих конструкций стробоскопов, автотестеров и мультиметров, а также высоковольтных разрядников, выявлены их достоинства и недостатки. В результате такого анализа были предложены электрические схемы стробоскопа и приставки к мультиметру, рекомендации по их практическому изготовлению. Разработана конструкция регулируемого высоковольтного разрядника.

Техническое состояние транспортных средств оказывает большое влияние на количество вредных веществ поступающих в атмосферу, и, таким образом, одним из методов уменьшения вредного воздействия автомобилей на окружающую среду является поддержание их в технически исправном состоянии.

Техническая диагностика позволяет обнаруживать неисправности автомобилей на ранней стадии развития и принимать меры по их предупреждению, тем самым снизить негативное влияние автомобиля на окружающую среду, вследствие исправной работы двигателя.

Разработанный портативный комплект средств для диагностики двигателей позволяет осуществлять проверку технического состояния двигателей внутреннего сгорания транспортных средств, выполнить точную регулировку системы зажигания и системы питания, чем и достигается поддержание двигателей в технически исправном состоянии, а количество выбросов вредных веществ – в пределах, установленных ГОСТами.

Произведенный экономический расчет показал значительную экономию денежных средств при изготовлении данного комплекта для диагностики по сравнению с приобретением промышленных образцов.

Таким образом, при изготовлении данного портативного комплекта средств контроля для диагностирования автомобиля диагностирование можно провести более быстро, качественно и при этом сэкономить денежные средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрегат технического обслуживания АТО-9966 Е. Паспорт. – Баку, 1987. – 26 с.

1. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.

2. Аллилуев, В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананым, В.М. Михлин. - М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.

3. Аллилуев, В.А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананым, А.Х.Морозов. - М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

4. Аринин, И.Н. Диагностирование технического состояния автомобилей / И.Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.

5. Афанасьев, Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей / Л.Л. Афанасьев, А.А. Маслов, Б.С. Колясинский. – М.: Транспорт, 1980. – 216 с.

6. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов. Учебное пособие для ВТУЗов / Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 607 с.

7. Волков, К.А. Экономическое обоснование инженерно-технических решений в дипломных проектах / К.А. Волков. – Пенза, 2000. – 167 с.

8. Гришин, Г.М. Охрана труда / Г.М. Гришин. – М.: Колос, 1982. – 351 с.

9. Гузенков, П.Г. Детали машин / П.Г. Гузенков. – М.: Высш. шк., 1987. – 344 с.

10. Гузенков, П.Г. Детали машин. Учебное пособие для ВТУЗов / П.Г. Гузенков. – М.: Высш. шк., 1982. – 448 с.

11. Дунаев, А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей / А.П. Дунаев. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

12. Заблонский, К.И. Детали машин. Учебное пособие для ВТУЗов / К.И. Заблонский. – М.: Высш. шк., 1985. – 518 с.

13. Заправочный агрегат МЗ-3607. Руководство по устройству и эксплуатации. – Одесса, 1970. – 29 с.

14. Индикатор расхода газов КИ-13671 ГОСНИТИ. Паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации. – 1985. – 10 с.

15. Интегральные микросхемы. Микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средств мультимедиа, выпуск 1. – М.: «Додэка», 1996 г.

16. Иофилов, С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофилов, Г.П.Лышко. – М.: Колос, 1989. – 360 с.

17. Колчин, А.В. Датчики средств диагностирования машин. Учебное пособие для сред. ПТУ / А.В. Колчин. – М.: Машиностроение, 1984.

18. Комплект автодиагностики модели КАД300: Руководство по эксплуатации. Изд. ОАО «Новгородский завод ГАРО», 1997.

19. Лянденбурский, В.В. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учеб. пособие / В.В. Лянденбурский. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 237 с.

20. Лянденбурский, В.В. Методические указания для выполнения курсовой работы по технической эксплуатации автомобилей / В.В. Лянденбурский. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 16 с.

21. Мархель, И.И. Детали машин. Программированное учебное пособие для средних специальных учебных заведений / И.И. Мархель. – М.: Машиностроение, 1986. – 448 с.

22. Михлин, В.М. Система технического обслуживания и ремонта машин по результатам диагностирования / В.М. Михлин, С.Б. Мухамадеев, А.В. Дуняев – М.: Информагротех, 1995. – 64 с.

23. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г.М. Напольский. – М.: Транспорт, 1993. – 272 с.

24. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г. М. Напольский – М.: Транспорт, 1985. – 232 с.

25. Обучающая экспертная система поиска неисправностей дизеля СМД-62 «Дизельдиагност»: руководство пользователя. – М.: 1990.

26. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. – М.: Гипроавтотранс, 1991. – 184 с.

27. Пронизовкин, А.Н. Краткий автомобильный справочник / А.Н. Пронизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов. – М.: АО «ТРАНСКОНСАЛТИНГ», НИИАТ, 1994. – 779с.

28. Табель технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП, АТО и БЦТО. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1983. – 98 с.

29. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики. Учебное пособие для ВУЗов, 10-е изд., перераб. и доп. / С.М. Тарг. – М.: Высш. шк., 1986. – 415 с.

30. Федоров, С.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Часть 1. Операции, средства, документация диагностирования и технического обслуживания машинно-тракторного парка. Методические указания / С.П. Федоров, В.А. Никитин, М.И. Разумов. – Новосибирск, 1991. – 116 с.

31. Федоров, С.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Часть 3. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания, электрооборудования, пневматических и гидравлических систем. Методические указания / С.П. Федоров. – Новосибирск, 1992. – 123 с.

32. Федоров, С.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Часть 2. Диагностирование дизельного двигателя по мощностным и экономическим показателям. Методические указания / С.П. Федоров, Д.Н. Воронин. – Новосибирск, 1991. – 56 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация……3

Введение …….....…….4

1 Характеристика проектируемого обьекта…….....7

1.1 Принцип работы классических систем зажигания…….....…….....7

1.2 Регулирование угла опережения зажигания …….....…….....10

2. Разработка светодиодного стробоскопа…….....16

2.1. Анализ существующих конструкций стробоскопов…….....…..16

2.2. Порядок работы со стробоскопом …….....…….....22

2.2.1. Подготовка к работе……..…….....…….....22

2.2.3. Подготовка автомобиля к проверке…….....……..24

2.2.4 Порядок работы при выставлении угла опережения зажигания.....24

3. Способы проверки угла замкнутого состояния контактов…….....27

4. Малогабаритные мультиметры……..…….....…33

5. Приставка к цифровому мультиметру……..…….....49

6. Разработка высоковольтного регулируемого разрядника….....……53

6.1 Изготовление разрядника.....53

6.2 Порядок применения.....57

7. Экологичность и безопасность проекта…….....58

7.1 Меры безопасности и требования к разработке элементов комплекта средств контроля.....58

7.2. Анализ негативных факторов труда при диагностике и техническом обслуживании автомобиля.....66

7.3 Охрана окружающей среды.....68

7.3.1 Загрязнение воздуха отработавшими газами автомобилей.....68

7.3.2 Оценка автомобилей по токсичности отработавших газов.....71

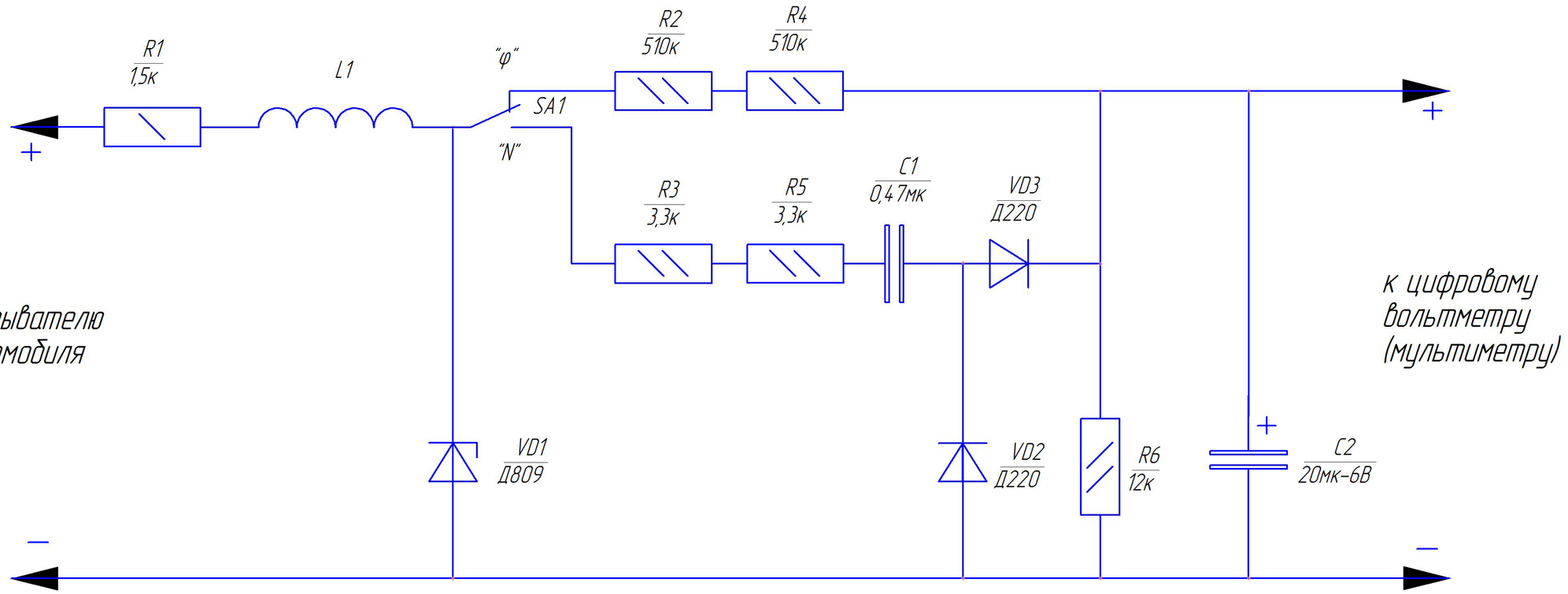
7.3.3 Влияние технического состояния автомобиля на токсичность отработавших газов.....72

7.3.4 Влияние состава рабочей смеси.....73

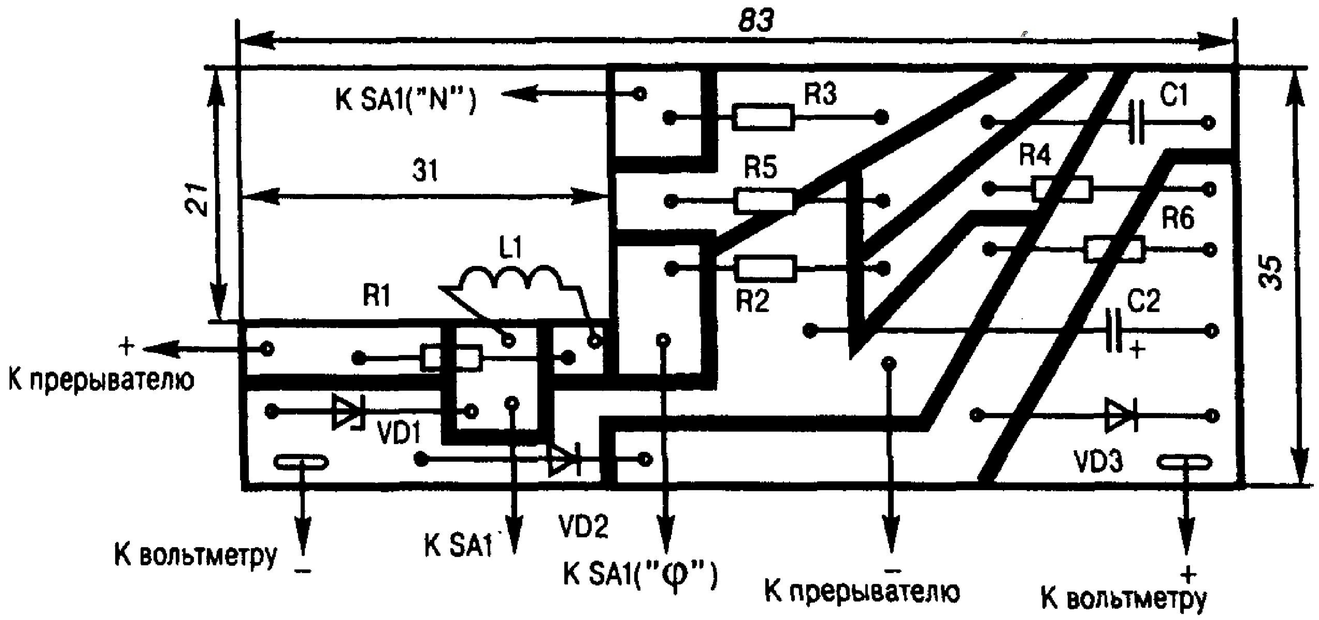
7.3.5 Влияние нагрузки.....74

7.3.6 Влияние регулировки системы холостого хода.....74
8.Экономический раздел……..…….....…76
8.1. Расчет затрат на изготовление и сборку портативного комплекса средств контроля для диагностирования легковых автомобилей 76
8.2. Полная зарплата рабочих, занятых на сборке диагностического устройства ….....78
Заключение…….....….....82
Литература…….....83
Содержание.....86

Принципиальная электрическая схема приставки к цифровому мультиметру



Топология печатной платы приставки к мультиметру



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
L1	Катушка индуктивности	1	
VD1	Стабилитрон Д809	1	
VD2,VD3	Диод Д220	2	
C1	Конденсатор К73 – 0,47мкф*16В	1	
C2	Конденсатор К50 – 20мкф*6В	1	
R1	Резистор МЛТ-0,25 1,5к0М	1	
R2,R4	Резистор МЛТ-0,125 510к0М	2	
R3,R5	Резистор МЛТ-0,125 3,3к0М	2	
R6	Резистор МЛТ-0,125 12к0М	1	
SA1	Переключатель	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Принципиальная электрическая схема приставки к мультиметру	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:1
Консул.						Лист	Листов	
Рукав								
Н.контр.								
Зав.каф.								

Копировал Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Анализ существующих конструкций разрядников

Наименование	Описание	Технические характеристики	Цена
Разрядник высоковольтный УМ-10/25	Разрядник высоковольтный (тестер искры) предназначен для проверки работоспособности системы зажигания.Для проверки работоспособности карбюраторных двигателей используются разрядники 10 кВ, инжекторных -25 кВ.	Пробойное напряжение, кВ, не более 10/25 Габаритные размеры, мм 60х35х75 Масса, кг, не более 0,1	350 руб.
Тестер-разрядник	Тестер-разрядник высоковольтный служит для общей проверки исправности системы зажигания (наличия искры).	Пробойное напряжение, кВ, не более 10 Габаритные размеры, мм 60х35х75 Масса, кг, не более 0,1	600 руб.
Разрядник высоковольтный Р1-2С	Разрядник высоковольтный для проверки статической системы зажигания с двухвыводными катушками зажигания и системы с распределителем зажигания.	Пробойное напряжение, кВ, не более 15 Габаритные размеры, мм 97х78х75 Масса, кг, не более 0,1	1400 руб.
Разрядник высоковольтный Р4-8С	Разрядник высоковольтный 4-х канальный предназначен для проверки работоспособности системы зажигания автомобилей со статической системой зажигания (двухвыводными катушками зажигания).Позволяет определить наличие достаточного напряжения во вторичной цепи системы зажигания.	Пробойное напряжение каналов 3 и 4, не более, кВ 31 каналов 1 и 2, не более, кВ, 0 (каналы замкнуты на "землю") Зазор, мм 14,5 Габаритные размеры, мм 162х88х28 Масса, кг, не более 0,35	3200 руб.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

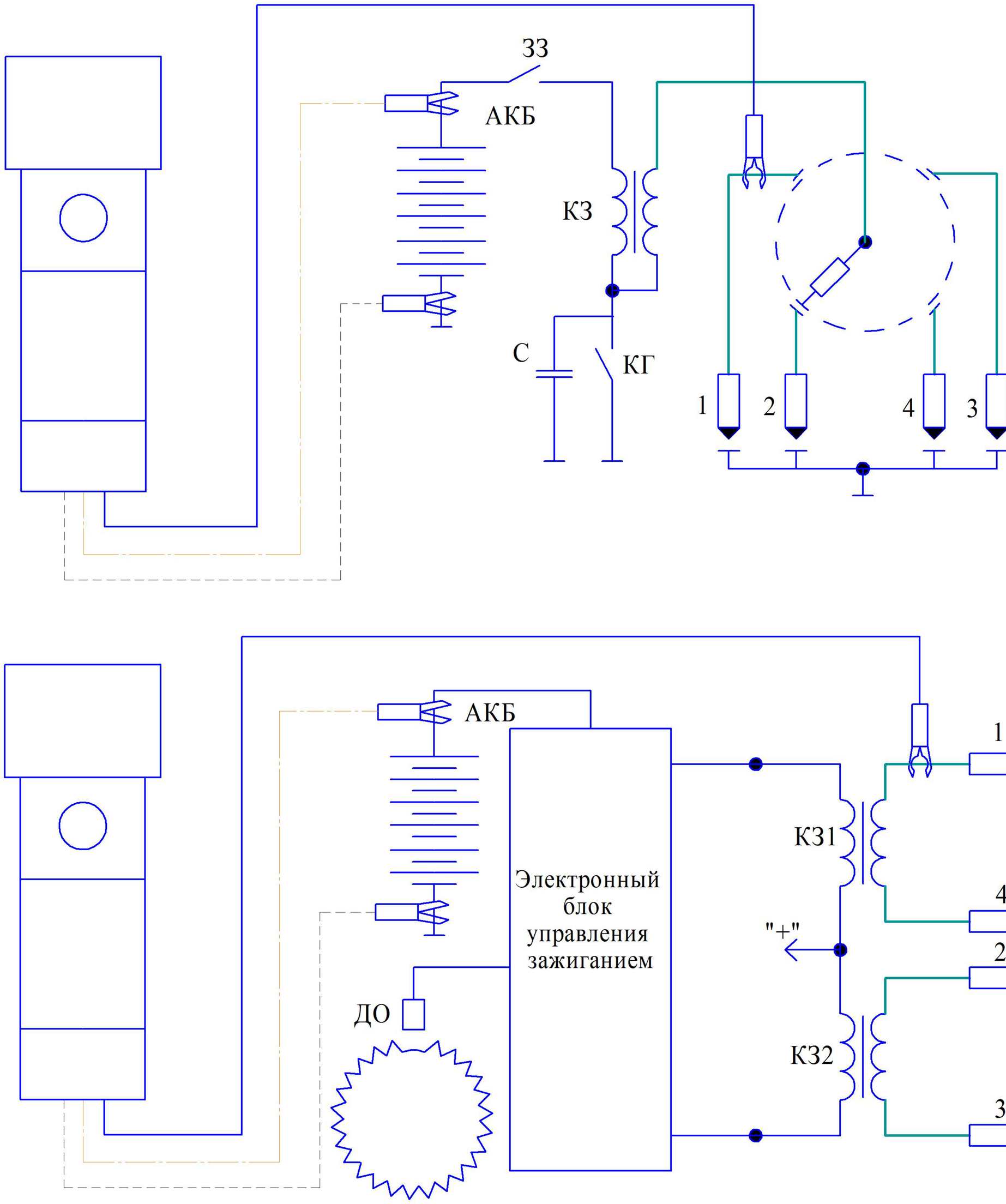
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Консул.				
Руков				
Н.контр.				
Зав.каф.				

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	

Копировал

Формат А1

Схемы подключения светодиодного стробоскопа



1-2-3-4 - свечи зажигания

Черный с белой полосой провод

Черный провод

Экранированный (в металлической оплетке) провод

ЗЗ - замок зажигания

КГ - контактная группа или электронный коммутатор

КЗ - катушка зажигания

ДО - датчик оборотов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:1
Консул.						Лист	Листов	
Руков								
Н.контр.								
Зав.каф.								

Копировал Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

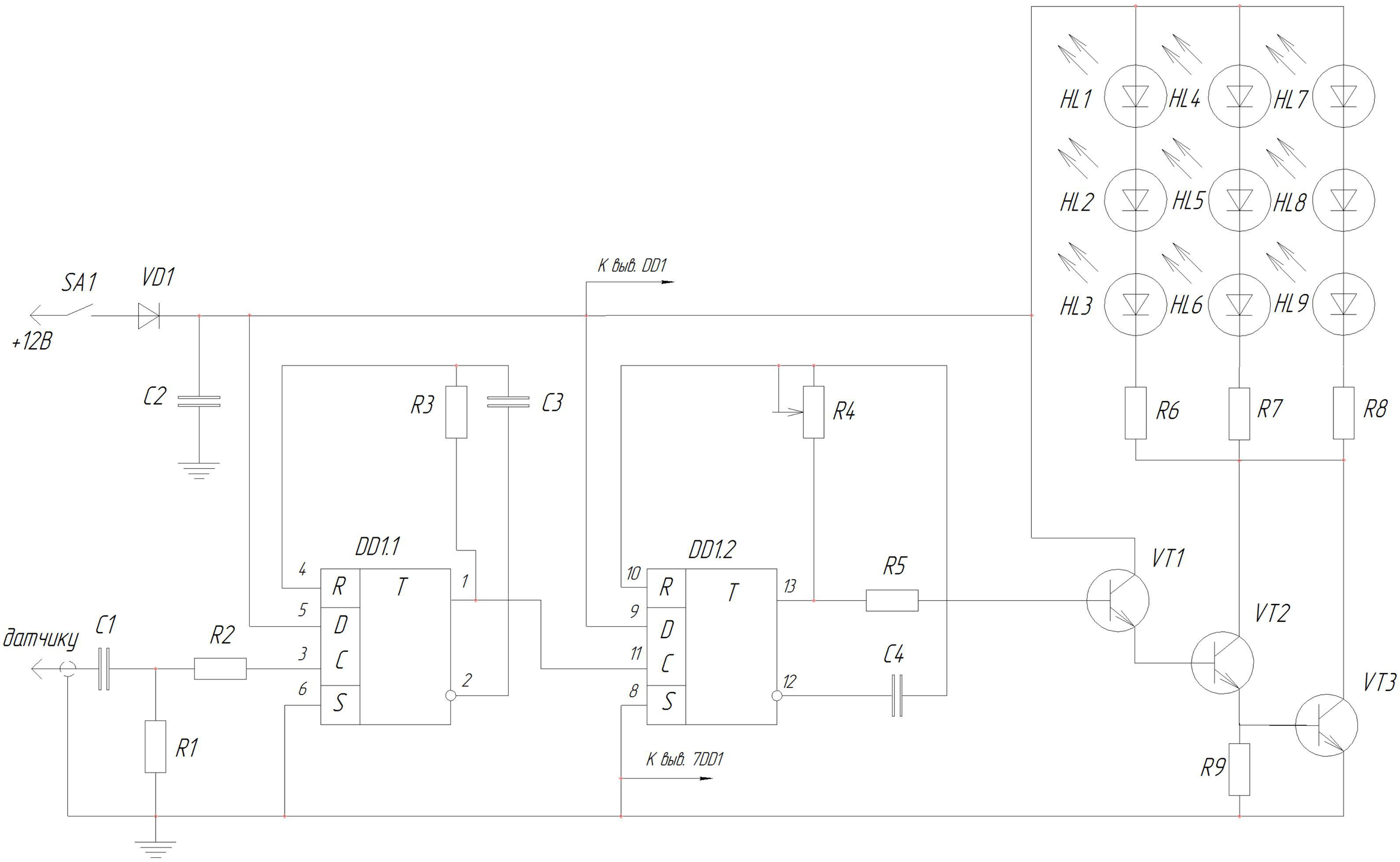
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

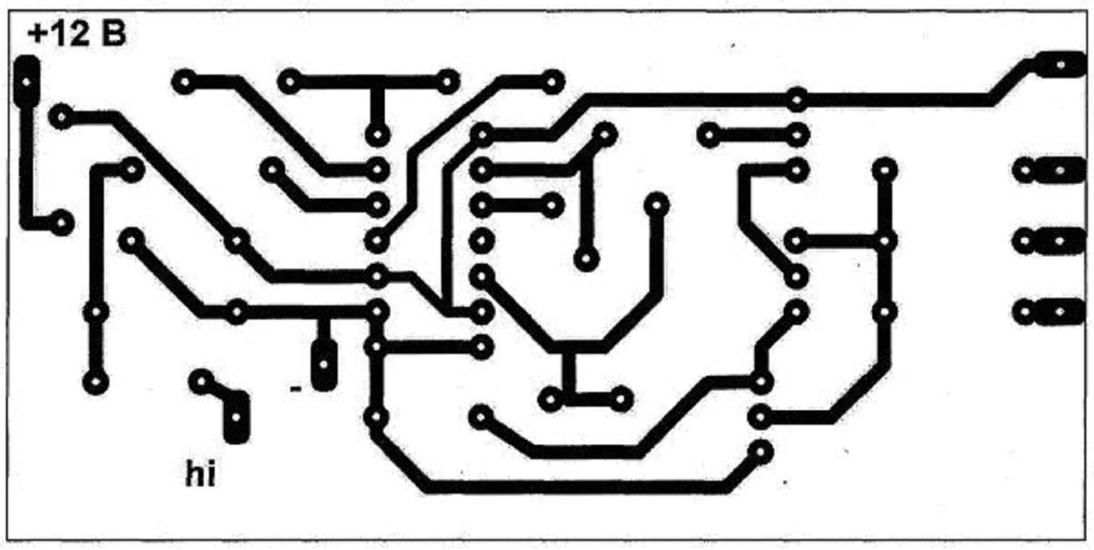
Подп. и дата

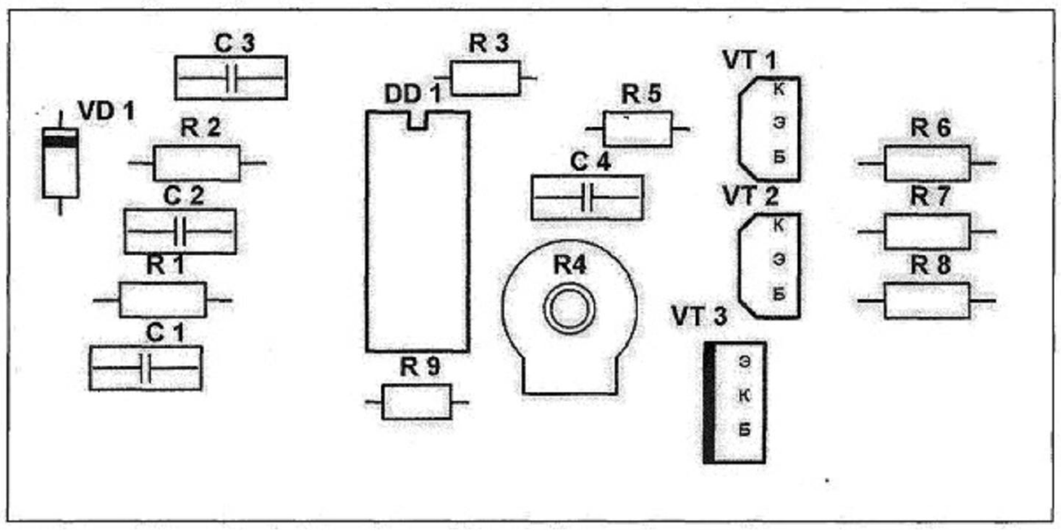
Инв. № подл.

Принципиальная электрическая схема светодиодного стробоскопа



Топология печатной платы светодиодного стробоскопа





Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
DD1	Микросхема К561ТМ2	1	
VD1	Диод КД209А	1	
HL1-HL9	Светодиод КИПД21ПК	9	
VT1,VT2	Транзистор КТ315А	2	
VT3	Транзистор КТ815А	1	
C1	Конденсатор 47мкф	1	
C2,C3,C4	Конденсатор 0,068мкф	3	
R1	Резистор МЛТ-0,25 3кОМ	1	
R2	Резистор МЛТ-0,125 15кОМ	1	
R3	Резистор МЛТ-0,125 330кОМ	1	
R4	Резистор МЛТ-0,125 20кОМ	1	
R5	Резистор МЛТ-0,125 12кОМ	1	
R6,R7,R8	Резистор МЛТ-0,125 5,1кОМ	3	
R9	Резистор МЛТ-0,125 20кОМ	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Принципиальная электрическая схема светодиодного стробоскопа	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Консул.						Лист	Листов	
Рыков								
Н.контр.								
Зав.каф.								

Копировал Формат А1

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Технологическая карта (операционная) на выполнение работ при регулировке угла опережения зажигания

№ операции	Содержание работ	Оборудование, инструмент	Технические условия и указания	Время, мин.
1	Проверить угол замкнутого состояния контактов	мультиметр с приставкой, набор слесарных инструментов	Если необходимо отрегулировать зазор между контактами прерывателя	10
2	Прогреть двигатель и отрегулировать обороты холостого хода	мультиметр с приставкой, набор слесарных инструментов		8
3	Подключить стробоскоп	стробоскоп	При заглушенном двигателе	2
4	Проверить правильность установки начального угла опережения зажигания	стробоскоп, мультиметр с приставкой	При минимальных оборотах холостого хода	5
5	Отрегулировать угол опережения зажигания	стробоскоп, набор слесарных инструментов		7
6	Проверить работу центробежного регулятора опережения зажигания	стробоскоп, мультиметр с приставкой	Отсоединить трубку вакуумного регулятора и плавно увеличивать скорость вращения коленчатого вала двигателя. Подвижная метка должна смещаться относительно неподвижной в сторону увеличения угла опережения зажигания.	4
7	Проверить работу вакуумного регулятора опережения зажигания	стробоскоп, мультиметр с приставкой	Установить обороты двигателя соответствующие наибольшему смещению метки и подключить трубку вакуумного регулятора. При исправности последнего подвижная метка отклониться сторону противоположную вращению.	4

Общая трудоемкость, чел-час: 0,67

Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Консул. Рыков
Н.контр.
Зав.каф.

Технологическая карта

Лит. Масса Масштаб
Лист Листов

Копировал Формат А1

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Перв. примен. | Справ. №

Расчет затрат на материалы для изготовления портативного комплекса средств контроля для диагностирования легковых автомобилей

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
СВЕТОДИОДНЫЙ СТРОБОСКОП			
Резистор МЛТ-0,125	6	1	6
Транзистор КТ-315А	1	3	3
Транзистор КТ-815А	1	4	4
Микросхема К561ЛЕ5	1	5	5
Конденсатор	2	2	4
Зажим "крокодил"	3	4	12
Провод питания	0,5 м	10 руб./1 м	5
Провод экранированный	0,5 м	10 руб./1 м	5
Плата макетная	1	20	20
Корпус - фонарик светодиодный (12 LED)	1	60	60
ИТОГО			124
ПРИСТАВКА К МУЛЬТИМЕТРУ			
Резистор МЛТ-0,125	5	1	5
Резистор МЛТ-0,25	1	2	2
Диод Д220	1	1	2
Стабилитрон Д809	1	4	4
Конденсатор	2	2	2
Катушка индуктивности	1	10	10
Переключатель	1	12	12
Плата	1	10	10
Провод витой	1	20	20
Зажим "крокодил"	2	4	8
Гнездо "тюльпан"	2	4	8
Корпус - футляр аудиокассеты	1	5	5
ИТОГО			90
РАЗРЯДНИК ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ			
Свеча зажигания А17ДВ	1	25	25
Трубка ПВХ прозрачная	0,1 м	60 руб./1 м	6
Шланг резиновый	0,04м	25 руб./1 м	1
Гайка М8	1	1	1
Гайка М5	4	0,25	1
Шпилька М5	0,1 м	20 руб./1 м	2
Провод	0,3 м	10 руб./1 м	3
Зажим "крокодил"	1	4	4
ИТОГО			43
МУЛЬТИМЕТР			
Мультиметр М-890G (М-830В)	1	400 (130)	400 (130)
ИТОГО			**657 (387)**

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Консул.				
Руков.				
Н.контр.				
Зав.каф.				

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов 1	

Копировал

Формат А1

Расчет затрат на изготовление портативного комплекса средств контроля для диагностирования легковых автомобилей

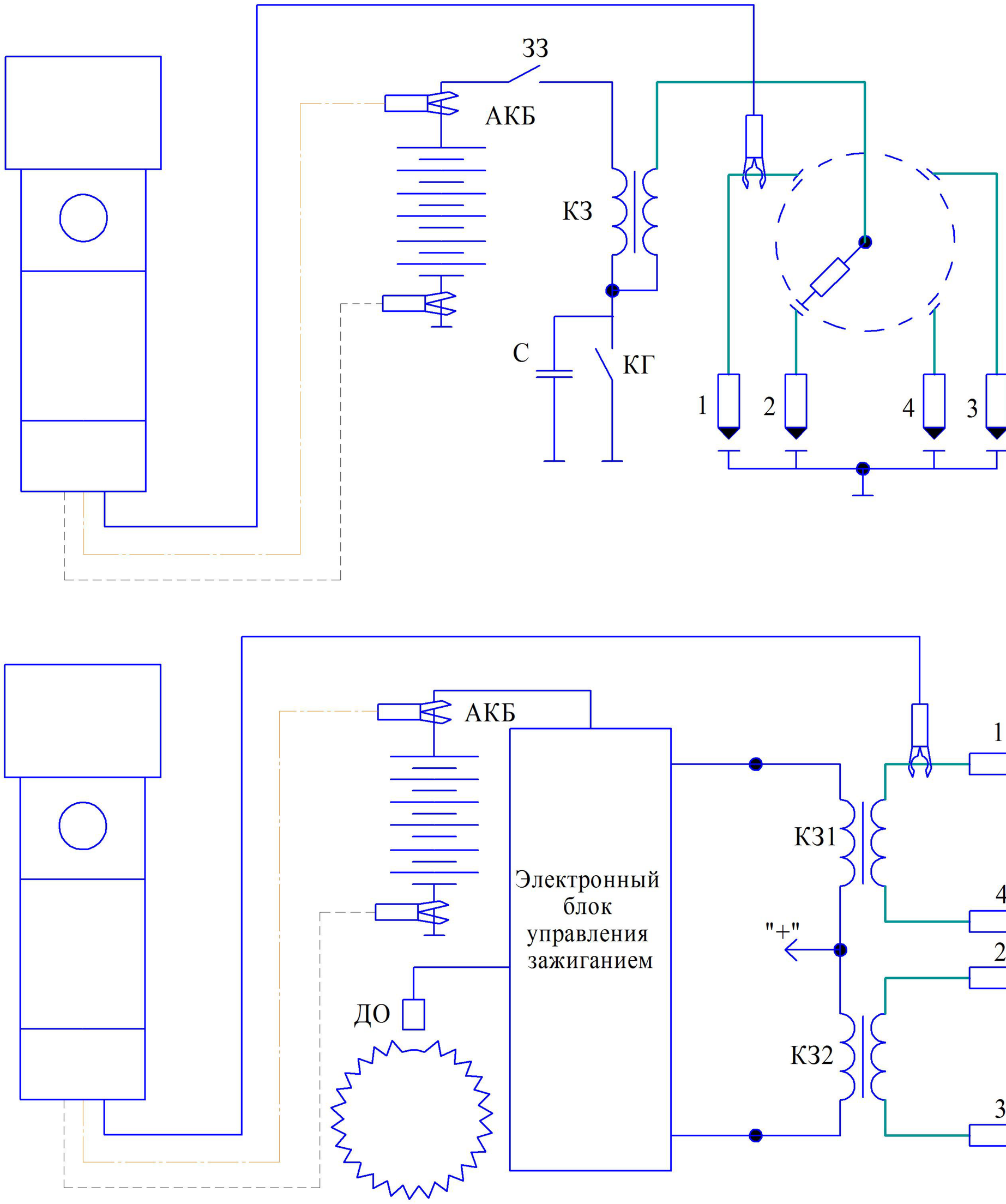
Показатели	Светодиодный стробоскоп	Мультиметр с приставкой	Высоковольтный разрядник
Затраты на материалы	124 руб	90 руб	43 руб
Затраты на сборку	112,37 руб	84,24 руб	55,8 руб
Затраты на приобретение мультиметра М-890G	–	400 руб	–
ИТОГО	**236,37 руб**	**574,24 руб**	**98,8 руб**
Рыночная стоимость приборов	400 руб	3000 руб	350 руб
Экономия денежных средств	163,63 руб	2425,76 руб	251,2 руб

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Экономический раздел	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Консул.						Лист	Листов 1	
Рыков								
Н.контр.								
Зав.каф.								

Копировал Формат А1

Схемы подключения светодиодного стробоскопа



1-2-3-4 - свечи зажигания

Черный с белой полосой провод

Черный провод

Экранированный (в металлической оплетке) провод

ЗЗ - замок зажигания

КГ - контактная группа или электронный коммутатор

КЗ - катушка зажигания

ДО - датчик оборотов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:1
Консул.						Лист	Листов	
Руков								
Н.контр.								
Зав.каф.								

Копировал Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

заведующего кафедрой *Эксплуатация автомобильного транспорта*
наименование кафедры

д.т.н., проф. Родионова Юрия Владимировича
фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой

Рассмотрев выпускную квалификационную работу студента группы № ЭТМК-41
Паляев Олег Владимирович
фамилия, имя, отчество студента

выполненную на тему Эксплуатация транспортно – технических машин и комплексов

по реальному заказу _____
указать заказчика, если имеется

тема раздела НИРС _____
указать, если имеется

_____

с использованием ЭВМ Выполнена пояснительная записка и графическая часть
название задачи, если имеется

в объеме 8 листов чертежей и 86 листов пояснительной записки, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой _____

_____ _____ _____
число месяц год