

# **ЭЛЕКТРОНИКА В АВТОМОБИЛЕ**

© Издательство «Радио и связь», 1985

## **Предисловие к третьему изданию**

Главными проблемами, стоящими сегодня перед создателями автомобилей, являются улучшение топливной экономичности, снижение токсичности отработавших газов, повышение безопасности и надежности автомобиля. Электроника в значительной мере помогает решать эти проблемы.

В настоящее время разработаны микропроцессорные системы зажигания, в которых угол зажигания корректируется не только в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя и разряжения во всасывающем коллекторе, но также и от температуры охлаждающей жидкости, температуры всасываемого воздуха, от положения и скорости открытия дроссельной заслонки карбюратора и сигналов от датчика детонации. Такие системы позволяют более полно использовать термодинамический цикл рабочего процесса двигателя, способствуют улучшению топливной экономичности и динамических качеств автомобиля.

В последние годы в автомобилях почти полностью отказались от механических контактов в регуляторах напряжения, заменив их электронными на дискретных элементах или интегральных микросхемах, что позволило повысить надежность и долговечность электрооборудования автомобиля и упростить его обслуживание.

Требование к безопасности пассажиров стимулирует разработку систем с надувными подушками, заполнением которых управляет аналоговая интегральная микросхема. Электронные приборы используются в устройствах для управления антиюзовыми системами, обеспечивая оптимальное тормозное усилие в любых дорожных условиях, а также в системах переключения передач и регулирования скорости автомобиля, для управления пневмоподвеской, для контроля давления в шинах во время движения автомобиля. Среди других вспомогательных систем следует отметить электронные системы управления стеклоочистителем, прерывателем указателя поворотов и аварийной сигнализации, электронные противоугонные устройства, электронные спидометры и тахометры, в том числе цифровые с индикацией с помощью жидкокристаллических индикаторов, вакуумных люминесцентных трубок и дисплеев на электронно-лучевых трубках.

Очевидно, что применение электроники в автомобиле будет в дальнейшем расширяться.

Со времени выхода в свет второго издания книги прошло около девяти лет. За это время автор и редакция получили большое количество писем читателей, свидетельствующих о том, что книга в целом вызвала большой интерес.

В последние годы разработан ряд новых электронных приборов для автомобилей. Опыт эксплуатации показал преимущества и недостатки существующих приборов. В связи с этим возникла необходимость третьего издания книги «Электроника в автомобиле», в которой автор знакомит читателей с новыми разработками.

В настоящем издании заново написаны главы «Электроника в системе зажигания карбюраторных двигателей», «Электронные регуляторы напряжения»,

«Автообильше сторожа» и «Автомобильный стробоскоп», в которых приводятся описания усовершенствованных помехоустойчивых конструкций повышенной надежности. Описание бесконтактных систем зажигания в настоящем издании исключено из-за их низкой надежности и незначительного положительного эффекта. Исключено также описание систем зажигания для автомобилей с «плюсом на массе» и регулятора напряжения для генератора постоянного тока, так как автомобили, для которых они предназначены, сейчас уже не выпускаются. Настоящее издание дополнено описанием системы экономайзера принудительного холостого хода и реле блокировки стартера для автомобилей «Жигули».

Автор с благодарностью примет все замечания и пожелания по книге, которые следует направлять по адресу: 101000, Москва, Почтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь», Массовая радиобиблиотека.

*Автор*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ В СИСТЕМЕ ЗАЖИГАНИЯ КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **Общие характеристики электронных систем зажигания**

подавляющее большинство современных легковых автомобилей с карбюраторными двигателями снабжено батарейной системой зажигания, которую в дальнейшем будем называть классической. Эта система, подробно описанная в [1, 2, 4], без каких-либо существенных изменений применяется почти с момента изобретения

автомобиля. Однако автомобильные двигатели стали существенно более высокооборотными и имеют высокие степени сжатия, что налагает дополнительные требования на системы зажигания. Кроме того, в последнее время к этим системам стали предъявлять требования, направленные на радикальное повышение топливной экономичности и экологической чистоты автомобильных двигателей.

В связи с этим как у нас в стране, так и за рубежом проводятся многочисленные исследования по усовершенствованию классической системы зажигания или замене ее принципиально новой, с лучшими характеристиками. Эти исследования направлены прежде всего на устранение основного недостатка классической системы — снижения вторичного напряжения при малых и больших частотах вращения вала двигателя, при загрязнении свечей, при уменьшении напряжения аккумулятора, при загрязнении или обгорании контактов прерывателя и т. п.

В настоящее время распространение получили две принципиально различные электронные системы зажигания — с накоплением энергии в индуктивности и емкости. Первую из них называют транзисторной, а вторую — тиристорной, или конденсаторной (по названию основных элементов, применяемых в этих системах).

Транзисторная система состоит из тех же самых элементов, что и классическая, и работает по тому же принципу. Отличие транзисторной системы от классической состоит в том, что в нее вводится мощный транзистор, который коммутирует ток катушки зажигания, контакты же прерывателя коммутируют лишь относительно небольшой ток базы транзистора. Однако полностью реализовать положительные свойства транзисторной системы зажигания удастся лишь с применением специальной катушки зажигания. Последнее обстоятельство ограничивает возможности изготовления транзисторной системы в любительских условиях.

Тиристорная или конденсаторная система зажигания принципиально отличается от классической и транзисторной тем, что энергия искрообразования ней накапливается не в катушке зажигания, а в специальном накопительном конденсаторе. Принцип действия конденсаторной системы зажигания позволяет в наибольшей мере устранить недостатки классической системы без замены стандартной катушки зажигания. Поэтому изготовление конденсаторной системы в любительских условиях предпочтительней.

Иногда при установке электронной системы зажигания на новом автомобиле водитель не замечает улучшений в работе двигателя. Это происходит потому, что на новом автомобиле все новое — и свечи, и контакты прерывателя, и аккумулятор. Напряжения, развиваемого классической системой зажигания, в этих условиях достаточно для надежного пуска двигателя и нормальной его работы. Однако по мере эксплуатации контакты прерывателя обгорают, свечи покрываются нагаром, емкость аккумулятора уменьшается, что вызывает постепенное ухудшение в работе двигателя, которое может быть весьма значительным, но не заметным. Поэтому многие водители чистят или заменяют контакты прерывателя только тогда, когда двигатель уже совсем не запускается.

Электронная система зажигания в процессе эксплуатации практически не требует обслуживания.

Применение электронных систем зажигания обеспечивает следующие преимущества:

напряжение, подводимое к свечам зажигания, увеличивается по сравнению с напряжением в классической системе, что позволяет увеличить зазор в свечах зажигания на 20 — 30 % относительно стандартного, в связи с чем происходит более полное сгорание топлива и связанные с ним повышение мощности и экономичности двигателя, уменьшение нагарообразования, снижение токсичности отработавших газов;

облегчается пуск холодного двигателя при низких температурах; снижается электрическая нагрузка на контакты прерывателя, и срок их службы определяется лишь механическим износом.

Применение конденсаторных систем зажигания, кроме того, обеспечивает дополнительные преимущества:

более высокая крутизна фронта импульса высокого напряжения делает систему малочувствительной к загрязнению свечей, что позволяет уменьшать трудоемкость обслуживания; срок службы свечей увеличивается; разгружается катушка зажигания (средний ток через ее первичную обмотку уменьшается почти в 10 раз);

конденсаторные системы зажигания более экономичны, чем транзисторные и классические.

Основными характеристиками электронных систем зажигания являются минимальное рабочее напряжение, напряжение, подводимое к первичной обмотке катушки зажигания (только для конденсаторных систем), энергия и длительность искрового разряда.

Минимальное рабочее напряжение — это минимальное напряжение питания, при котором система еще работоспособна. Чем оно меньше, тем лучше, поскольку при пуске холодного двигателя в зимнее время года напряжение аккумулятора может уменьшиться во время работы стартера до 7 — 7,6 В.

Напряжение, подводимое к первичной обмотке катушки зажигания, определяет напряжение искрообразования, с которым оно связано через коэффициент трансформации катушки. Для надежного искрообразования необходимо, чтобы напряжение, подводимое к первичной обмотке стандартной катушки зажигания, при всех условиях эксплуатации было не меньше 300 В. Вместе с тем оно не должно быть больше 400 В, так как в противном случае может произойти пробой изоляции элементов системы — катушки зажигания, крышки распределителя и т. п.

Длительность искрового разряда, характеризующая при прочих равных условиях его энергию, существенно влияет на процессы воспламенения и горения топливной смеси при работе и пуске как холодного, так и горячего двигателя, а следовательно, и на его эксплуатационные характеристики. Допустимыми значениями следует считать 0,2 — 0,6 мс. При меньших значениях ухудшаются условия пуска двигателя, а при больших увеличивается эрозия электродов свечей и уменьшается их срок службы. Наиболее целесообразным является

установление различной длительности искрового разряда при пуске и после него.

Важными характеристиками системы зажигания являются также характеристики ее надежности: безотказность, ремонтпригодность и помехоустойчивость. Здесь следует отметить, что классическая система обладает пока большими безотказностью и особенно ремонтпригодностью, чем электронные системы.

Действительно, в классической системе всего несколько элементов, которые легко проверить даже без специальных измерительных приборов. Замена этих элементов не встречает затруднений. Например, состояние контактов прерывателя можно проверить просто внешним осмотром. Замена контактов в пути доступна любому водителю. Для ремонта же или проверки электронного блока требуется специальное оборудование и соответствующая квалификация.

Повысить надежность электронных систем зажигания можно путем резервирования, или снабжения их устройством быстрого переключения с электронной системы на классическую. Проще всего это сделать в конденсаторных системах, так как в них используется стандартная катушка зажигания.

Кроме того, электронные блоки систем зажигания обязательно должны иметь средства защиты от импульсных помех, достигающих в бортовой электросети автомобиля амплитуды более 100 В.

При принятии перечисленных мер повышения надежности преимущества электронных систем зажигания становятся бесспорными, что подтвердила долготелетняя практика. Следует ожидать, что в недалеком будущем электронные системы зажигания будут устанавливаться на подавляющее большинство автомобилей как штатное оборудование.

## Принципы построения транзисторных систем зажигания

Транзисторная система зажигания (рис. 1) состоит в основном из тех же элементов, что и классическая, и отличается от «ее» наличием транзистора  $V$ , резисторов  $R1$ ,  $R2$  и отсутствием конденсатора  $C$ , ранее шунтировавшего контакты прерывателя [2].

Работает система зажигания следующим образом. Когда контакты прерывателя  $Пр$  разомкнуты, транзистор  $V$  закрыт и ток в первичной обмотке катушки зажигания  $w1$  отсутствует. При замыкании контактов транзистор  $V$  открывается и через первичную обмотку катушки зажигания  $w1$  начинает протекать ток, нарастающий от нуля до некоторого значения, определяемое параметрами первичной цепи и временем, в течение которого контакты замкнуты. В сердечнике катушки накапливается электромагнитная энергия. При размыкании контактов прерывателя транзистор  $V$  закрывается и ток в первичной обмотке катушки зажигания резко уменьшается. При этом в ее вторичной обмотке  $w2$  возникает высокое напряжение, которое через обычный распределитель поступает к соответствующей свече зажигания.

Резистор  $R2$  служит для ограничения тока базы транзистора  $V$ , а резистор  $R1$  обеспечивает запираение транзистора, когда контакты прерывателя разомкнуты.

Особенностью такой системы является то, что в ней контакты прерывателя коммутируют только незначительный ток базы транзистора  $V$ , в то время как ток через первичную обмотку катушки зажигания коммутируется транзистором. При этом вторичное напряжение  $U_{2МАКС}$ , развиваемое катушкой зажигания, может быть значительно повышено, ибо увеличение тока разрыва  $I_p$  уже не ограничено электроэрозивной стойкостью контактов прерывателя, а зависит только от параметров транзистора.

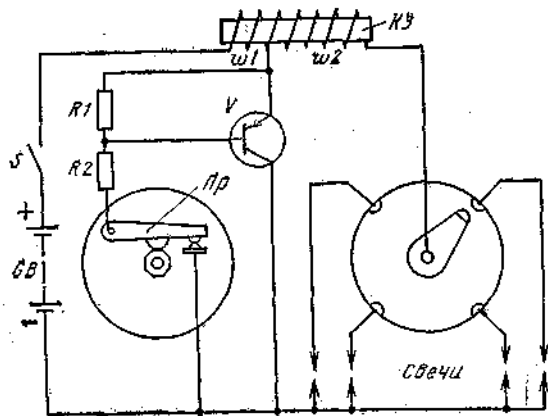


Рис. 1. Схема транзисторной системы зажигания

Однако следует иметь в виду, что преимущества транзисторной системы зажигания могут быть реализованы лишь при применении специальной катушки зажигания, имеющей низкоомную первичную обмотку с малой индуктивностью и большой коэффициент трансформации. В этом случае необходимые энергия искрообразования и вторичное напряжение достигаются соответствующим увеличением тока разрыва и коэффициента трансформации.

Необходимость в специальной катушке зажигания делает транзисторную систему малоприменимой для изготовления в любительских условиях. Применять же транзисторную систему зажигания с обычной катушкой

нецелесообразно, так как при этом, кроме увеличения срока службы контактов прерывателя, никаких преимуществ получить не удастся. Более того, в результате неизбежного падения напряжения на транзисторе общая энергия искрообразования уменьшится.

В случае же если автолюбителю удастся изготовить или приобрести специальную катушку зажигания (например, типа БГ14), ему придется иметь с собой еще и обычную катушку на случай выхода транзисторной системы из строя, так как специальную катушку подключать непосредственно к контактам прерывателя по классической схеме нельзя. К недостаткам транзисторной системы зажигания (со специальной катушкой) следует отнести также большую потребляемую мощность, что связано с необходимостью увеличения тока разрыва.

## Принципы построения конденсаторных (тиристорных) систем зажигания

В конденсаторных системах зажигания энергия искрообразования накапливается не в магнитном поле катушки зажигания, как это имеет место в классической или транзисторной системах, а в электрическом поле специального накопительного конденсатора, который в нужные моменты времени подключается к катушке зажигания. Конденсаторные системы зажигания подразделяются на системы с импульсным и непрерывным накоплением энергии.

В системах с импульсным накоплением энергии процессы заряда и разряда накопительного конденсатора разделены паузами, а в системах с непрерывным накоплением таких пауз нет.

Системы с импульсным накоплением позволяют простыми средствами стабилизировать напряжение заряда накопительного конденсатора, т. е. сделать его независимым от изменений напряжения питания и других дестабилизирующих факторов. Однако при малой пусковой частоте вращения вала двигателя в этих системах вследствие увеличения времени паузы накопительный конденсатор к моменту искрообразования успевает несколько разрядиться, и напряжение искрообразования уменьшается. Это налагает жесткие требования на значения токов утечки в элементах вторичной цепи — тиристоре, накопительном конденсаторе, выпрямительном диоде — и является недостатком систем с импульсным накоплением.

Системы с непрерывным накоплением энергии свободны от указанного недостатка. Эти системы практически нечувствительны к утечкам в элементах вторичной цепи и обеспечивают независимость напряжения искрообразования от частоты вращения вала двигателя.

На рис. 2 приведена принципиальная схема конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии.

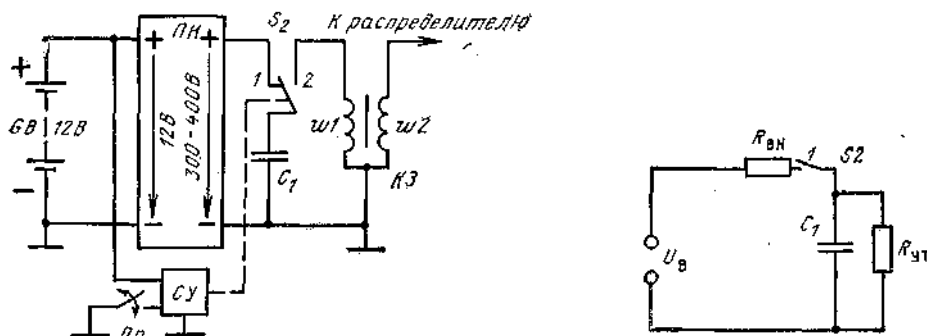


Рис. 2. Схема конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии

Рис. 3. Схема замещения конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для этапа 1

Как видно, новыми элементами по сравнению с классической системой зажигания являются преобразователь напряжения ПН, накопительный конденсатор  $C_1$ , коммутатор  $S_2$  и схема управления СУ.

Преобразователь преобразует напряжение аккумуляторной батареи 12 В в высокое 350 В. В накопительном конденсаторе накапливается энергия искрообразования. Коммутатор подключает накопительный конденсатор то к выходу преобразователя, то к первичной обмотке катушки зажигания. Схема управления управляет работой коммутатора. Назначение остальных элементов то же, что и в классической системе зажигания.

Система зажигания работает следующим образом. При вращении вала двигателя контакты прерывателя Пр попеременно размыкаются и замыкаются. При замыкании контактов сигнал от схемы управления устанавливает коммутатор  $S_2$  в положение 1. На выходе преобразователя имеется высокое напряжение 350 В, до которого заряжается накопительный конденсатор.

В момент размыкания контактов прерывателя схема управления вырабатывает сигнал, который переключает коммутатор в положение 2. Заряженный до высокого напряжения 350 В накопительный конденсатор подключается к первичной обмотке  $w_1$  катушки зажигания КЗ. В контуре, образованном конденсатором  $C_1$  и первичной обмоткой катушки зажигания, возникают затухающие синусоидальные колебания, амплитуда

напряжения первой полуволны которых близка к напряжению заряда накопительного конденсатора. При этом во вторичной обмотке  $w_2$  катушки зажигания индуцируется высокое напряжение, достигающее 20 — 30 кВ.

Рассмотрим подробнее основные этапы работы системы: заряд накопительного конденсатора после переключения коммутатора в положение 1 (этап 1) и процессы, происходящие после размыкания контактов прерывателя и переключения коммутатора в положение 2 (этап 2).

*Этап 1.* Согласно схеме замещения (рис. 3) цепь, состоящая из накопительного конденсатора  $C_1$ , резистора  $R_{BU}$ , сопротивление которого равно внутреннему сопротивлению преобразователя, и резистора  $r_{ут}$ , сопротивление которого равно результирующему сопротивлению утечки во вторичной цепи, с помощью коммутатора  $S_2$  подключается к источнику постоянного напряжения  $U_B$ , которым является преобразователь.

Напряжение на конденсаторе возрастает по экспоненциальному закону

$$U_{C1} = U_B \frac{R_{ут}}{R_{вн} + R_{ут}} (1 - e^{-t/\tau}), \quad (1)$$

где  $\tau = \frac{R_{ут} R_{вн}}{R_{ут} + R_{вн}} C_1$  — постоянная времени цепи заряда конденсатора.

Как правило,  $R_{ут} > R_{вн}$  (в противном случае, как будет показано ниже, система вообще не работоспособна), и напряжение на накопительном конденсаторе через время  $t=3\tau=3R_{вн}C_1$  практически достигает установившегося значения  $U_K$ .

Энергия, запасенная в электрическом поле конденсатора, при этом равна

$$W_{C1} = \frac{C_1 U_B^2}{2}. \quad (2)$$

Необходимым условием нормальной работы системы является полный заряд конденсатора  $C_1$  до напряжения  $U_n$  за время между двумя искрами при максимальной частоте вращения вала двигателя.

Учитывая, что конденсатор в схеме рис. 2 начинает заряжаться лишь после замыкания контактов прерывателя, и считая скажность работы прерывателя равной 2, это условие для четырехтактного двигателя будет иметь вид:

$$\tau = R_{вн} C_1 \leq \frac{20}{N_{ц} n_{макс}}, \quad (3)$$

где  $N_{ц}$  — число цилиндров двигателя;  $n_{макс}$  — максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин. Для двухтактного двигателя числитель правой части (3) должен быть равен 10.

Так, если емкость накопительного конденсатора  $C_1 = 1$  мкФ, двигатель четырехтактный четырехцилиндровый, имеющий максимальную частоту вращения коленчатого вала  $n_{макс} = 6000$  об/мин, то  $\tau < 0,83$  мс, и внутреннее сопротивление преобразователя не должно превышать

$$R_{вн} = \frac{\tau}{C_1} = \frac{0,83 \cdot 10^{-3} \text{ с}}{10^{-6} \text{ Ф}} = 830 \text{ Ом}.$$

Рассмотрим подробнее влияние сопротивления утечки  $R_{ут}$  на работу системы. Сопротивление утечки в основном определяется током утечки тиристора, используемого в качестве коммутатора. Максимальное значение тока утечки имеют тиристоры типа КУ202М (Н): до 10 мА при напряжении 400 В. Сопротивление утечки в этом случае

$$R_{ут} = \frac{400 \text{ В}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 40 \text{ кОм}.$$

Таким образом, условие  $R_{ут} > R_{вн}$  выполняется даже и в этом крайнем случае, и, следовательно, влиянием сопротивления утечки в системах с непрерывным накоплением энергии можно пренебречь. Тем более что в действительности ток утечки у подавляющего большинства тиристоров этого типа не превышает 0,2 — 0,3 мА.

В случае же, если сопротивление утечки по каким-либо причинам станет соизмеримым с внутренним сопротивлением преобразователя, то напряжение заряда накопительного конденсатора резко уменьшится [см. (1)] и система станет неработоспособной. Энергия преобразователя будет в основном расходоваться в паразитных цепях утечки.

На практике выполнение неравенства (3) не встречает затруднений. Задавшись определенной энергией  $W_c$  и выбрав значение выходного напряжения преобразователя  $U_B$ , из выражения (2) определяют емкость накопительного конденсатора. Внутреннее сопротивление преобразователя  $R_{вн}$  определяется его мощностью. Чем больше мощность преобразователя, тем меньше его внутреннее сопротивление.

Применяя достаточно мощный преобразователь, можно добиться того, чтобы энергия  $W_c$ , а значит, и вторичное напряжение, были постоянными вплоть до самой высокой частоты вращения коленчатого вала двигателя. Что же касается малой частоты вращения, то очевидно, что если накопительный конденсатор успел зарядиться до напряжения  $U_B$  при максимальной частоте вращения, он тем более успеет зарядиться до этого напряжения при малой частоте вращения коленчатого вала.

*Этап 2.* На рис. 4 дана упрощенная схема замещения для второго этапа рабочего процесса. При ее составлении и анализе приняты следующие допущения: гальваническая связь между обмотками катушки зажигания устранена, искровой контакт распределителя заменен скользящим, распределенные емкости

вторичной цепи заменены одной сосредоточенной емкостью  $C_1$ , активные сопротивления обмоток катушки зажигания равны нулю, коэффициент связи между обмотками равен единице, шунтирование вторичной цепи отсутствует.

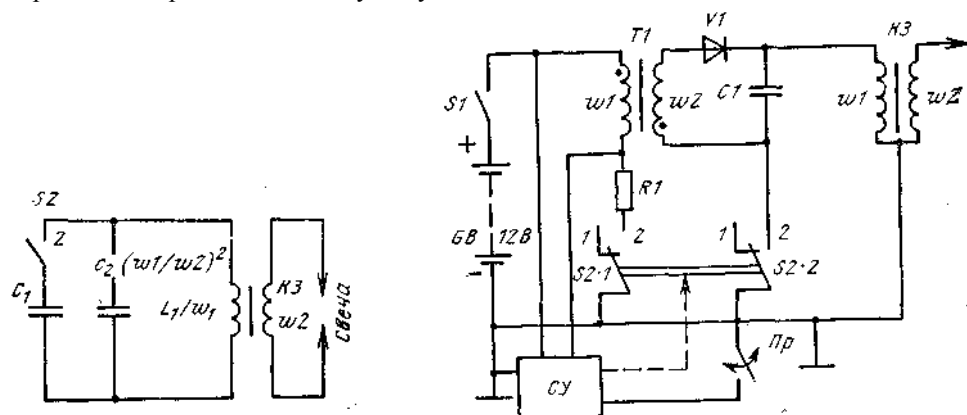


Рис. 4. Схема замещения конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для этапа 2

Рис. 5. Схема конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии

Согласно схеме замещения после размыкания контактов прерывателя и переключения коммутатора  $S_2$  в положение 2 в первичной цепи образуется колебательный контур, состоящий из индуктивности  $L_1$  первичной обмотки  $w_1$  катушки зажигания и суммы емкостей накопительного конденсатора  $C_1$  и вторичной цепи  $C_2(w_2/w_1)^2$ , приведенной к первичной. Поскольку до коммутации конденсатор  $C_1$  был заряжен, после нее в первичном контуре возникают собственные затухающие колебания, частота которых (без учета процессов во вторичной цепи)

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1[C_1 + C_2(w_2/w_1)^2]}} \quad (4)$$

Вследствие того что в момент коммутации параллельно накопительному конденсатору подключается емкость  $C_2(w_2/w_1)^2$ , напряжение на накопительном конденсаторе уменьшается, и максимум первичного напряжения, определенный из условий сохранения заряда, будет равен

$$U_{1\text{ макс}} = U_0 \frac{C_1}{C_1 + C_2(w_2/w_1)^2}$$

Очевидно, что если  $U_{1\text{ макс}}$  является максимумом первичного напряжения, то максимум вторичного напряжения определится выражением:

$$U_{2\text{ макс}} = U_{1\text{ макс}} \frac{w_2}{w_1} = U_0 \frac{w_2}{w_1} \frac{C_1}{C_1 + C_2(w_2/w_1)^2} \quad (5)$$

Из этого выражения следует, что, выбрав соответствующим образом емкость накопительного конденсатора  $C_1$  так, чтобы  $C_1 > C_2(w_2/w_1)^2$ , можно добиться малой зависимости вторичного напряжения  $U_{2\text{ макс}}$  от значения емкости  $C_2$ , что принципиально невозможно в классической системе зажигания.

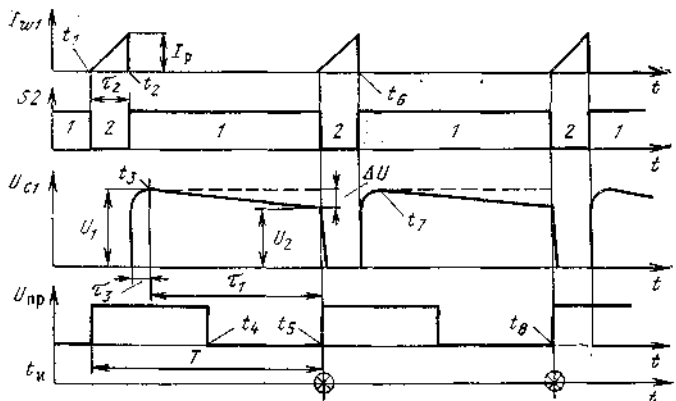
Кроме того, в конденсаторной системе зажигания максимум вторичного напряжения мало зависит от значения сопротивления, шунтирующего вторичную цепь. Практика подтверждает, что конденсаторная система зажигания сохраняет работоспособность при низких значениях шунтирующего сопротивления, вплоть до 100 кОм. Это существенно снижает требования к уходу за свечами зажигания (их чистке, регулировке зазора и т. п.). Срок использования свечей может быть значительно увеличен, поскольку свечи, которые уже нельзя использовать в классической системе зажигания, могут удовлетворительно работать в конденсаторной системе.

Это связано с тем, что в качестве коммутатора в конденсаторной системе зажигания обычно применяют тиристоры, время переключения которых, определяющее длительность фронта первичного напряжения, всего несколько микросекунд. Конечно, длительность фронта вторичного напряжения зависит, кроме того, от параметров катушки зажигания. Однако даже при применении катушек от классической системы зажигания фронт импульса вторичного напряжения в конденсаторной системе получается значительно круче, чем в классической.

Очевидно, что потери энергии при конкретных значениях шунтирующего сопротивления и вторичного напряжения пропорциональны времени действия этого напряжения. Поэтому при крутом фронте потери за время, пока напряжение достигнет максимума, будут меньше, чем при пологом фронте. Этим и объясняется малая зависимость  $U_{2\text{ макс}}$  в конденсаторной системе зажигания от сопротивления, шунтирующего вторичную цепь.

В системах с импульсным накоплением энергии накопительный конденсатор заряжается одним мощным импульсом сразу же после окончания искрового разряда в свече зажигания. На рис. 5 приведена

принципиальная схема конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии, а на рис. 8 временные диаграммы ее работы. Система работает следующим образом. В исходном состоянии ключи S2.1 и S2.2 разомкнуты, поэтому после включения питания выключателем S1 ток по цепям системы не протекает, и накопительный конденсатор C1 разряжен. В момент размыкания контактов прерывателя ( $t_i$ , рис. 6) по сигналу от схемы управления СУ ключи S2.1 и S2.2 замыкаются и через обмотку w1 трансформатора T1 и резистор R1 начинает протекать линейно-нарастающий ток. В магнитном поле трансформатора накапливается энергия.



**Рис. 6. Временные диаграммы работы конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии: S2 — положение переключателя S2,  $T_{ж}$  — моменты искрообразования**

По мере увеличения тока в обмотке w1 увеличивается падение напряжения на резисторе R1. Это напряжение поступает на вход схемы управления и, когда ток достигает заданного значения  $I_p$ , ключи S2.1 и S2.2 по сигналу от схемы управления размыкаются. Ток в обмотке w1 прекращается ( $t_i$ , рис. 6). Энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора T1, равная  $L_1 I_p^2 / 2$ , где  $L_1$  — индуктивность обмотки w1 трансформатора T1, создает в его обмотках импульсы напряжения. Положительный импульс с конца обмотки w2 (начала обмоток на рис. 5 обозначены точками) проходит через диод VI и заряжает накопительный конденсатор C1 до высокого напряжения 350 В ( $t_3$ , рис. 6). Диод VI пре-дотвращает разряд конденсатора C1 через обмотку w2 после окончания действия импульса.

Если считать, что энергия магнитного поля трансформатора T1 преобразуется в энергию электрического поля конденсатора C1 с коэффициентом полезного действия ( $\eta$ ), то можно написать

$$\eta L_1 I_p^2 = C_1 U_{C1}^2,$$

откуда напряжение заряда накопительного конденсатора определится выражением

$$U_{C1} = I_p \sqrt{\frac{\eta L_1}{C_1}}.$$

(6)

Как видно из этого выражения, напряжение заряда накопительного конденсатора от напряжения питания не зависит и при постоянных значениях  $\eta$ ,  $L_1$  и  $C_1$  определяется лишь током разрыва  $I_p$ .

Указанное свойство системы позволяет относительно простыми средствами получить стабилизированное вторичное напряжение. Для этого необходимо иметь схему управления со стабильным порогом срабатывания. Практическая реализация такой схемы не встречает затруднений.

В момент  $t_k$  контакты прерывателя замыкаются, что не оказывает влияния на работу системы.

В момент  $T_s$  контакты прерывателя снова размыкаются, а ключи S2.1 и S2.2 замыкаются. Ключ S2.1 подключает обмотку w1 трансформатора T1 к источнику питания и через нее снова начинает протекать линейно-нарастающий ток. Ключ S2.2 подключает заряженный до напряжения 350 В накопительный конденсатор к первичной обмотке w1 катушки зажигания K3. Во вторичной обмотке w2 катушки индуцируется высокое напряжение, которое через распределитель поступает к свечам зажигания. Затем описанные процессы повторяются. В момент  $T_b$  ток в обмотке w1 трансформатора достигает заданного значения  $I_p$ , в момент  $U$  накопительный конденсатор снова заряжается. В момент  $U$  контакты прерывателя размыкаются и в свече зажигания происходит искровой разряд.

Между моментами окончания заряда накопительного конденсатора ( $T_3$ ,  $U$ , рис. 6) и моментами, когда конденсатор подключается к катушке зажигания ( $t_5$ ,  $t_8$ ) проходит интервал времени  $t_1$ . В течение этого времени накопительный конденсатор разряжается через обратные сопротивления диода VI, ключа S2.2 (обычно тиристора) и свое собственное сопротивление изоляции, и напряжение на нем к моменту искрообразования уменьшается на  $\Delta U$ . На рис. 6 пунктирной линией показан идеальный случай, когда утечек нет.

Чем ниже частота искрообразования и, следовательно, больше период  $T$  и интервал  $t_1$  тем больше разрядится накопительный конденсатор и тем ниже будет напряжение искрообразования. При значительном токе утечки может случиться, что вторичное напряжение при малых пусковых частотах вращения вала двигателя упадет настолько, что окажется недостаточным для пробоя искрового промежутка свечи зажигания.

Определим допустимый ток утечки во вторичной цепи системы с импульсным накоплением энергии, при котором система остается работоспособной при самых малых пусковых частотах вращения вала двигателя, для

которых

Количество электричества, первоначально запасенное в накопительном конденсаторе  $C_1$ ,  $Q_1 = C_1 U_1$ , где  $C_1$  — емкость накопительного конденсатора;  $U_1$  — первоначальное напряжение его заряда. Суммарный ток утечки во вторичной цепи обозначим  $I_{yT}$ . Тогда количество электричества, потерянное накопительным конденсатором за время  $t_1 = T$ , будет равно:  $AQ = I_{yT} T = I_{yT} / F$ , где  $F$  — частота искрообразования.

Количество электричества, оставшееся в накопительном конденсаторе к моменту искрообразования, определим выражением  $Q_2 = Q_1 - AQ = C_1 U_1 - I_{yT} / F$ , а напряжение  $U_2$  на накопительном конденсаторе, соответствующее этому количеству электричества, определится как  $U_2 = Q_2 / C_1 = U_1 - I_{yT} / (FC_1)$ , и, следовательно, уменьшение напряжения к моменту искрообразования будет равно  $\Delta U = I_{yT} / (FC_1)$ .

Окончательное выражение для определения допустимого суммарного тока утечки  $I_{yT}$ , мА, для четырехтактного четырехцилиндрового двигателя будет иметь вид

$$I_{yT} \leq n C_1 U_1 \gamma / 3, \quad (7)$$

где  $n$  — частота вращения вала двигателя, об/мин;  $\gamma = 100 \Delta U / U_1$  — допустимое уменьшение напряжения искрообразования при частоте  $n$ , %;  $U_1$  — первоначальное напряжение заряда накопительного конденсатора, В;  $C_1$  — емкость накопительного конденсатора, Ф.

В качестве примера определим допустимое значение тока утечки для следующего практического случая: минимальная пусковая частота вращения вала двигателя  $n = 150$  об/мин; емкость накопительного конденсатора  $C_1 = 1$  мкФ; первоначальное напряжение на накопительном конденсаторе  $U_1 = 350$  В, а допустимое его уменьшение  $\gamma = 15\%$  ( $\Delta U = 52$  В):

$$I_{yT} \leq 150 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 15 / 3 = 0,26 \text{ мА}.$$

Как было указано выше, ток утечки тиристора типа КУ202М (Н) согласно его техническим условиям может достигать 10 мА, и несмотря на это такой тиристор работоспособен в системе с непрерывным накоплением энергии. Для системы же с импульсным накоплением такой тиристор непригоден. Даже если ток утечки тиристора будет равен 1 мА, то напряжение искрообразования при пусковой частоте вращения вала двигателя  $n = 150$  об/мин уменьшится на 57%, т. е. к первичной обмотке катушки зажигания будет подводиться не 350 В, а всего 150 В, и система будет неработоспособна.

В связи с этим тиристоры для систем с импульсным накоплением энергии необходимо специально отбирать по току утечки. На практике, правда, это не встречает затруднений, так как у подавляющего большинства тиристоров ток утечки составляет 0,2 — 0,3 мА.

Как и в системе с непрерывным накоплением энергии, в данном случае необходимым условием нормальной работы системы является также полный заряд накопительного конденсатора к моменту искрообразования при максимальной частоте вращения вала двигателя.

Из рис. 6 видно, что время заряда накопительного конденсатора складывается из двух фаз — времени  $t_2$  нарастания тока в обмотке  $w_1$  трансформатора Т1 и времени  $t_3$  непосредственного заряда конденсатора после разрыва «ока». Ввиду того что нарастание тока в обмотке  $w_1$  начинается одновременно с размыканием контактов прерывателя, условие нормальной работы системы с импульсным накоплением для четырехтактного двигателя будет иметь вид

$$t_2 + t_3 \leq \frac{120}{N_n n_{\text{макс}}}, \quad (8)$$

где  $N_n$  — число цилиндров;  $n_{\text{макс}}$  — максимальная частота вращения вала двигателя.

Сравнение этого условия с (3) показывает, что оно менее жесткое, в я практике его выполнение не встречает затруднений.

Процессы, происходящие в момент размыкания контактов прерывателя переключения коммутатора в положение 2, в системе с импульсным накоплением энергии не отличаются от аналогичных процессов в системе с непрерывным накоплением.

## Конденсаторная система зажигания с импульсным накоплением энергии

Конденсаторная система зажигания с импульсным накоплением энергии обеспечивает получение стабилизированного напряжения на первичной обмотке катушки зажигания в пределах  $360 \pm 5$  В при изменении напряжения питания от 6,5 до 15 В и температуры от  $-40$  до  $+70^\circ \text{C}$ . Ток, потребляемый системой, зависит от частоты вращения вала двигателя и изменяется от 0,3 А при 600 об/мин до 1,9 А при 6000 об/мин четырехтактного четырехцилиндрового двигателя (частоты искрообразования соответственно 20 и 200 Гц). Длительность искревого разряда 0,4 — 0,5 мс в зависимости от зазора в свече зажигания. Энергия искрообразования, выделяемая в свече зажигания, не менее 10 мДж.

Система отличается рядом новых схемотехнических решений, направленных на устранение недостатков ранее разработанных систем.

Основным недостатком конденсаторных систем зажигания ранних разработок являлась их низкая помехоустойчивость. Машина с электронной системой зажигания вдруг начинала дергаться, например, при включении звукового сигнала, электродвигателя епрыскивателя стекол и т. п. Иногда двигатель удавалось



запустить лишь после выключения стартера, когда вал двигателя еще продолжал вращаться ао инерции, но электрическая цепь стартера уже размыкалась. И наконец, наблюдались совершенно непонятные выходы из строя транзисторов и других полупроводниковых элементов, находившихся в допустимых электрических режимах,

Причиной этих неприятностей были импульсные помехи, всегда имеющиеся в бортовой электросети автомобиля. Источниками этих помех могут быть индуктивные и коммутационные элементы, электродвигатели, вибрационные приборы, а также регулятор напряжения и генератор. От состояния этих приборов, а также от состояния аккумулятора, электропроводки и контактных соединений зависит амплитуда помех, которая может превышать 100 В! Длительность помех обычно не превышает долей миллисекунды.

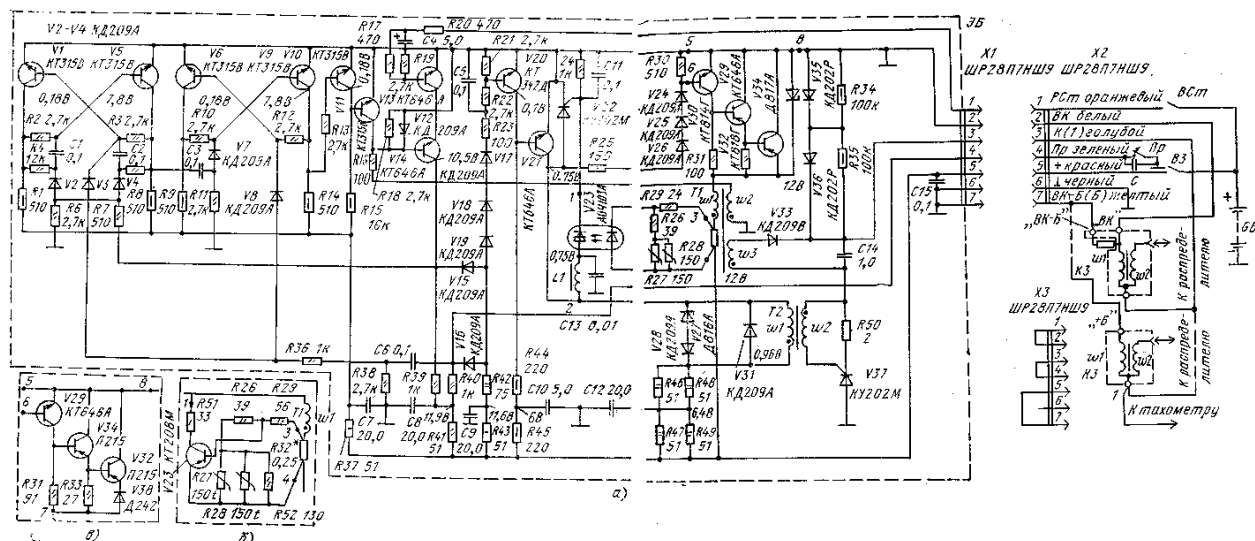
Импульсные помехи воздействуют на приборы электронных систем зажигания и могут вызывать нарушения их нормальной работы (сбои), например несвоевременное переключение триггеров, тиристоров и т. п., а также отказа элементов.

В описываемой системе указанный недостаток устранен. Все слаботочные цепи защищены RC-фильтрами, а измерительная цепь (цепь стабилизации) развязана от источника питания с помощью тиристорного оптрона. Это позволило обеспечить работоспособность системы в условиях воздействия на нее по цепям питания импульсных помех с амплитудой до 120 В.

Новым в системе является также режим трехкратного искрообразования во время пуска двигателя стартером (не многократного, как, например, в системах «Старт», «Искра-3», БЭСЗ-1 [5], а именно трехкратного).

Дело в том, что режим многократного искрообразования, т. е. такой режим, при котвром искрвобразование првделжается в течение всего времени, пока кютакты прерывателя разомкнуты, иногда не только ие облегчает, но, наоборот, затрудняет пуск двигателя, останавливая вращение его вала. Если зазвр в прерывателе велик или вал кулачка имеет люфт, в связи с чем говорить о каком-либо определенном зазоре вообще нельзя, те искрообразование в системе продолжается и тогда, когда ротор распределителя повернется на 45° или даже больше относительно момента начала размыкания контактов прерывателя. Вследствие этого искровой разряд возникает не только в основном, но и в следующем по ходу вращения ротора цилиндре, в котором в это время только что начался такт сжатия. При этом наблюдаются «обратные удары», останавливающие вращение вала двигателя.

Это создает серьезные эксплуатационные неудобства. Во-первых, выдвигается дополнительное требование об уменьшении зазора в прерывателе относительно рекомендуемого заводом-изготовителем автомобиля, а во-вторых, систему нельзя применять на изношенных двигателях, где обычно люфт вала распределителя велик и где именно эта система особенно нужна.



**Рис. 7. Электрическая схема конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии:**

**а - с тиристорным оптроном, б — с заменой оптрона транзистором, в — с германиевыми транзисторами в силовом ключе**

В описываемой конструкции указанный недостаток устранен. В режиме пуска стартером система обеспечивает три искры после каждого размыкания контактов прерывателя. Искрообразование заканчивается задолго до того, как ротор повернется на 45°. Для облегчения же пуска двигателя, как показала практика, трехкратное искрообразование ничуть не хуже многократного.

В системе предусмотрено удобное переключение на классическую и обратно посредством разема-заглушки.

Электрическая принципиальная схема приведена на рис. 7. Система состоит из электронного блока ЭБ и разъемов X2, X3 устройства переключения с электронного зажигания на обычное, а также штатных элементов — катушки зажигания КЗ, выключателя зажигания ВЗ, выключателя стартера ВСт, аккумулятора GB и

прерывателя Пр. Электронный блок имеет следующие основные узлы:

преобразователь напряжения бортсети в высокое напряжение заряда накопительного конденсатора, содержащий силовой транзисторный ключ на транзисторах V29, V30, V32 и диодах V24, V25, V26, тиристор V22, трансформатор T1, выпрямитель V33, накопительный конденсатор C14 и устройство стабилизации на оптроне V23;

коммутатор на тиристоре V37 и трансформаторе T2, подключающий заряженный накопительный конденсатор C14 к первичной обмотке w1 катушки зажигания K3 в момент размыкания контактов прерывателя;

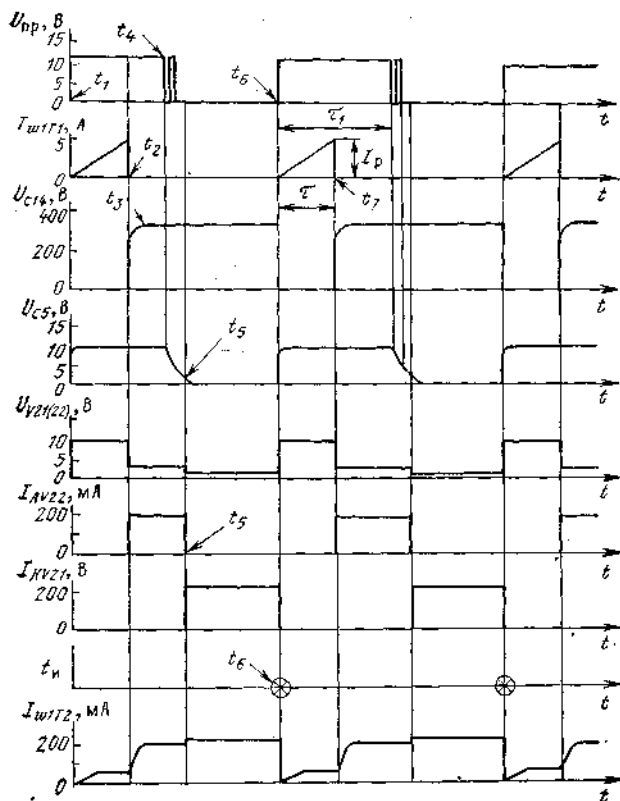
разрядные диоды V35, V36, обеспечивающие полное использование энергии накопительного конденсатора для искрообразования; каскад антидребезга на транзисторах V20, V21;

каскад трехкратного искрообразования при пуске двигателя, состоящий из двух триггеров на транзисторах VI, V5 и V6, V9 и четырех транзисторных ключей — V10, VII, V13, V14.

Система работает следующим образом.

Допустим, что контакты прерывателя Пр и выключателя ВСт разомкнуты (каскад трехкратного искрообразования выключен). Тогда после включения питания выключателем зажигания ВЗ открывается транзистор V20 ( $t_{\pm}$ , рис. 8), базовый ток которого протекает через резисторы R43, R42, диоды VI9, VI8, V17 и резисторы R23, R22. Конденсатор C5 заряжается почти до полного напряжения питания. Открытый транзистор V20 шунтирует базу транзистора V21, вследствие чего последний закрыт. Тиристор V22 в это время выключен, так как выключен тиристор оптрона V23.

Силовой транзисторный ключ открывается током, протекающим через резисторы R46 — R49, обмотку w1 трансформатора T2, резистор R25 и диоды V26, V25, V24. Ток коллектора транзистора V29 протекает через переход база — эмиттер транзистора V30, который открывается, открывая в свою очередь транзистор V32. Через первичную обмотку w1 трансформатора T1 и резистор R32 протекает линейно-нарастающий ток. По мере увеличения этого тока увеличивается падение напряжения на резисторе R32 и ток через светодиод оптрона V23. При токе через светодиод 10 — 20 мА тиристор оптрона переключается и подключает управляющий электрод тиристора V22 через обмотку дросселя L1, диод V31 и резисторы R46 — JR49 к плюсу источника питания.



**Рис. 8. Временные диаграммы работы конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии**

Тиристор V22 переключается ( $T_2$  на рис. 8) и шунтирует базу транзистора V29. При этом ток анода тиристора V22 сначала протекает через диод V31, а затем через обмотку w1 трансформатора T2. В магнитном поле трансформатора T2 накапливается энергия, которая в дальнейшем используется для управления коммутирующим тиристором V37. Транзисторы V29, V30, V32 закрываются, и ток в первичной обмотке w1 трансформатора T1 прекращается. Энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора T1, создает в его обмотках импульсы напряжения. Положительный импульс с конца обмотки w3 проходит через диод V33 и

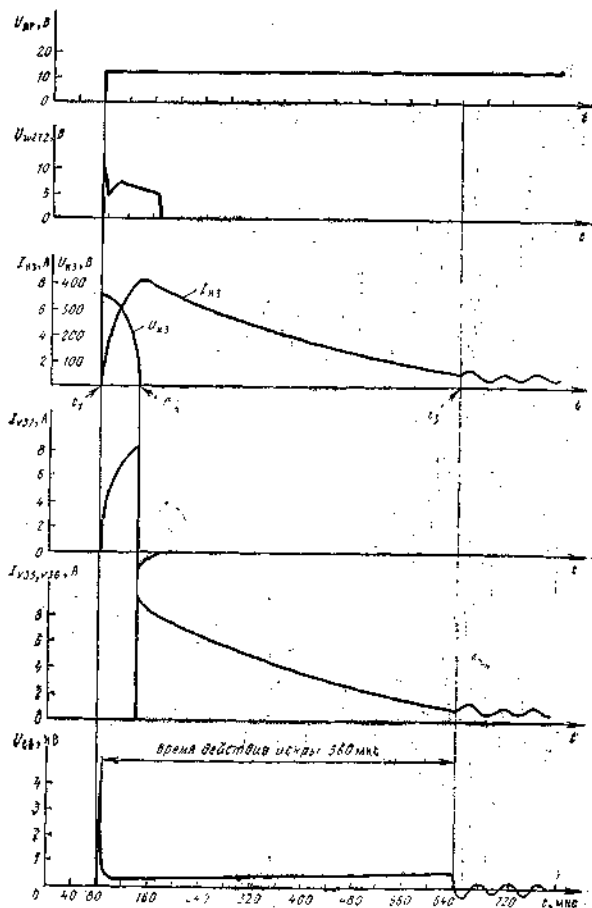
заряжает накопительный конденсатор С14 до напряжения 350 — 360 В (Т<sub>3</sub>, рис. 3).

После замыкания контактов прерывателя (*t<sub>i</sub>*, рис. 8) базовая цепь транзистора V20 шунтируется через диод V16. Однако транзистор V20 еще некоторое время остается открытым, пока не разрядится конденсатор С5. В момент Т» транзистор V20 закрывается, а транзистор V21 открывается, выключая тиристор V22. Однако ток через обмотку w1 трансформатора Т2 не прекращается. Теперь он протекает через транзистор V21.

Задержка открывания транзистора V21 примерно на 0,4 мс после замыкания контактов прерывателя необходима для устранения влияния дребезга контактов прерывателя на работу системы. На рис. 8 дребезг контактов показан в виде одного короткого импульса, следующего сразу же после замыкания контактов (в действительности таких импульсов бывает несколько).

В момент размыкания контактов прерывателя (Т<sub>в</sub> на рис. 8) транзистор V20 открывается, а транзистор V21 закрывается. Ток в обмотке w1 трансформатора Т2 резко уменьшается, протекая теперь через резистор R25, диоды V26, V25, V24 и переход база — эмиттер транзистора V29. Во вторичной обмотке w2 трансформатора Т2 возникает положительный импульс, который поступает на управляющий электрод коммутирующего тиристора V37. Последний переключается и подключает первичную обмотку w1 катушки зажигания К3 к заряженному до напряжения 350 — 360 В накопительному конденсатору С14. Напряжение на вторичной обмотке w2 катушки зажигания в течение нескольких микросекунд достигает напряжения пробоя искрового промежутка свечи зажигания (8 — 10 кВ), и между электродами свечи возникает искровой разряд (*t<sub>i</sub>*, рис. 9).

Первичная обмотка w1 катушки зажигания и накопительный конденсатор С14, соединенные между собой через переключившийся тиристор V37, образуют колебательный контур, в котором возникают затухающие колебания. Ток в этом контуре отстает от напряжения на первичной обмотке катушки зажигания на 90°. Через четверть периода (примерно через 60 мкс) напряжение на первичной обмотке катушки зажигания становится равным нулю (*h*, рис. 9) и затем меняет свой знак. Тиристор V37 выключается, разрывая колебательный контур.



**Рис. 9. Временные диаграммы работы конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии в момент искрообразования**

Однако ток в первичной обмотке катушки зажигания продолжает протекать в первоначальном направлении через диоды V35, V36, и искровой разряд во вторичной цепи продолжается до тех пор, пока почти вся энергия, запасенная в магнитном поле катушки зажигания, не будет израсходована (*t<sub>3</sub>*, рис. 9). Благодаря диодам V35, V36 длительность искрового разряда увеличивается почти в 3 раза, что существенно увеличивает его энергию. Это обстоятельство положительно влияет на работу двигателя, уменьшая токсичность отработавших газов и облегчая пуск горячего двигателя.

Одновременно с возникновением искры в свече зажигания при размыкании контактов прерывателя (*t<sub>3</sub>*, рис. 8) через первичную обмотку w1 трансформатора Т1 снова начинает протекать линейно нарастающий ток, и,

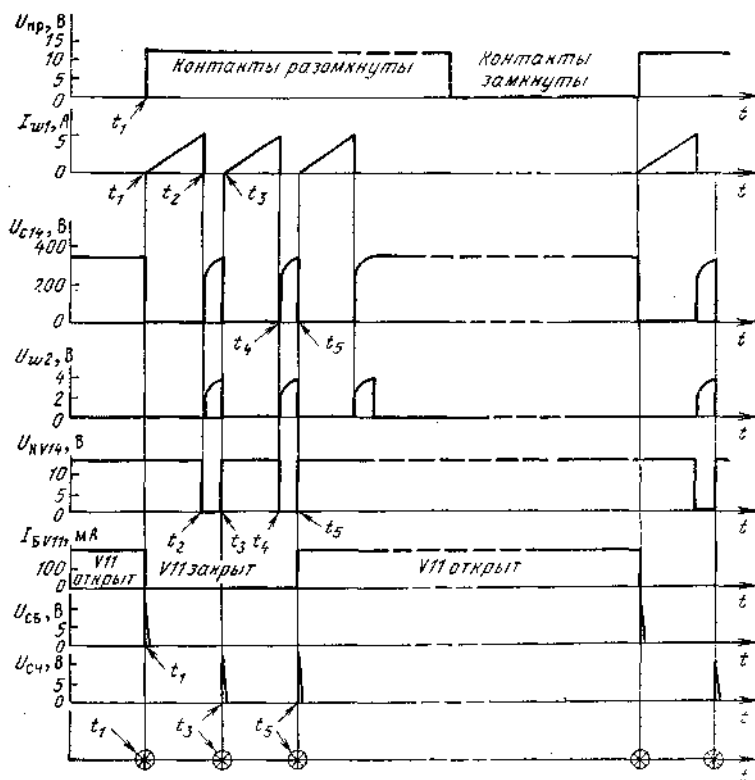
когда он достигает заданного значения ( $T_7$ , рис. 8), силовой транзисторный ключ размыкается и накопительный конденсатор  $C_{14}$  снова заряжается до напряжения 350 — 360 В, т. е. повторяются процессы, имевшие место после включения питания.

При включении выключателя РСт плюс источника питания через низкочастотный фильтр  $R_{20}$ ,  $C_4$  и резистор  $R_{17}$  поступает к базе транзистора  $V_{13}$ , который открывается, и система начинает работать в режиме трехкратного искрообразования. В момент первого размыкания контактов прерывателя положительный импульс «сброса», сформированный дифференцирующей цепью  $C_6$ ,  $R_{38}$ , через резистор  $R_{36}$  и диоды  $V_3$ ,  $V_8$  открывает левые по схеме транзисторы обоих триггеров ( $V_6$ ,  $V_6$ ), устанавливая их в строго определенные состояния, которые условно назовем первыми. Транзисторы  $V_6$ ,  $V_6$  при этом открыты, а  $V_5$ ,  $V_9$  закрыты. Транзистор  $V_{10}$  открыт по цепи  $R_{14}$ ,  $R_{13}$ , а транзистор  $V_{11}$  закрыт.

Как и при работе в режиме однократного искрообразования, искра в свече возникает при размыкании контактов прерывателя ( $t_1$ , рис. 10), и одновременно в обмотке  $w_1$  трансформатора  $T_1$  начинает протекать линейно-нарастающий ток. В момент  $T_2$  ток, достигнув заданного значения, прекращается и происходит заряд накопительного конденсатора  $C_{14}$ . Однако в отличие от режима однократного искрообразования теперь в работу вступает транзистор  $V_{14}$ , ток через который в режиме однократного искрообразования не протекал, так как был закрыт транзистор  $V_{13}$ , включенный в его эмиттерную цепь.

В момент разрыва тока в обмотке  $w_1$  ( $t_2$ , рис. 10) положительный импульс напряжения длительностью примерно 1 мс с конца обмотки  $w_2$  через резистор  $R_{16}$  поступает на базу транзистора  $V_{14}$  и открывает его. В момент  $T_3$ , совпадающий с окончанием заряда накопительного конденсатора, импульс исчезает и транзистор  $V_{14}$  закрывается. Поскольку транзистор  $V_{14}$  через диод  $V_{15}$  подключен к той же точке схемы, к которой через диод  $V_{16}$  подключен прерыватель, запираение транзистора  $V_{14}$  эквивалентно размыканию контактов прерывателя, и, следовательно, в этот момент ( $t_3$ , рис. 10) в свече зажигания возникает вторая искра.

Положительный импульс, появляющийся на коллекторе транзистора  $V_{14}$  при его запираении, поступает через резистор  $R_7$  на счетный вход триггера на транзисторах  $V_6$ ,  $V_5$ , который переходит во второе устойчивое состояние: транзистор  $V_5$  открывается, а  $V_6$  закрывается. Состояние триггера на транзисторах  $V_6$ ,  $V_9$ , а также транзисторов  $V_{10}$ ,  $V_{11}$  не изменяется. Транзистор  $V_{10}$  остается открытым, а  $V_{11}$  — закрытым.



**Рис. 10. Временные диаграммы работы конденсаторной системы зажигания С импульсным накоплением энергии в режиме трехкратного искрообразования**

Так же как и при размыкании контактов прерывателя, при закрывании транзистора  $V_{14}$  в момент  $T_3$  в обмотке  $w_1$  трансформатора  $T_1$  начинает протекать линейно-нарастающий ток, после чего описанные процессы повторяются. В момент  $T_4$  транзистор  $V_{14}$  открывается, а в момент  $t_5$  снова закрывается. В свече зажигания возникает третья искра. На счетный вход триггера на транзисторах  $V_6$ ,  $V_5$  опять поступает положительный импульс (второй), и триггер переходит снова в первое устойчивое состояние: транзистор  $V_6$  открывается, а  $V_5$  закрывается. Положительный импульс с коллектора транзистора- $V_5$  дифференцируется цепью  $C_3R_{11}$  и через диод  $V_7$  поступает на базу транзистора  $V_9$ . Триггер на транзисторах  $V_6$ ,  $V_9$  переходит во второе устойчивое

состояние: транзистор V9 открывается, а V6 закрывается. При этом транзистор V10 закрывается, а транзистор VII открывается. Открытый транзистор VII шунтирует цепь базы транзистора V14, и он остается запертым независимо от сигнала, поступающего с обмотки w2 трансформатора T1. Режим трехкратного искрообразования прекращается.

Остановимся на назначении некоторых элементов схемы. Цепи R20C4, R37C7, R41C8, R43C9, R45C10, R47R49C12 образуют фильтры низких частот, защищающие элементы блока от импульсных помех в бортовой электросети.

Диоды V15, V16 осуществляют развязку прерывателя от выходного ключа каскада трехкратного искрообразования — транзистора V14, что необходимо для нормальной работы счетной схемы каскада. Диод V12 защищает базу транзистора V14 от напряжения отрицательной полярности, возникающего в обмотке w2 трансформатора T1 в момент включения силового транзисторного ключа.

Дроссель L1 и конденсатор C13 обеспечивают уменьшение скорости нарастания напряжения на аноде тиристора оптрона V23 до нормы технических условий —  $\dot{U} = 3 - 4$  В/мкс. При большей скорости тиристор оптрона может переключаться самопроизвольно, без подачи входного сигнала.

Терморезисторы R27, R28 обеспечивают компенсацию температурных характеристик оптрона V23 и других элементов схемы с целью стабилизации напряжения заряда накопительного конденсатора C14 при изменениях температуры окружающей среды.

Стабилитрон V27 ограничивает на уровне 22 В амплитуду положительного импульса в обмотке w1 трансформатора T2, возникающего в момент закрывания транзистора V21, предотвращая выход этого транзистора из строя. Диод V28 исключает протекание прямого тока через стабилитрон.

Диод V31 обеспечивает надежное включение тиристора V22, нейтрализуя влияние индуктивности обмотки w1 трансформатора T2, и ограничивает возникающий при этом отрицательный импульс на уровне 0,6 — 0,7 В.

В цепь базы транзистора V20 включены последовательно три диода V17 — V19, хотя принципиально можно было бы ограничиться и одним, исключаящим разряд конденсатора C5 через замкнутые контакты прерывателя. Дело в том, что при плохом электрическом контакте массы двигателя с массой кузова, что обычно бывает на старых автомобилях, а также в случае применения самодельных разъединителей массы, во время работы стартера между кузовом и двигателем появляется паразитная разность потенциалов, достигающая иногда 2 В, которая прикладывается плюсом к выводу блока Пр через замкнутые контакты прерывателя. В случае отсутствия диодов V17 — V19 транзистор V20 будет открыт и при замкнутых контактах прерывателя, что равносильно отказу системы зажигания. Двигатель запустить стартером было бы нельзя. Падение напряжения в диодах V17 — V19, равное примерно 2,3 В, нейтрализует эту разность потенциалов.

Диоды V24 — V26 обеспечивают надежную коммутацию тока силового транзисторного ключа. Падение напряжения на включенном тиристоре V22 может составить 2 В, поэтому без этих диодов транзистор V29 мог бы остаться открытым и после включения тиристора V22.

Стабилитрон V34 ограничивает амплитуду паразитного импульса, возникающего в обмотке w1 трансформатора T1 в момент запираания транзистора V32. Этот импульс появляется вследствие того, что время закрывания транзистора V32 типа КТ818Г (около 0,05 мкс) значительно меньше, чем постоянная времени трансформатора T1 (примерно 0,3 мкс). Поэтому в течение интервала времени, равного примерно 0,25 мкс, накопительный конденсатор C14 как бы еще не подключен и амплитуда импульса ограничивается лишь паразитной емкостью обмотки w1 и может достигнуть ПО — 120 В. Естественно, что если не принять специальных мер защиты, транзисторы силового ключа могут выйти из строя.

Следует отметить, что в случае применения транзистора V32 с меньшим быстродействием, например П210Ш, паразитный импульс не возникает и стабилитрон V34 не нужен. Однако германиевые транзисторы имеют меньшую разброс температуры, что снижает надежность блока.

Применение двух последовательно включенных разрядных диодов V35, V36 объясняется малым быстродействием имеющихся мощных диодов. Несмотря на то что диод КД202 рассчитан на напряжение 600 В, при установке лишь одного диода наблюдаются частые выходы его из строя. Анализ показал, что при больших частотах вращения вала двигателя (при больших частотах искрообразования) каждый новый цикл искрообразования начинается раньше, чем прекращается ток через разрядный диод, который протекает некоторое время и после окончания искрообразования (см. рис. 9). Он обусловлен оставшейся неизрасходованной в искровом разряде энергией катушки зажигания. При этом к открытому диоду, внутреннее сопротивление которого в это время мало, в момент включения тиристора V37 прикладывается обратное напряжение 350 — 360 В.

Диод не может мгновенно закрыться, и в течение нескольких микросекунд через него протекает ток, значение которого ограничено лишь сопротивлением резистора R50 (2 Ом) и внутренними сопротивлениями открытого диода в включившегося тиристора. Измерения показали, что амплитуда импульса тока может достигать при этом 80 А. Ее значение зависит от индивидуальных свойств разрядного диода и в первую очередь от его быстродействия, или от времени установления обратного сопротивления.

Последовательное включение двух диодов ускоряет процесс затухания тока в контуре, образованном первичной обмоткой катушки зажигания и разрядными диодами, и указанное выше явление не наступает даже при максимальной частоте искрообразования. Резисторы R34, R35 выравнивают обратные напряжения на диодах. Резистор R50 устраняет выброс напряжения на диодах V35, V36 в момент включения тиристора V37.

Конструкция и детали. Конструкция электронного блока может быть достаточно произвольной, однако при

конструировании необходимо руководствоваться следующими соображениями.

Во-первых, конструкция должна быть брызгозащищенной, так как блок устанавливается в моторном отсеке и попадание воды на него не исключено.

Во-вторых, корпус блока должен быть изготовлен из алюминиевого сплава, имеющего хорошую теплопроводность. Это обеспечит хороший теплоотвод от нагревающихся элементов, которые должны быть установлены непосредственно на корпусе. К таким элементам относятся транзисторы V30, V32, тиристор V37, диоды V33, V36, V36, стабилитрон V34. Тиристор V22 может быть установлен как на корпусе, так и на печатной плате. Элементы, не имеющие электрического соединения с корпусом, изолируют при установке с помощью тонких слюдяных или лавсановых прокладок. Остальные элементы размещают на печатной плате или плате из текстолита (гетинакса) с контактными лепестками. При размещении деталей следует иметь в виду, что резисторы R42, R43, R46, R47, R48, R49 и трансформатор T1 при работе блока нагреваются, и их не следует располагать рядом с полупроводниковыми элементами и терморезисторами R27, R28. Кроме того, необходимо, чтобы цепь светодиода оптрона V23 была непосредственно соединена с резистором R32, как это показано на схеме рис. 7.

В качестве примера конструктивного исполнения блока рассмотрим рис. 11.

Блок собран в корпусе из алюминиевого сплава Д1Т, изготовленном фрезерованием. Непосредственно в корпусе размещены транзисторы V30, V32, тиристор V37, диоды V33, V35, V36 и конденсатор C15, вывод которого присоединяется непосредственно к корпусу блока и штырю разъема X1. Остальные детали размещены на печатной плате и двух текстолитовых платах с контактными лепестками. Манганиновый резистор R32 припаян к контактным лепесткам, расположенным на изоляционных втулках на специальных приливах корпуса. Сверху и снизу корпус закрывается крышками с резиновыми прокладками по периметру. Крышки стягиваются между собой винтом.

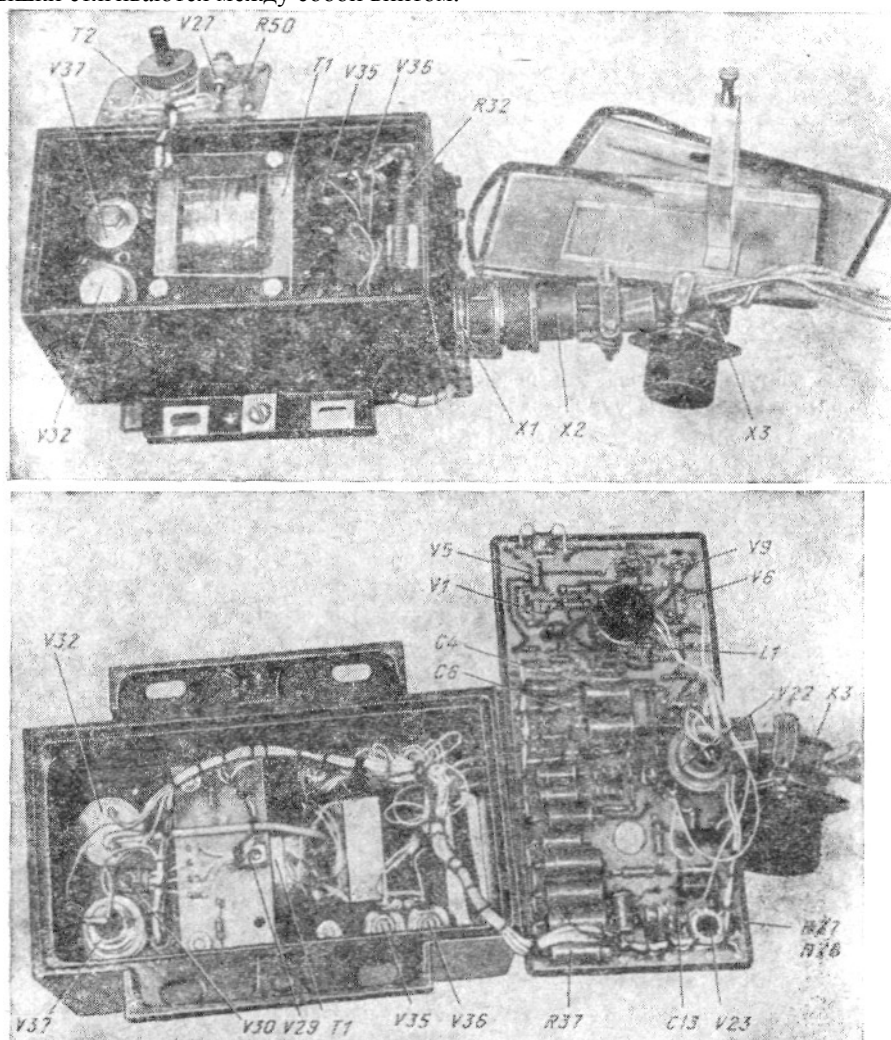


Рис. 11. Электронный блок конденсаторной системы-зажигания с импульсным накоплением энергии

**Таблица 1**

Обозначение на схеме (рис. 7)	Магнитопровод	Обозначение обмоток	Число витков	Диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
T1	Ш16X24	W1 w2 w3	72 12 860	1,2 0,18 0,18	0,125 1,77 74
T2	О Л 12X20X6,5	w1 w2	150 75	0,33 0,15	1,0 2,0
L1	ОЛ10X 16X6,5	—	100	0,31	0,6

Примечание. Материал магнитопровода — сталь Э330 или Э44. Все обмотки намотаны проводом ПЭВ-2. Магнитопровод трансформатора T1 собран «встык» с зазором 0,15 — 0,25 мм из немагнитного материала (картон, прессшпан).

**Таблица 2**

Обозначение на схеме (рис. 7)	Рекомендованный тип прибора	Возможная замена	Предельные эквивалентные данные
VI, V5, V6, V9 — VII, V20	КТ315В КТ342А	КТ342А(Б,В), КТ315А(Б,Г,Ж), КТ340А(Б,В,Г,Д)	$U_{КЭ} = 15 В$ $I_{К} = 50$ мА
V12, V13, V21, V29	КТ646А	КТ608А(Б), КТ630А(Б,В,Г,Д,Е), КТ815В(Г)	$U_{КЭ} = 60 В$ $I_{К} = 400$ мА
V37	КУ202М	КУ202Н; Т 10 — 25 кл. 5 и выше	$(U_{А} = 400 В I_{А} = 10 А$
V2 — V4, V7, V8, V12, V17 — V19	КД209А	Д223А(Б,В), Д219, Д220, Д220А	$U_{обр} = 50 В$ $I_{пр} = 50$ мА
V15, V16, V24 — V26, V28, V31	КД209А	КД209Б(В); КД105Б(В,Г), КД208А	$U_{обр} = 100 В$ $I_{пр} = 300$ мА
V33	КД209В	КД105Г, КД202Р	$(U_{обр} = 600 В I_{пр} = 300$ мА
V23	А0У103А	А0У103В	—

Примечание.  $U_v$  — напряжение коллектор — эмиттер;  $I_K$  — ток коллектора;  $I_A$  — КЭ ток в открытом состоянии;  $U_{обр}$  — обратное напряжение;  $I_{пр}$  — прямой ток.

Все примененные резисторы, кроме R32 и R50, — типа МЛТ; терморезисторы R27, R28 — типа СТЗ-17. Резистор R32 выполнен в виде спирали из манганинового провода диаметром 1,0 мм. Резистор R50 наматывают на корпусе резистора МЛТ-0,5 любого сопротивления манганиновым проводом ПЭШОМ диаметром 0,25 мм.

Конденсаторы C1, C2, C3, C5, C6, CП — типа КМ-6А, C13 — КМ-4, C1й — МБМ с рабочим напряжением 160 В; электролитические конденсаторы типа К53-1А 16 В. Накопительный конденсатор C14 состоит из двух конденсаторов МБМ 0,5 мкФ, 500 В, соединенных параллельно. Могут быть применены также конденсаторы других типов с соответствующими рабочими напряжениями. Хорошие результаты дает применение конденсатора типа МБГЧ 1,0 мкФ, 500 В в качестве накопительного.

Данные трансформаторов T1, T2 и дросселя L1 приведены в табл. 1.

Коммутирующий тиристор V37 перед установкой в блок должен быть «про» верен по току утечки. Пригодны лишь те экземпляры, у которых ток утечки при напряжении 400 В не превышает 120 мкА.

В табл. 2 приведены возможные варианты замены полупроводниковых приборов.

При отсутствии оптрона V23 его можно заменить транзистором типа *p-n-p*, рассчитанным на напряжение не менее 50 В и ток в импульсе не менее 50 мА, например КТ208М или КТ208Л. В этом случае схему устройства стабилизации изменяют, как показано на рис. 7. Точки 1, 3, 4 схемы рис. 7,а соответствуют точкам 1, 3, 4, схемы рис. 7,б. При этом дроссель L1 и конденсатор C13 исключают, и точка 2 схемы рис. 7,а остается свободной.

Однако следует иметь в виду, что при замене оптрона транзистором помехоустойчивость блока ухудшается до 50 — 60 В в зависимости от типа и конкретного экземпляра примененного транзистора. Хорошие результаты дает применение транзисторов типа МП104 или МП114, некоторые экземпляры которых обеспечивают помехоустойчивость до 80 В. При замене оптрона транзистором для повышения помехоустойчивости блока, точнее для снижения уровня помех на его выводах, параллельно конденсатору С15 подключают электролитический конденсатор емкостью 20 — 50 мкФ на напряжение не менее 50 В, который вместе с индуктивностью подводющих проводов питания образует фильтр нижних частот.

При отсутствии кремниевых транзисторов типа КТ818Г и КТ814Г (V30, V32) их можно заменить германиевыми типа П210А, П210Ш (V32) и П215 (V30). При этом схему силового транзисторного ключа изменяют, как показано на рис. 7,в.

Налаживание. Если блок собран правильно из заведомо исправных деталей, то налаживание его заключается лишь в регулировке напряжения на накопительном конденсаторе, которое должно находиться в пределах 350 — 360 В. Регулировку ведут подбором сопротивления резистора R32. Сначала его устанавливают максимальным (0,3 Ом), а затем уменьшают до тех пор, пока напряжение на накопительном конденсаторе не возрастет до заданного значения. При этом следует иметь в виду, что для нормальной работы блока необходимо, чтобы транзистор V21 открывался ( $T_5$ , рис. 8) после того, как ток в обмотке w1 трансформатора T1 достигнет заданного значения  $I_p$  ( $t_2$ , рис. 8). В противном случае ток в обмотке w1 будет прекращаться в момент открывания транзистора V21, не достигнув заданного значения. Устройство стабили-

зации при этом участвовать в работе блока не будет, и напряжение на накопительном конденсаторе нельзя будет отрегулировать с помощью резистора R32. Ранее было отмечено, что транзистор V21 открывается примерно через 0,4 мс после замыкания контактов прерывателя ( $t_s$ , рис. 8). Поэтому, если время нарастания тока в обмотке w1 до значения  $I_p$  обозначить  $t$  (рис. 8), а время разомкнутого состояния контактов прерывателя T1, то условие нормальной работы блока можно записать так:

$$\tau \triangleq \tau_1 + 0,4 \text{ мс.}$$

Однако с увеличением частоты искрообразования  $F$  время разомкнутого состояния контактов T1 уменьшается:  $T1=1/(2F)$ . Время же нарастания тока % остается постоянным. Оно зависит лишь от величины немагнитного зазора в трансформаторе и от напряжения питания. При увеличении последнего оно уменьшается.

Следовательно, для того чтобы блок нормально работал до частоты 200 Гц (6000 об/мин четырехтактного четырехцилиндрового двигателя) значение  $t$  не должно превышать

$$\tau \triangleq \frac{1}{2F} + 0,4 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{2 \cdot 200} + 0,4 \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ мс.}$$

Поэтому при налаживании блока желательно с помощью осциллографа, подключив его параллельно резистору R32, измерить время  $t$  и, изменяя величину немагнитного зазора в магнитопроводе трансформатора T1, добиться, чтобы при напряжении питания 14 В (именно такое напряжение бывает в исправной бортовой сети автомобиля при работе двигателя на средних и больших частотах) соблюдалось условие  $t < 2,9$  мс.

Если же это условие не выполняется, то напряжение на накопительном конденсаторе начнет плавно уменьшаться после достижения определенной частоты искрообразования при дальнейшем ее увеличении. В остальном блок будет работать нормально.

Значение граничной частоты  $F_{гп}$ , Гц, после которой напряжение начинает уменьшаться при скажности работы прерывателя, равной 2, можно определить по формуле:

$$F_{гп} = \frac{1000}{2\tau - 0,8}$$

Регулировку блока осуществляют с подключенной катушкой зажигания и прерывателем при напряжении питания 13 — 14 В и частоте искрообразования 50 — 100 Гц в режиме однократного искрообразования (вывод РСт к источнику питания сначала не подключают).

В качестве источника питания следует использовать стартерный аккумулятор или стабилизированный источник питания, рассчитанный на ток не менее 5 А. Вместо прерывателя можно использовать электронное реле, рассчитанное на ток не менее 150 мА, или поляризованное электромагнитное реле, например типа РП-4, обмотку которого подсоединяют к звуковому генератору. Обмотку реле можно включить в сеть переменного тока 127 или 220 В, 50 Гц через понижающий трансформатор или гасящее сопротивление. Контакты реле включают вместо контактов прерывателя. Конденсатор параллельно коя-таксам можно не подключать.

Перед началом регулировки блока необходимо проверить с помощью осциллографа работу прерывателя или устройства, его заменяющего, и добиться, чтобы скажность его работы была примерно 2.

Напряжение на накопительном конденсаторе нельзя измерять обычным вольтметром. Надо пользоваться осциллографом (С1-19, С1-49, С1-83 и т. д.) или импульсным вольтметром, например ИЧ-3. Если их нет, можно производить измерение по схеме рис. 12. При этом вольтметр постоянного тока PV должен быть на напряжение не менее 400 В с током потребления не более 50 мкА.

Для облегчения поиска неисправностей на схеме рис. 7 указаны значения напряжений в характерных точках исправного блока. Они измерены относительно корпуса блока вольтметром типа ТТ-3 с внутренним сопротивлением 10 кОм/В и шкалами 1, 3, 10, 30 В при напряжении питания 12 В после размыкания контактов прерывателя. При включении питания контакты должны быть замкнуты, а перед измерением их следует разом-



кнуты и оставить разомкнутыми. Проверку работы блока в режиме трехкратного искрообразования производят с помощью осциллографа. Его подключают (на пределе 500 В) параллельно первичной обмотке катушки зажигания. Частоту искрообразования устанавливают в пределах 20 — 30 Гц. При работе в режиме однократного искрообразования на экране осциллографа видны импульсы, показанные на рис. 9 (Мкз), частота следования которых равна частоте искрообразования или, что то же самое, частоте размыкания контактов прерывателя. При подаче же плюса питания на вывод РСт количество импульсов должно увеличиться в три раза, причем импульсы должны следовать пачками по три импульса с той же частотой следования пачек. Эту же проверку можно произвести с помощью электронного тахометра, описанного ниже. При подаче питания на вывод РСт блока частота по шкале тахометра должна увеличиться в три раза.

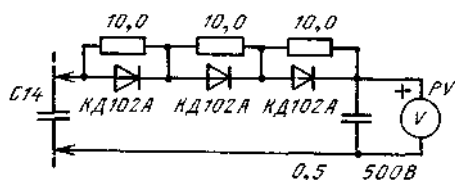


Рис. 12. Схема измерения напряжения на накопительном конденсаторе

Установка на автомобиле. На автомобиле блок устанавливают в подкапотном пространстве и подключают по схеме рис. 7, где сплошными линиями показано подключение к катушке зажигания с добавочным резистором (автомобили «Волга», «Москвич», «Запорожец»), а пунктирными — к катушке зажигания без добавочного резистора (автомобили «Жигули», «Нива»). На автомобилях «Жигули» ВАЗ 2103, 2106, 2107, «Нива», имеющих тахометр, его провод (коричневый) должен остаться подключенным к выводу 1 катушки зажигания. Коричневый провод от блока экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ) также остается на этом выводе.

Температура в месте установки блока не должна превышать +60° С. Штатный конденсатор должен остаться подключенным к выводу прерывателя, в противном случае нельзя будет осуществить переход к классической системе. Электронная же система одинаково работает как с конденсатором, так и без него.

Контакты прерывателя при установке блока следует дополнительно зачистить. Дело в том, что при установке блока ток через контакты уменьшается с нескольких ампер до сотен миллиампер, и если контакты перед этим долго работали в классической системе и сильно обгорели, то для малого тока электронной системы они могут представлять очень большое сопротивление и электронная система работать не будет. В дальнейшем же срок службы контактов будет определяться лишь механическим износом.

Зазор между контактами прерывателя при установке блока следует оставить в пределах нормы, указанной заводом-изготовителем автомобиля. Это связано с обеспечением возможности быстрого перехода с электронной системы на классическую. При работе же с электронной системой величина зазора в прерывателе на интенсивность искрообразования не влияет. При изменении зазора изменяется лишь установка момента зажигания.

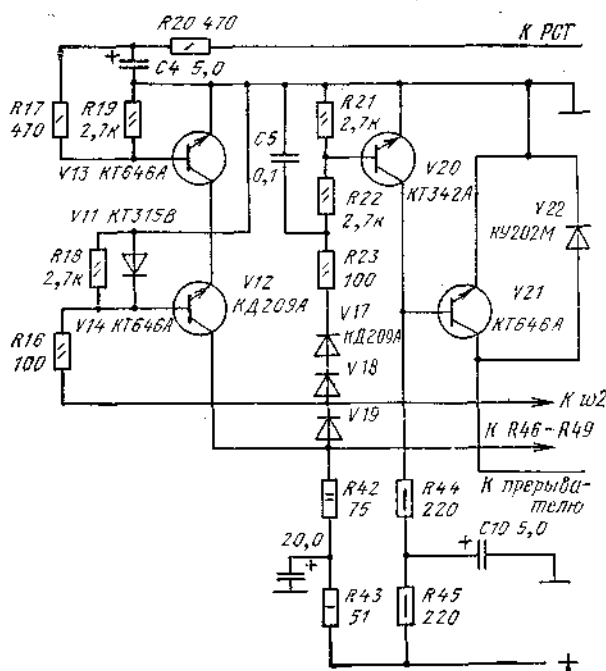


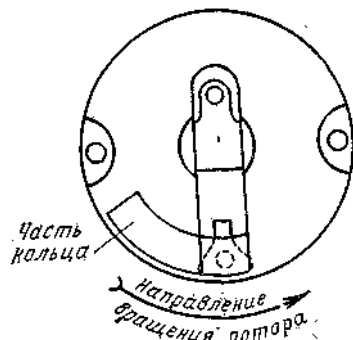
Рис. 13. Упрощенная часть схемы электронного блока

Катушка зажигания может быть любого типа от классической системы. Катушки от транзисторных систем применять нельзя.

Зазор в свечах при установке электронного блока следует увеличить на 30 — 50% относительно рекомендуемого заводом-изготовителем автомобиля. Это обеспечит более полное сгорание топлива и связанные с этим увеличение мощности и экономичности двигателя, а также снижение токсичности отработавших газов. В случае же аварийного перехода обратно к классической системе увеличенный зазор в свечах не мешает доехать до гаража.

Некоторые упрощения. Если режим трехкратного искрообразования может быть заменен режимом многократного искрообразования или если этот режим вообще не нужен, схема электронного блока (рис. 7) может быть существенно упрощена.

Для получения режима многократного искрообразования вместо трехкратного из схемы рис. 7 исключают триггеры на транзисторах VI, V5, V6, V9, два транзисторных ключа V10, VII, диоды V15, V16, резисторы R36 — R41 и конденсаторы C6 — C8. Всего из схемы исключают 40 элементов. Измененная часть схемы показана на рис. 13, причем обозначения элементов сохранены в соответствии со схемой рис. 7.



**Рис. 14. Доработка ротора распределителя для режима многократного искрообразования**

Выше был отмечен существенный недостаток режима многократного искрообразования, заключающийся в преждевременном возникновении искровых разрядов («обратных ударов») в следующем по ходу распределителя цилиндре при запуске двигателя. Эффективным способом борьбы с этим явлением может быть доработка ротора стандартного распределителя. Из латуни толщиной 0,8 — 1,2 мм вырезают часть кольца по диаметру вращения бокового электрода ротора с угловой длиной 50 — 60° и радиальной шириной 5 — 10 мм и припаивают к боковому электроду ротора, как показано на рис. 14. Благодаря «хвосту», образованному частью кольца, расстояние между боковым электродом рабочего цилиндра крышки распределителя и боковым электродом ротора оказывается меньше, чем до следующего по ходу вращения ротора бокового электрода крышки, вплоть до поворота ротора на 50 — 60, когда контакты прерывателя уже замыкаются. В результате искра попадает всегда в рабочий цилиндр и обратные удары не возникают. Если режим многократного искрообразования вообще не нужен, например, если автомобиль эксплуатируют в районах с умеренным или теплым климатом, то из устройства исключают транзисторы V13, V14, резисторы R16 — R20, конденсатор C4, диод V12 и обмотку w2 трансформатора T1.

На рис. 15 приведена электрическая принципиальная схема еще одного варианта упрощенной конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии и однократным искрообразованием при запуске двигателя. Основное отличие этой схемы от схемы рис. 7 состоит в отсутствии трансформатора управления (T2 на рис. 7). Вместо него у трансформатора T1 имеется специальная обмотка w3 управления тиристором V18.

Кроме того, обмотка w3 нагружена резистором R22, который устраняет паразитные колебания, возникающие в обмотках трансформатора в момент запирающего диода V16 после окончания заряда накопительного конденсатора C4. Без этого резистора тиристор V18 будет включаться не в момент размыкания контактов прерывателя, а в момент окончания заряда накопительного конденсатора. В остальном схема рис. 15 аналогична схеме рис. 7.

При необходимости схема рис. 15 может быть дополнена устройством переключения с электронной системы на классическую, аналогичным устройству, показанному на рис. 7 (разъемы XI — X3). Все рекомендации относительно конструкции блока, возможной замены элементов, а также налаживания, данные относительно схемы рис. 7 в этом случае остаются в силе. Электролитический конденсатор C6, предназначенный для подавления помех по цепи питания, должен быть рассчитан на напряжение не менее 50 В.

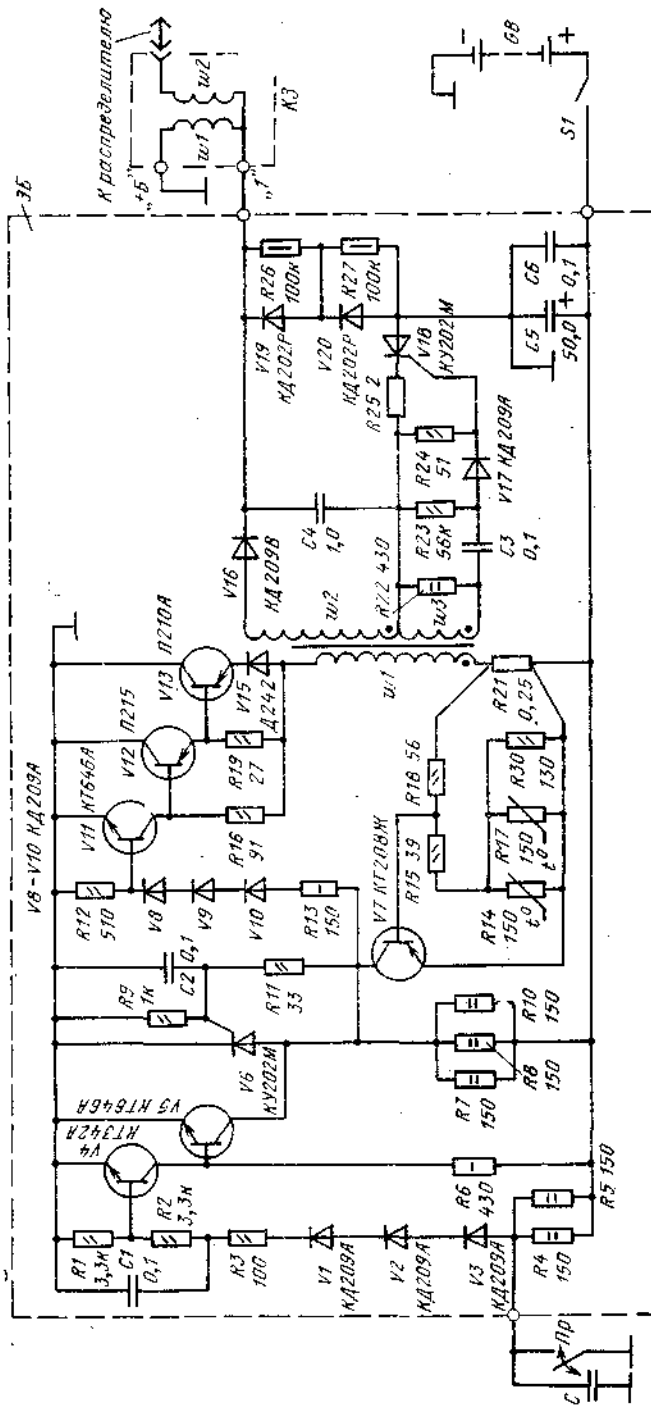


Рис. 15. Электрическая схема упрощенной конденсаторной системы зажигания с однократным искрообразованием при запуске двигателя.

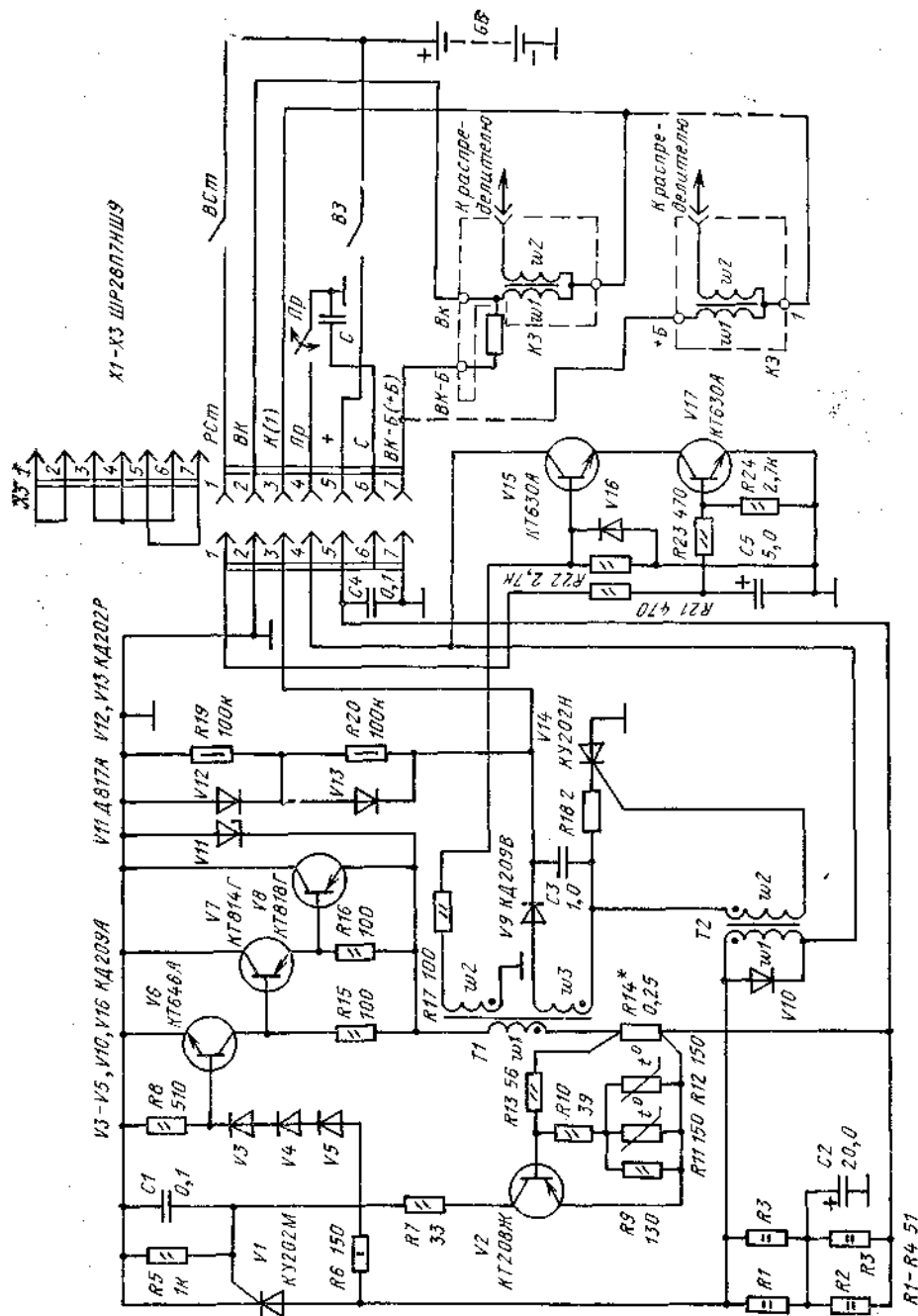


Рис. 16. Электрическая схема упрощенной конденсаторной системы зажигания с многократным ценообразованием при запуске двигателя

На рис. 16 приведена электрическая принципиальная схема другого варианта упрощенной конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии и режимом многократного новообразования при запуске двигателя.

Особенностью этой схемы является наличие отдельного трансформатора управления Т2 и отсутствие каскада антидребезга. Выключение тиристора VI происходит при замыкании контактов прерывателя. Дребезг контактов при этом на работу системы не влияет, так как трансформатор Т1 не имеет связи с управляющим электродом коммутирующего тиристора V14, а постоянная времени обмотки w1 трансформатора Т2 выбрана достаточно большой, и за время дребезга контактов паразитный импульс во вторичной обмотке не возникает.

К моменту размыкания контактов прерывателя ток в обмотке w1 трансформатора Т2 достигает установившегося значения, определяемого сопротивлениями резисторов R1 — R4 (при напряжении питания 12 В примерно 230 мА). При этом в магнитном поле трансформатора Т2 накапливается энергия, достаточная для включения тиристора V14 в момент размыкания контактов прерывателя.

Диод VI0 имеет двойное назначение. Во-первых, он ограничивает напряжение на обмотке w1 трансформатора Т2 в момент замыкания контактов прерывателя на уровне 0,65 — 0,715 В, что увеличивает время нарастания тока в обмотке в 2 — 3 раза (с 0,1 мс без диода до 0,2 — 0,3 мс с диодом) и позволяет

эффективно бороться с влиянием дребезга контактов прерывателя, а во-вторых, ограничивает амплитуду паразитного отрицательного импульса в обмотке  $w_2$  на уровне примерно 0,36 В.

Трансформатор Т2, а также остальные элементы схемы рис. 16 применены те же, что и в схеме рис. 7, за исключением транзисторов V15, V17, которые в данном случае более высоковольтные (рассчитанные на напряжение 120 В). Это связано с тем, что в момент размыкания контактов прерывателя в обмотке  $w_1$  трансформатора Т2 возникает кратковременный положительный импульс значительной амплитуды, который прикладывается между коллектором транзистора V15 и эмиттером транзистора V17.

При установке блока электронного зажигания, собранного по схеме рис. 16 на автомобиле, штатный конденсатор С должен быть обязательно отсоединен от контактов прерывателя. В противном случае этот конденсатор шунтирует трансформатор Т2, вследствие чего амплитуда импульса, поступающего к управляющему электроду тиристора V14 в момент размыкания контактов прерывателя уменьшается, и тиристор может не переключиться. При этом напряжение на накопительном конденсаторе начнет возрастать, и элементы блока (V8, V9, С3 и др.) могут выйти из строя.

## **Приставка к электронным блокам конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии для увеличения длительности искрового разряда**

Длительность искрового разряда в конденсаторных системах зажигания значительно меньше, чем в классической и транзисторных системах. Соответственно меньше и энергия искрового разряда, выделяемая в свече зажигания. Однако в подавляющем большинстве случаев длительности искрового разряда, обеспечиваемой конденсаторными системами зажигания, вполне достаточно для нормальной работы двигателя. Вместе с тем, если двигатель по каким-либо причинам работает на переобогащенной смеси, например вследствие неисправности карбюратора или при запуске холодного двигателя при низких температурах, увеличение энергии и длительности искрового разряда может оказаться полезным.

Предлагаемая приставка к электронным блокам, описанным в предыдущем разделе, обеспечивает увеличение энергии и длительности искрового разряда в свече зажигания в 2 — 3 раза. Причем все преимущества, присущие конденсаторным системам зажигания, а именно крутой фронт высокого напряжения и малая чувствительность к шунтированию вторичной цепи, остаются в силе. Приставка может также работать с промышленными блоками конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии, такими как «Искра-1», «Искра-2», «Искра-3», ПА3-2 и т. д. [5].

Принцип работы приставки состоит в том, что во время искрового разряда, когда напряжение на первичной обмотке катушки зажигания становится близким к нулю, а ток максимальным ( $t_2$ , рис. 9), первичная обмотка катушки зажигания подключается непосредственно к источнику питания — аккумулятору, что замедляет процесс затухания тока в обмотке и увеличивает длительность и энергию искрового разряда.

Принципиальная электрическая схема приставки с цепями подключения к системе зажигания приведена на рис. 17 (электронный блок ЭБ конденсаторной системы зажигания выполнен по схеме рис. 7).

Приставка состоит из регулируемого заторможенного мультивибратора на транзисторах V3, V4, электронного ключа на транзисторах V5 — V8, защитных диода V9 и стабилитрона V10.

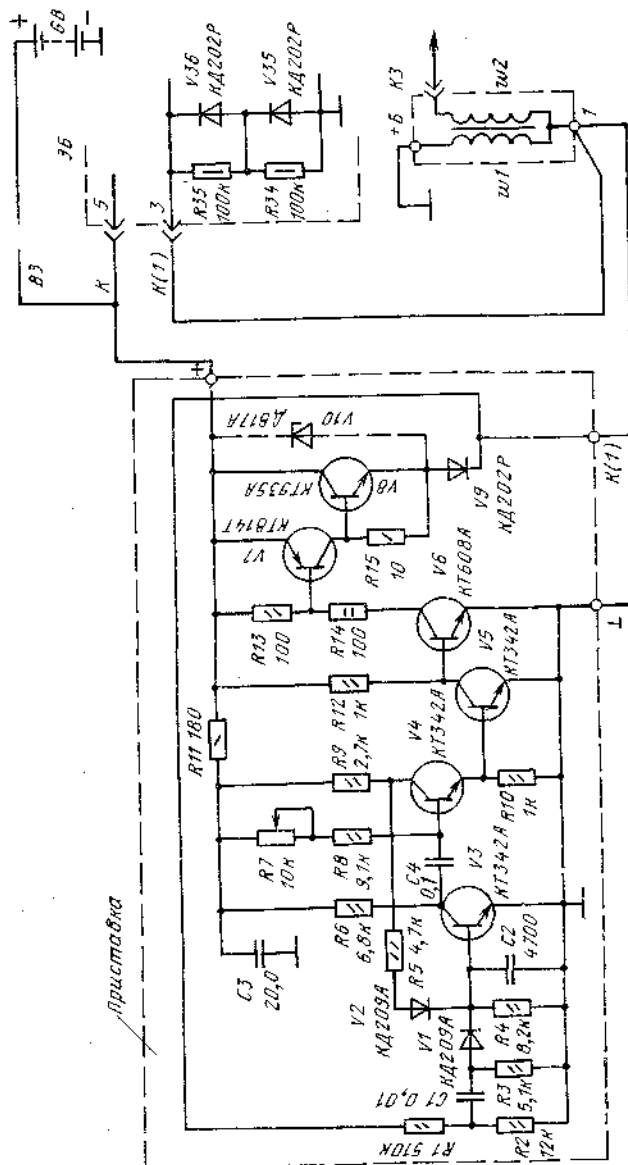
Приставка работает следующим образом. После включения питания заторможенный мультивибратор устанавливается в основное устойчивое состояние, когда транзистор V3 закрыт, а V4 открыт по цепи R7, R8. При этом транзистор V5 тоже открыт, а транзисторы V6, V7, V8 закрыты. Конденсатор C4 заряжается через резистор R6 и переходы база — эмиттер транзисторов V4, V5 почти до полного напряжения питания.

В момент новообразования на выводе 3 электронного блока появляется положительный импульс ( $t_i$ , рис. 9) с амплитудой около 350 В, который через делитель напряжения на резисторах R1, R2, конденсатор C1 и диод V1 поступает на базу транзистора V3 заторможенного мультивибратора.

Транзистор V3 открывается, подключая заряженный конденсатор C4 к переходу база — эмиттер транзистора V4 в запирающей для него полярности. Транзистор V4 запирается. Положительное напряжение с его коллектора через резистор R5 и диод V2 поступает на базу транзистора V3 и удерживает его в открытом состоянии после окончания действия входного импульса, пока транзистор V4 закрыт. Последний же будет закрыт до тех пор, пока конденсатор C4 не перезарядится через резисторы R7, R8 и открытый транзистор V3. Время перезарядки конденсатора C4 определяется его емкостью и сопротивлениями резисторов R7, R8.

Одновременно с транзистором V4 закрывается транзистор V5, а транзисторы V6 — V8 открываются, подключая аккумулятор через диод V9 к первичной обмотке катушки зажигания. Однако во время действия высоковольтного импульса на первичной обмотке катушки зажигания ( $t_i — t_z$ , рис. 9) диод V9 закрыт и через первичную обмотку катушки зажигания от аккумулятора ток не протекает. Когда же положительное напряжение на первичной обмотке катушки зажигания становится меньше напряжения аккумулятора, диод V9 открывается и через первичную обмотку катушки зажигания начинает протекать ток непосредственно от аккумулятора. В свече зажигания продолжается искровой разряд.

Диоды V35, V36 электронного блока, подключенные параллельно первичной обмотке катушки зажигания, в это время закрыты, так как к первичной обмотке катушки зажигания приложено почти полное напряжение аккумулятора а запирающей для диодов V35, V36 полярности.



**Рис. 17. Электрическая схема приставки к электронным блокам конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии для увеличения энергии и длительности искрового разряда**

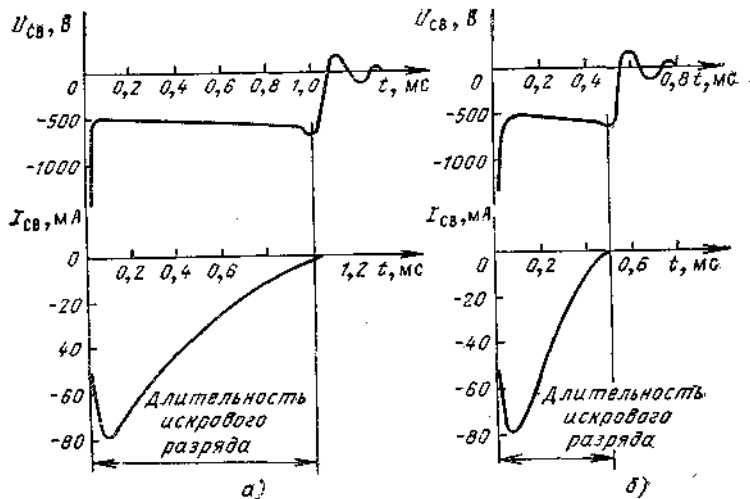
Примерно через 0,7 — 1,7 мс заканчивается перезаряд конденсатора C4 и транзистор V4 открывается, что вызывает закрытие транзистора V3, т. е. переход заторможенного мультивибратора в основное устойчивое состояние. Транзисторы V6 — V8 закрываются, и ток через первичную обмотку катушки зажигания прекращается. Возникающий при этом в обмотке отрицательный импульс напряжения замыкается через диоды V35, V36 электронного блока, и его амплитуда ограничивается на уровне 1,4 — 1,7 В.

На рис. 18 показаны осциллограммы напряжения  $U_{св}$  и тока  $I_{св}$  свечи зажигания в электронном блоке конденсаторной системы при его работе с приставкой и без нее. Эти осциллограммы сняты при напряжении питания 14 В, частоте искрообразования 100 Гц и зазоре в свече зажигания 1 мм.

С приставкой длительность искрового разряда увеличивается с 0,5 мс до 1,0 мс, т. е. в два раза. Соответственно возрастает и энергия искрообразования: с 10 мДж (без приставки) до 20 мДж (с приставкой).

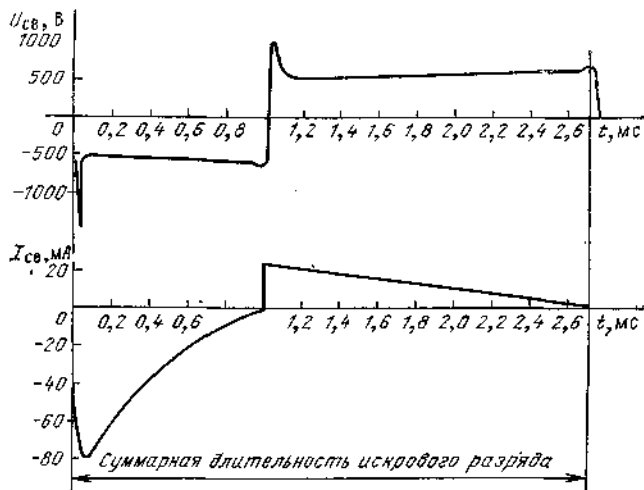
При этом также возрастает и коэффициент полезного действия блока, т. е. увеличивается отношение энергии искрообразования, выделяемой в свече зажигания, к потребляемой мощности. Так при правильно выбранной длительности импульса заторможенного мультивибратора ток, потребляемый блоком при работе с приставкой, при частоте искрообразования 100 Гц и напряжении питания 14 В возрастает с 1 до 1,25 А, т. е. потребляемая мощность возрастает при этом с 14 до 17,5 Вт (на 25%), энергия же искрообразования увеличивается при этом вдвое. При необходимости энергия искрового разряда и его длительность могут быть еще увеличены. Для этого в приставке устанавливают стабилитрон V10, как показано на схеме рис. 17

пунктиром, а диоды V36, V35 и резисторы R34, R35 в электронном блоке отсоединяют.



**Рис. 18. Осциллограммы напряжения и тока в свече при работе электронного блока конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии а — с приставкой, б — без приставки**

В этом случае в момент разрыва тока в первичной обмотке катушки зажигания при закрывании транзисторов V6, V7, V8 в первичной обмотке катушки зажигания возникает отрицательный импульс напряжения, амплитуда которого ограничена напряжением стабилизации стабилитрона V10 на уровне 50 — 60 В. Вследствие этого в свече зажигания возникает второй искровой разряд положительной полярности (рис. 19). Длительность суммарного искрового разряда увеличивается до 2,7 мс, а энергия до 30 мДж.



**Рис. 19. Осциллограммы напряжения и тока в свече при работе электронного блока конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии с приставкой со стабилитроном**

Остановимся на назначении некоторых элементов приставки. Диод V2 компенсирует падение напряжения на транзисторах V4 и V5, что обеспечивает надежное закрывание транзистора V3, когда транзисторы V4 и V5 открыты. Резистор R11 и конденсатор C3 образуют фильтр низких частот, защищающий заторможенный мультивибратор от помех бортовой сети автомобиля. С помощью переменного резистора R7 регулируют длительность импульса заторможенного мультивибратора.

Конструкция и детали. Транзисторы V7, V8, диод V9 и стабилитрон V10 должны быть установлены на теплоотводящих радиаторах. Остальные элементы приставки размещают на печатной или монтажной плате с контактными лепестками. Конструкция приставки должна обеспечивать защиту элементов и платы от попадания воды, пыли и т. п. Ось переменного резистора R7 выводят под шлиц.

В приставке применены постоянные резисторы типа МЛТ, переменный резистор — СП5-1а, СП5-2 и т. п. Конденсаторы могут быть любого типа на напряжение не менее 50 В; электролитический конденсатор C3 на напряжение не менее 25 В с емкостью не менее указанной на схеме.

Транзисторы КТ342А можно заменить на КТ342(В), а также на КТ315 с любым буквенным индексом, транзистор К.Т608А — на КТ608Б, К.Т646А, КТ630А, Б, а транзистор КТ935А — на любой другой транзистор, имеющий допустимое напряжение коллектор — эмиттер не менее 80 В и ток коллектора не менее 5 А. Важным

параметром для этого транзистора является также напряжение насыщения коллектор — эмиттер. Чем оно меньше, тем лучше, тем будет больше длительность искрового разряда и его энергия.

Диоды КД209А (V1, V2) можно заменить любыми маломощными кремниевыми диодами, рассчитанными на ток не менее 10 мА с любым обратным напряжением, например КД103А, Д223, Д219 и т. п.; диод ВД202Р (V9) — любым мощным кремниевым диодом, рассчитанным на ток не менее 5А и обратное напряжение не менее 400 В.

При замене стабилитрона Д817А (V10) следует иметь в виду, что напряжение стабилизации заменяющего стабилитрона (с учетом разброса) должно быть меньше, чем допустимое напряжение коллектор — эмиттер транзисторов V7, V8. Допустимая мощность, рассеиваемая стабилитроном, должна быть не менее 5 Вт, а максимальный ток стабилизации не менее 90 мА.

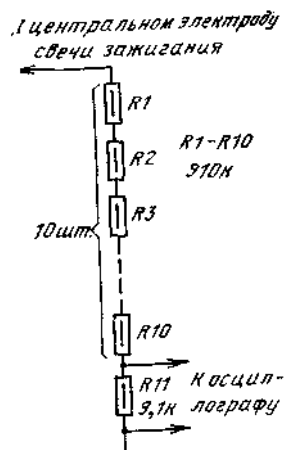


Рис. 20. Схема делителя напряжения для подключения осциллографа к свече зажигания

Налаживание приставки и проверку правильности ее работы производят с помощью осциллографа и специального делителя напряжения, собранного по схеме рис. 20 на пластине из оргстекла. Налаживание приставки лучше производить непосредственно на автомобиле, так как параметры искрового промежутка свечи зажигания существенно влияют на длительность искрового разряда.

Первоначально движок переменного резистора R7 устанавливают в нижнее по схеме положение, чтобы длительность импульса мультивибратора была максимальной. Затем запускают двигатель и наблюдают за экраном осциллографа, где должна быть видна осциллограмма напряжения, показанная на рис. 18 (имеется в виду, что приставка работает без стабилитрона V10 и диоды V35, V36 в электронном блоке подсоединены).

Плавное вращение оси переменного резистора R7 уменьшает длительность импульса мультивибратора до тех пор, пока длительность искрового разряда на экране осциллографа не начнет уменьшаться, после чего слегка поворачивают ось резистора в обратную сторону до тех пор, пока не восстановится первоначальная (максимальная) длительность искрового разряда. На этом налаживание заканчивается. Смысл этой операции заключается в том, чтобы исключить бесполезное протекание тока через первичную обмотку катушки зажигания после окончания искрового разряда в свече и вместе с тем получить искровой разряд максимальной энергии и длительности.

Если в приставке установлен стабилитрон, а диоды V35, V36 в электронном блоке отсоединены, на экране осциллографа должна наблюдаться осциллограмма напряжения, показанная на рис. 19. Вращая ось переменного резистора R7, добиваются, чтобы положительная часть искрового разряда сразу же, без паузы, следовала за отрицательной, как это показано на рис. 19.

При чрезмерно большой длительности импульса от мультивибратора между отрицательной и положительной частями искрового разряда появится пауза, а при чрезмерном уменьшении длительности импульса уменьшится длительность отрицательной части искрового разряда.

#### Конденсаторная система зажигания с непрерывным накоплением энергии

Предлагаемая система зажигания отличается от описанных в предыдущем разделе тем, что в ней накопительный конденсатор заряжается непрерывно, в связи с чем утечки элементов вторичной цепи на работу системы не влияют. Система нормально работает при наличии в бортовой сети импульсных помех с амплитудой до 80 В. Режим многократного искрообразования в системе не предусмотрен.

Система обеспечивает получение стабилизированного напряжения на первичной обмотке катушки зажигания  $360 \pm 10$  В при изменении напряжения питания от 6,5 до 15 В и температуры от  $-40$  до  $+70^\circ$  С. Ток, потребляемый системой, изменяется линейно от 0,4 А при остановленном двигателе до 1,8 А при 6000 об/мин четырехтактного четырехцилиндрового двигателя. Длительность искрового разряда 0,3 мс, а его энергия не менее 4 мДж.

К недостаткам системы можно отнести малые длительность и энергию искрового разряда (0,3 мс и 4 мДж против 0,4 — 0,5 мс и 10 мДж в ранее описанных системах), а также отсутствие режима многократного



искрообразования. Однако простота схемы, значительно меньшее количество элементов, а также нечувствительность к утечкам в элементах вторичной цепи и простота регулировки в ряде случаев делают эту систему предпочтительной.

Электрическая принципиальная схема системы приведена на рис. 21.

Система состоит из электронного блока, устройства переключения с электронного зажигания на обычное, включающее в себя разъемы XI — X3, а также штатных элементов — катушки зажигания КЗ, выключателя зажигания ВЗ, аккумулятора GB, выключателя стартера ВСт и прерывателя Пр.

Электронный блок имеет следующие основные узлы и элементы:

- однотактный преобразователь напряжения на транзисторе V4 и трансформаторе T1;
- устройство стабилизации, состоящее из стабилитрона V11 и релейного усилителя постоянного тока на транзисторах V12, V13, V14, V1;
- накопительный конденсатор C4;
- устройство коммутации, состоящее из тиристора V8, трансформатора управления T2, резисторов R5, R6, конденсатора C3 и диода V10;
- разрядный диод V9.

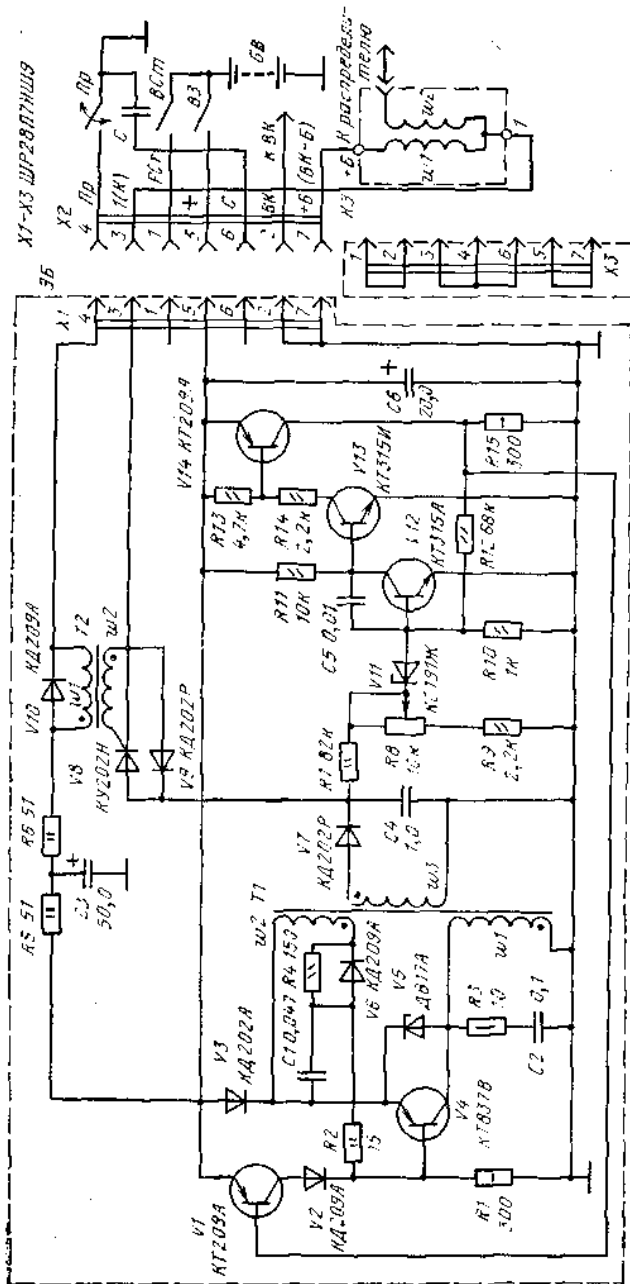
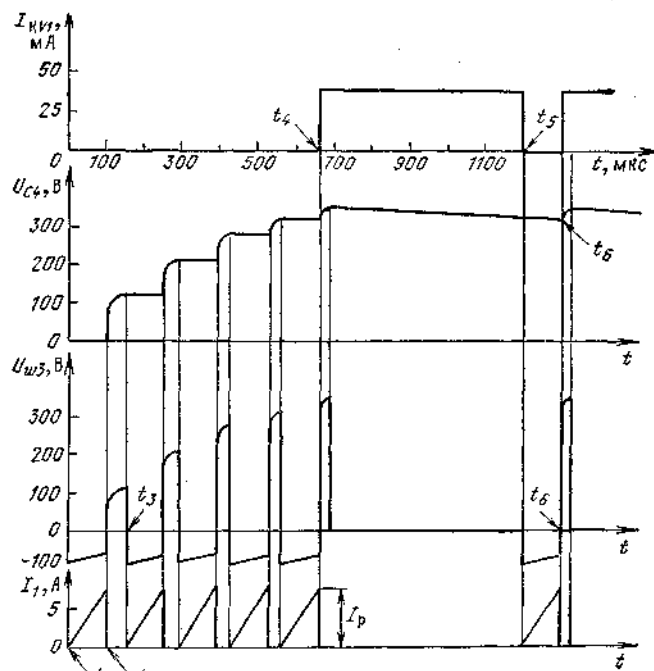


Рис. 21. Электрическая схема конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии

Система работает следующим образом. Допустим, что контакты прерывателя Пр в момент включения питания разомкнуты. После включения питания начинает работать преобразователь напряжения. Напряжение на накопительном конденсаторе С4 в этот момент еще отсутствует, поэтому стабилитрон VП и транзистор V12 закрыты, а транзисторы V13, V14 открыты. Открытый транзистор V14 шунтирует цепь базы транзистора V1, вследствие чего последний закрыт и на работу преобразователя не влияет.

Транзистор V4 преобразователя первоначально открывается через резистор R1. При этом почти полное напряжение питания прикладывается к обмотке w1 трансформатора T1 и через нее начинает протекать линейно-нарастающий ток ( $t_1$  на рис. 22). В остальных обмотках трансформатора при этом индуцируются напряжения. Отрицательное напряжение с начала обмотки w2 через диод V6 и резистор R2 поступает на базу транзистора V4 и переводит его в состояние глубокого насыщения.



**Рис. 22. Временные диаграммы работы однотактного стабилизированного преобразователя напряжения конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии**

Ток  $I_1$  в обмотке w1 нарастает до тех пор, пока обеспечивается насыщение транзистора V4, т. е. до тех пор, пока соблюдается условие

$$I_1 = I_{KV4} \leq I_{BV4} h_{21 \text{ нас}},$$

где  $I_{KV4}$  и  $I_{BV4}$  — токи коллектора и базы транзистора V4 соответственно,

$h_{21 \text{ нас}}$  — коэффициент передачи тока этого транзистора в режиме насыщения (обычно  $h_{21 \text{ нас}} = 5 - 10$ ).

При достижении током  $I_1$  значения  $I_p = I_{BV4} h_{21 \text{ нас}}$ , которое будем называть током разрыва, транзистор V4 начинает закрываться. Напряжение на нем увеличивается, а на обмотке w1 уменьшается. Вследствие этого напряжение на обмотке w2 тоже уменьшается, способствуя запираанию транзистора V4, который закрывается в течение нескольких микросекунд. Напряжение затем изменяет свой знак. Положительное напряжение с начала обмотки w2 через резисторы R4 и R2 прикладывается к базе транзистора V4 и надежно запирает его. Процесс выключения транзистора V4 длится всего несколько микросекунд, ток через обмотку w1 трансформатора T1 прекращается ( $t_2$ , рис. 22), на чем заканчивается прямой ход работы преобразователя. Диод V7 во время прямого хода преобразователя закрыт.

После разрыва тока в обмотке w1 трансформатора T1 начинается обратный ход работы преобразователя. Энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора, создает в его обмотках импульсы напряжения противоположной полярности. Положительный импульс с обмотки w3 открывает диод V7 и заряжает накопительный конденсатор до напряжения, зависящего от энергии, накопленной в магнитном поле трансформатора во время прямого хода, и емкости накопительного конденсатора. Значение этого напряжения можно определить по формуле (6).

После окончания действия импульса обратного хода ( $t_3$  на рис. 22) положительное напряжение в обмотках трансформатора T1 исчезает, транзистор V4 снова открывается и процессы повторяются. Напряжение на накопительном конденсаторе ступенчато возрастает. Длительность импульса обратного хода уменьшается по мере увеличения его амплитуды, что связано с постоянством энергии каждого импульса и, следовательно, его вольт-секундной площади.

Когда напряжение на конденсаторе С4 достигает 350 — 360 В ( $t_4$ , рис. 22), заданного сопротивлениями

резисторов R7 — R9 и напряжением стабилизации-стабилитрона VII, последний открывается. Открываются транзисторы VI, V12, а транзисторы V13, V14 закрываются. Положительная обратная связь, осуществляемая через резистор R12, ускоряет процесс переключения транзисторов V12 — V14 релейного усилителя и, кроме того, повышает его устойчивость. Конденсатор C5 также повышает устойчивость усилителя.

Открытый транзистор VI через диод V2 шунтирует цепь базы транзистора V4, вследствие чего последний закрывается и преобразователь прекращает работу. Накопительный конденсатор медленно разряжается через резисторы R7 — R9, стабилитрон VII и сопротивления утечек тиристора V8, диодов V7, V9 и собственное сопротивление изоляции. Через некоторое время напряжение на накопительном конденсаторе уменьшается настолько, что стабилитрон VII закрывается. Транзисторы VI и V12 также закрываются, а транзисторы V13, V14 открываются. Преобразователь снова начинает работать (Ts, рис. 22). Первый же импульс обратного хода подзаряжает накопительный конденсатор, напряжение на нем увеличивается и снова открывается стабилитрон VII и транзисторы VI и V12. Преобразователь опять прекращает свою работу и т. д. Таким образом, средний уровень напряжения на накопительном конденсаторе поддерживается постоянным.

В установившемся режиме амплитуда пульсаций напряжения на накопительном конденсаторе не превышает 10 — 15 В. Эта величина зависит от энергии, запасаемой в магнитном поле трансформатора за время прямого хода.

При замыкании контактов прерывателя через резисторы R5, R6 и диод V10 начинает протекать ток. Напряжение на обмотке w1 трансформатора T2 ограничено диодом V10, в связи с чем амплитуда отрицательного импульса на управляющем электроде тиристора V8 в момент замыкания контактов прерывателя не превышает 0,35 В. Ограничение напряжения на обмотке w1, кроме того, обеспечивает увеличение времени нарастания тока в обмотке, что позволяет устранить влияние дребезга контактов прерывателя.

К моменту размыкания контактов прерывателя ток в обмотке w1 достигает установившегося значения, и в магнитопроводе трансформатора T2 накапливается электромагнитная энергия, поэтому в момент размыкания контактов прерывателя в обмотках трансформатора возникают импульсы напряжения. Положительный импульс с конца обмотки w2 поступает к управляющему электроду тиристора V8, вследствие чего последний включается (U, рис. 23).

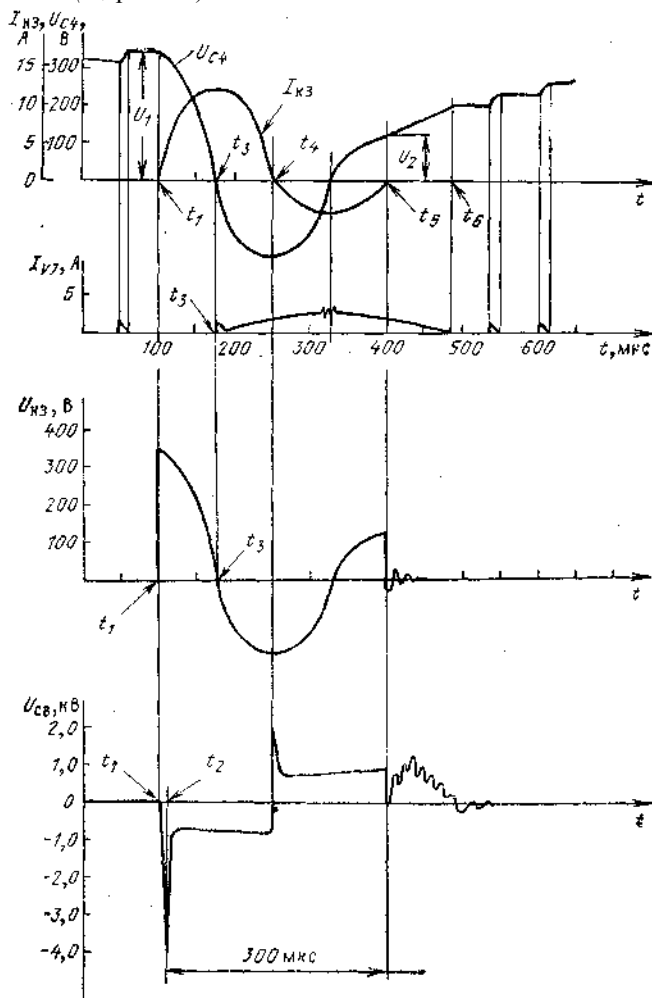


Рис. 23. Временные диаграммы работы системы зажигания с непрерывным накоплением энергии в момент искрообразования

Первичная обмотка катушки зажигания подключается к заряженному до напряжения 350 В накопительному конденсатору С4, и напряжение на ней в течение нескольких микросекунд возрастает до 350 В ( $U_{кз}$ ). Скорость нарастания вторичного напряжения зависит от параметров катушки зажигания. При применении серийных катушек от классической системы зажигания, например типа БМ7, искра возникает через 3 — 5 мкс после размыкания контактов прерывателя ( $h$ , рис. 23),

Первичная обмотка катушки зажигания и накопительный конденсатор С4, соединенные между собой через включившийся тиристор, образуют колебательный контур, в котором возникают затухающие колебания. Ток в контуре  $I_{кз}$ , как видно из рис. 23, отстает от напряжения на  $90^\circ$ . Через четверть периода, в момент  $T_3$ , ток в контуре достигает максимального значения, а напряжение на конденсаторе становится равным нулю и затем меняет свой знак. Как только напряжение на накопительном конденсаторе становится отрицательным, открывается диод V7, и через него и обмотку w3 трансформатора Т1 начинает протекать ток  $I_{r1}$ , нагружая преобразователь и не давая ему начать работу. Через полпериода, в момент  $t_{ii}$  ток в контуре становится равным нулю и тиристор выключается. Однако благодаря диоду V9 колебательный контур сохраняется. Напряжение на накопительном конденсаторе в это время ( $t_{ii}$ , рис. 23) отрицательно, диод V9 открывается, и ток контура протекает теперь через него.

Еще через полпериода, в момент  $t_b$ , ток в контуре снова уменьшается до нуля, диод V9 закрывается и колебательный контур разрывается. Первичная обмотка w1 катушки зажигания отключается от накопительного конденсатора, и искровой разряд в свече прекращается. Однако диод V7 еще в течение примерно 150 мкс остается открытым, пока энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора Т1, вследствие протекания через обмотку w3 тока  $I_{V7}$  не будет израсходована на подзаряд накопительного конденсатора ( $k — T_6$ , рис. 23). Как видно из рис. 23, в момент  $h$ , когда диод V9 закрывается и колебательный контур разрывается, на накопительном конденсаторе имеется положительное напряжение  $U_1$ , составляющее примерно 30% первоначального напряжения  $U_1$ . Напряжение  $U_2$  определяется энергией, выделяемой в искровом разряде свечи зажигания, которая может быть подсчитана по формуле  $N_{и} = (U_1^2 - U_2^2)C_4/2$ .

Энергия, выделяемая при искровом разряде, при прочих равных условиях зависит от величины искрового промежутка свечи зажигания. С увеличением искрового промежутка напряжение  $U_z$  уменьшается, и, следовательно, энергия, выделяемая в искровом разряде, увеличивается.

Следует отметить, что в описываемой системе зажигания длительность искрового разряда нельзя увеличить путем подключения диодов параллельно первичной обмотке катушки зажигания, как это сделано в системах с импульсным накоплением энергии (диоды V35, V36, рис. 7). Нельзя также подключать ранее описанную приставку для увеличения длительности искрового разряда.

При подключении диодов или приставки напряжение на накопительном конденсаторе во время искрообразования не становится отрицательным, преобразователь продолжает все время работать, коммутирующий тиристор не выключается и искрообразование прекращается.

Чтобы система могла работать с диодами или приставкой, ее необходимо снабдить дополнительным устройством, например заторможенным мультивибратором, запирающим транзистор V4 преобразователя на время искрового разряда.

Остановимся на назначении некоторых элементов преобразователя.

Диод V2 защищает транзистор V1 от напряжения положительной полярности, возникающего в обмотке w2 (на базе транзистора V4) во время обратного хода. Диод V3 компенсирует падение напряжения в диоде V2, что необходимо для надежного закрывания транзистора V4 при открывании транзистора V1.

Благодаря диоду V6 отрицательная полуволна напряжения с обмотки w2 проходит к базе транзистора V4 почти полностью, а положительная полуволна ограничивается на допустимом для транзистора V4 уровне делителем R4, R2, R1. Конденсатор C1 при этом устраняет положительный выброс напряжения на базе транзистора V4, появляющийся в момент действия переднего фронта импульса обратного хода вследствие малого быстродействия диода V6.

Стабилитрон V5 и цепь R3C2 ограничивают амплитуду выброса напряжения на коллекторе транзистора V4 при его закрывании. Этот импульс возникает потому, что время переключения транзистора типа КТ837 значительно меньше, чем постоянная времени трансформатора Т1, вследствие чего во время действия переднего фронта импульса обратного хода (в течение нескольких микросекунд) обмотка w3 с диодом V7 и конденсатором С4 как бы еще не подключена. Без цепи R3C2 амплитуда импульса может достигать 70 — 80 В, и ток через стабилитрон V5 будет превышать допустимое значение.

Резисторы R5, R6 ограничивают ток через обмотку w1 и вместе с конденсатором C1 образуют фильтр нижних частот, обеспечивающий необходимую помехоустойчивость системы зажигания.

Конструкция и детали. Все рекомендации по конструкции электронного блока системы зажигания, описанной в предыдущем разделе, остаются в силе и в данном случае. Разъем Х1 устанавливают на корпусе блока. Из разъема Х2 выводят жгут проводов различной расцветки для подключения к соответствующим точкам схемы на автомобиле. Разъем Х3 со стороны монтажа закрывают цилиндрической заглушкой, а со стороны штырей — крышечкой с цепочкой (чтобы крышечка не потерялась) и закрепляют на жгуте проводов разъема Х2.

На радиаторах охлаждения должны быть установлены транзистор V4, стабилитрон V5, диоды V3 и V9, тиристор V8. Остальные элементы располагают на печатной плате.

В конденсаторной системе зажигания применены постоянные резисторы типа МЛТ, переменный резистор

R8 — СП6-1а, СП5-2 (от качества этого резистора, от его временной стабильности зависит временная стабильность вторичного напряжения блока).

Конденсаторы С1, С2, С5 могут быть выбраны любого типа, но обязательно неэлектролитические, на напряжение не менее 50 В, конденсатор С4 типов МБГЧ, МБГО, МБГП на напряжение не менее 500 В (можно также применить два конденсатора типа МБМ по 0,5 мкФ на 500 В), электролитические конденсаторы С3 и С6 типа К50-20, К53, К52 на напряжение не менее 25 В.

Трансформатор Т1 имеет магнитопровод Ш16Х16 из стали Э330, Э340, Э44, который собирают встык с немагнитным зазором 0,15 — 0,25 мм (пресс-шпановая прокладка). Обмотка w1 имеет 16 витков провода ПЗВ-2 диаметром 0,9 — 1,2 мм, обмотка w2 — 11 витков, а w3 — 290 витков проводом ПЭВ-2 диаметром 0,35 — 0,5 мм. Трансформатор должен быть хорошо стянут специальной обоймой. В противном случае при работе системы он будет создавать сильный шум.

Для трансформатора Т1 может быть применен магнитопровод с другим сечением, например от блока с импульсным накоплением энергии. В этом случае числа витков обмоток изменяют обратно пропорционально корню квадратному из отношения сечений магнитопроводов.

Трансформатор Т2 наматывается на тороидальном магнитопроводе ОЛ12Х Х20Х6.5 из стали Э330, Э340. Обмотка w1 имеет 150 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,33 мм, а обмотка w2 — 75 витков того же провода диаметром 0,15 мм.

При замене диодов и транзисторов следует руководствоваться режимами их работы, приведенными в табл. 3 и 4. В этих же таблицах указаны некоторые варианты возможной замены диодов и транзисторов. При замене транзистора V4 КТ837В на КТ837А(Б) работа блока ухудшается. Вследствие малого коэффициента передачи тока заменяющих транзисторов уменьшается ток разрыва ( $I_p$ , см. рис. 22) и увеличивается время заряда накопительного конденсатора. Быстродействие системы снижается и, кроме того, увеличивается ее минимальное рабочее напряжение. Следует также иметь в виду, что допустимое обратное напряжение база — эмиттер у заменяющего V4 транзистора должно быть не менее 15 В.

Таблица 3

Обозначение	Тип диода	Импульсный прямой ток, А	Обратное напряжение, В	Возможная замена
V2	КД209А	0,5	15	КД209Б, КД208А
V3	КД202А	7,0	7,5	КД202В(Д,Ж,К,М,Р)
V6	КД209А	0,8	40	КД208А
V7	КД202Р	1,0	430	КД209В
V9	КД202Р	3,2	350	КД202М(К)
V10	КД209А	0,23	8	КД209Б(В) КД208А

Таблица 4

Обозначение	Тип транзистора	Импульсный ток коллектора, А	Напряжение на коллекторе, В	Возможная замена
V1	КТ209А (p-n-p)	0,5	2,0	КТ209, КТ208, КТ502 с любым буквенным индексом
V4	КТ837В (p-n-p)	7	60	КТ837А(Б)
V12	КТ315А (n-p-n)	0,002	0,6	КТ315, КТ342 с любым буквенным индексом
V13	КТ315И (n-p-n)	0,007	15	КТ315, КТ342 с любым буквенным индексом
V14	КТ209А (p-n-p)	0,05	1,0	КТ209, КТ208, КТ502 с любым буквенным индексом

При замене транзистора V13 следует выбирать транзистор с максимальным напряжением коллектор — эмиттер, так как в закрытом состоянии на его коллекторе бывает полное напряжение бортовой сети с импульсными помехами, в несколько раз превышающими номинальное.

Вместо стабилизатора КС191Ж (VII) может быть применен любой другой стабилизатор с минимальным током стабилизации не более 0,5 мА, например КС175Ж, 2С191Ц, КС210Ж, 2С210Ц и т. д. Если напряжение стабилизации заменяющего стабилизатора будет значительно отличаться от напряжения стабилизации стабилизатора КС191Ж (7,7 — 9,6 В), то может потребоваться некоторое изменение сопротивлений резисторов R7, R9.

Налаживание электронного блока с непрерывным накоплением энергии производится в основном так же, как и электронного блока с импульсным накоплением энергии, описанного в предыдущем разделе.

Катушка зажигания с искровым промежутком и прерыватель должны быть подключены по схеме рис. 21. Штатный конденсатор С от клеммы прерывателя должен быть отсоединен. Все указания насчет источника питания и имитаторов прерывателя остаются в силе. Однако налаживание в данном случае имеет некоторые особенности. Так, например, напряжение на накопительном конденсаторе может быть измерено обычным вольтметром постоянного тока.

Перед включением питания движок переменного резистора R8 устанавливают в верхнее по схеме положение, чтобы напряжение на накопительном конденсаторе С4 было минимальным. К конденсатору С4 подключают вольтметр постоянного тока на напряжение 500 В с потребляемым током не более 100 мкА.

Первоначальную проверку блока производят при напряжении питания 12 — 14 В и разомкнутых контактах прерывателя. Если блок собран правильно и все детали исправны, он начинает работать сразу и налаживание его состоит лишь в установке с помощью переменного резистора R8 нужного напряжения на накопительном конденсаторе. После включения питания должен быть слышен характерный «писк» чистого тона, который является следствием работы преобразователя.

Вращая вал переменного резистора R8, выставляют напряжение на накопительном конденсаторе 350 — 360 В. При этом ток, потребляемый блоком, не должен превышать 0,5 А. Затем проверяют работу преобразователя при крайних значениях напряжения питания 6,5 и 15 В. При изменении напряжения питания в этих пределах напряжение на накопительном конденсаторе должно практически оставаться постоянным. Изменяться должен лишь тон «писка» и потребляемый ток, который при 6,5 В должен быть не более 1,5 А, а при 15 В — не более 0,5 А.

Затем вольтметр постоянного тока отсоединяют и проверяют работу системы зажигания при различных частотах искрообразования. Во время работы прерывателя в искровом промежутке разрядника должно наблюдаться устойчивое искрообразование. Напряжение, подводимое к первичной обмотке катушки зажигания, при этом можно измерять с помощью импульсного вольтметра, описанного в предыдущем разделе (см. рис. 12), или осциллографа. Устанавливают напряжение источника питания 14 В и увеличивают частоту работы прерывателя (или устройства, его заменяющего) до 200 Гц (6000 об/мин), при этом напряжение, подводимое к первичной обмотке катушки зажигания, не должно уменьшаться. Если же оно уменьшается, это значит, что преобразователь не успевает полностью заряжать накопительный конденсатор, т. е. быстродействие преобразователя недостаточно. В этом случае следует увеличить немагнитный зазор в сердечнике трансформатора Т1 или уменьшить пропорционально количество витков всех обмоток, с тем, чтобы уменьшить индуктивность обмотки w1. Кроме того, это может происходить, если коэффициент передачи тока транзистора V4 мал. В этом случае необходимо заменить транзистор или уменьшить сопротивление резистора R2 до 10 Ом.

Установка на автомобиле. На автомобиле электронный блок устанавливают в подкапотном пространстве в месте, где температура не превышает +60° С и где исключено прямое попадание воды.

Провода жгута Х2 подключают к соответствующим точкам схемы электрооборудования автомобиля по схеме рис. 21, на которой показано подключение к катушке типа Б117 без дополнительного резистора (автомобили «Жигули», «Нива»). Провод от вывода 2 в этом случае оставляют свободным. Если катушка будет с дополнительным резистором, то вывод 2 подключают к выводу катушки ВК, а вывод 7 — к ВК-Б.

При установке блока на моделях ВАЗ-2103, 2106, 2107, 2121, имеющих электронный тахометр, коричневый провод тахометра подключают к выводу 1 катушки через резистор МЛТ сопротивлением 1 — 3 кОм и мощностью 1 Вт. При соединении напрямую тахометр работает неустойчиво. Штатный конденсатор от зажима прерывателя должен быть обязательно отсоединен.

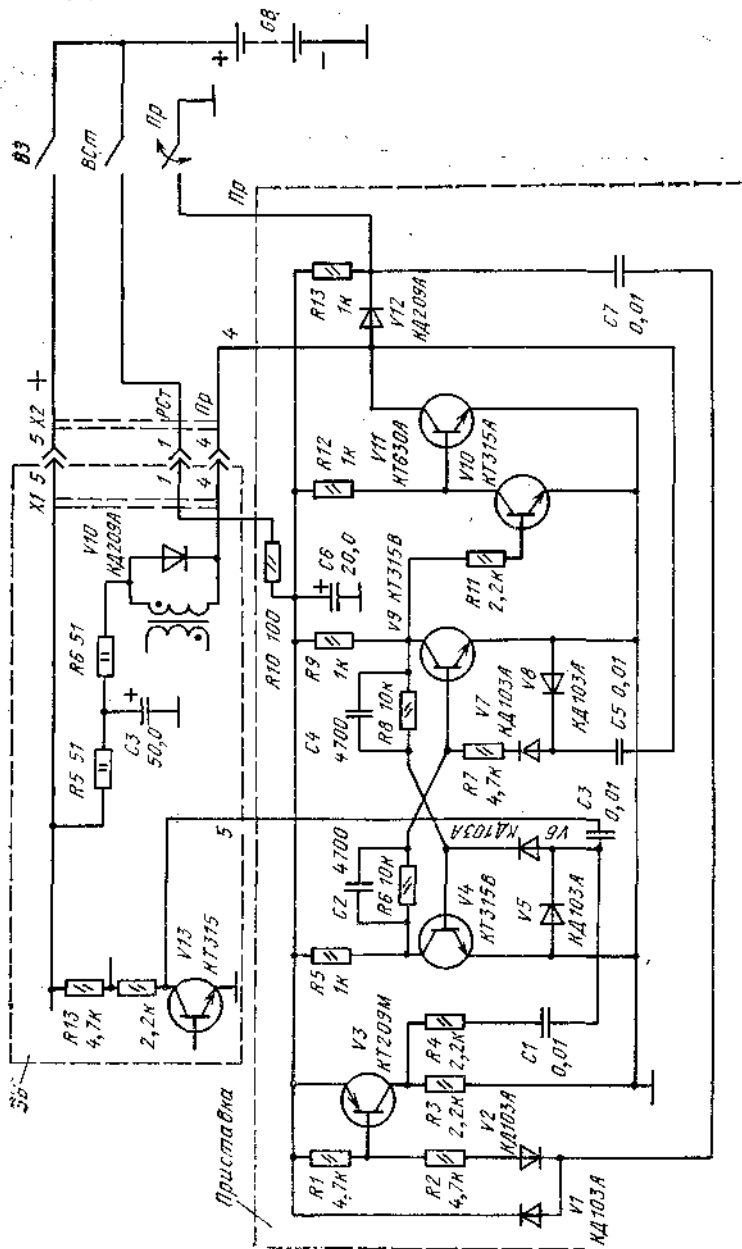
После монтажа блока на автомобиле и проверки его работоспособности следует проверить устройство переключения с электронного зажигания на обычное. Для этого при выключенном зажигании отсоединяют от электронного блока разъем Х2 и соединяют его с разъемом Х3. Система зажигания должна продолжать исправно работать.

## **Приставка к электронному блоку конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для получения многократного искрообразования**

Приставка обеспечивает получение многократного искрообразования в режиме пуска двигателя стартером. Первая искра возникает, как и обычно, после размыкания контактов прерывателя, затем следует серия искр до тех пор, пока контакты не замкнутся. Отличительной чертой приставки является отсутствие собственного автогенератора, и частота многократного искрообразования определяется быстродействием самой системы зажигания. Каждая последующая искра возникает лишь после того, как накопительный конденсатор полностью заряжается. Если же накопительный конденсатор не успевает полностью зарядиться, режим многократного искрообразования прекращается и система работает в однократном режиме.

Электрическая принципиальная схема приставки с цепями подключения на автомобиле приведена на рис. 24. Приставка состоит из симметричного триггера на транзисторах V4, V7, электронного ключа — эмитатора контактов прерывателя — на транзисторах VT0, VII и импульсного инвертора на транзисторе V3. К

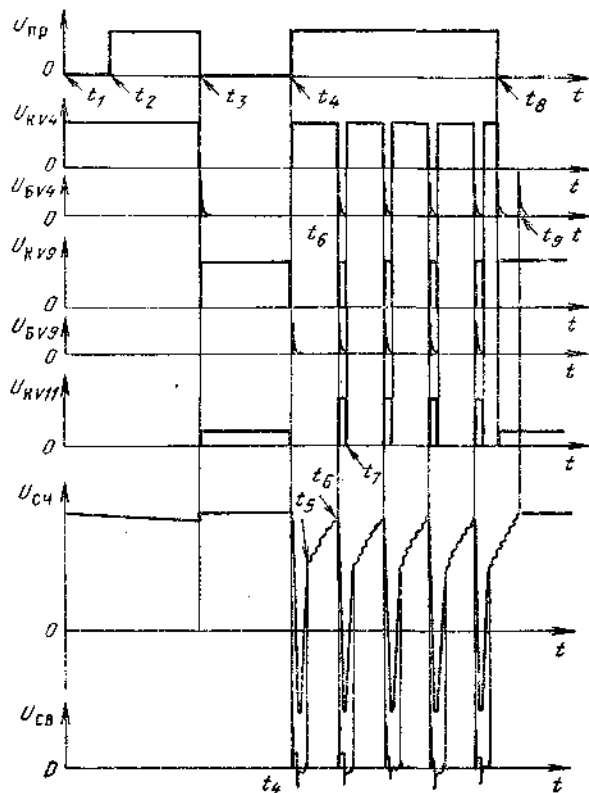
электронному блоку приставка подключается, как показано на рис. 24. На рис. 24 элементы электронного блока обозначены так же, как на рис. 21.



**Рис. 24. Электрическая схема приставки к электронному блоку конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для получения многократного искрообразования**

Система с приставкой работает следующим образом. Допустим, что в момент подачи питания на приставку выключателем стартера ВСт контакты прерывателя Пр замкнуты ( $t_u$  рис. 25). После включения питания триггер на транзисторах V4, V9 может установиться в любое состояние. Допустим, что V4 закрыт, а V9 открыт. Такое состояние триггера будем называть первым. При этом транзистор V10 будет закрыт, а транзистор V11 открыт через резистор R12. Через резисторы R5, R6 электронного блока и обмотку w1 трансформатора T2 протекает ток коллектора транзистора V11, и в магнитопроводе трансформатора накапливается электромагнитная энергия. Если триггер установится во второе устойчивое состояние, транзистор V11 будет закрыт, ток обмотки w1 будет протекать через диод V12 и замкнутые контакты прерывателя. Первое размыкание ( $t_z$ , рис. 25) контактов прерывателя, если транзистор V11 открыт, ничего не изменит. При замыкании контактов прерывателя ( $t_3$ , рис. 25) конденсатор C7 заряжается через переход эмиттер — база транзистора V3, резистор R2 и диод V2. Транзистор V8 на короткое время открывается и положительный импульс с его коллектора через резистор R4, конденсатор C1 и диод V6 поступает на базу транзистора V4. Триггер переключается во второе устойчивое состояние, транзистор V4 открывается, а V9 закрывается. Транзистор V10 открывается через резисторы R9, R11, а транзистор V11 закрывается. Ток обмотки w1 трансформатора T1 теперь протекает через диод V12 и

замкнутые контакты прерывателя.



**Рис. 25. Временные диаграммы работы системы с приставкой в режиме многократного искрообразования**

В момент размыкания контактов прерывателя, как и обычно, в системе происходит искрообразование ( $t_4$ , рис. 25). Кроме того, положительный импульс, образующийся при этом в обмотке  $w_1$  трансформатора T1, проходит через конденсатор C5, диод V7 и резистор R7 к базе транзистора V9, и триггер снова переключается в первое устойчивое состояние. Транзистор V9 открывается, и, следовательно, открывается транзистор VII, что равносильно замыканию контактов прерывателя. Через обмотку  $w_1$  трансформатора T1 начинает протекать коллекторный ток транзистора VII.

После прекращения искрообразования в свече зажигания ( $U$ , рис. 25) преобразователь начинает работать и в момент  $t_8$  заряжает накопительный конденсатор до заданного напряжения 350 — 360 В. Как только это произойдет, стабилитрон VII (рис. 21) устройства стабилизации электронного блока открывается, транзисторы V12 — V14 релейного усилителя переключаются, причем транзистор V13 закрывается, и напряжение на его коллекторе скачком становится положительным. Положительный импульс с коллектора транзистора V13 через конденсатор C3 и диод V6 поступает на базу транзистора V4. Триггер переключается во второе устойчивое состояние — транзистор V4 открывается, а транзисторы V9 и VII закрываются. Закрывание транзистора VII равносильно размыканию контактов прерывателя. В системе возникает вторая искра. Одновременно положительный импульс с коллектора транзистора VII через конденсатор C5, диод V7 резистор R7 поступает на базу транзистора V9, вследствие чего триггер снова переключается в первое устойчивое состояние ( $t_j$  на рис. 25). Транзистор V4 закрывается, а V9 открывается. В результате напряжение на коллекторах транзисторов V4, V9, VII имеет вид коротких импульсов длительностью несколько микросекунд. На рис. 25 длительность этих импульсов для большей наглядности условно увеличена.

Описанные процессы многократно повторяются до момента замыкания контактов прерывателя ( $t_g$  на рис. 25). В этот момент на базу транзистора V4 с коллектора V3 поступает положительный импульс, и триггер переключается во второе устойчивое состояние. Транзистор V4 открывается, а транзисторы V9 и VII закрываются. Однако искра в системе не возникает, так как транзистор VII в это время зашунтирован замкнутыми контактами прерывателя, и ток через обмотку  $w_1$  трансформатора T1 не прекращается.

Положительный импульс, возникающий на коллекторе транзистора V13 и поступающий на базу транзистора V4 в момент окончания заряда накопительного конденсатора ( $t_9$  на рис. 25), тоже ничего не изменяет, так как триггер уже находится во втором устойчивом состоянии.

Таким образом, в режиме многократного искрообразования, когда контакты прерывателя разомкнуты, сигналом для каждой последующей искры служит положительный импульс, возникающий на коллекторе транзистора V13 в момент окончания заряда накопительного конденсатора. Если накопительный конденсатор по каким-либо причинам не успеет полностью зарядиться до момента замыкания контактов прерывателя и указанный импульс не возникнет, то в момент замыкания контактов благодаря импульсу от инвертора на



транзисторе V3 триггер переключится во второе устойчивое состояние и система сможет работать в режиме однократного искрообразования.

Диоды VI, V5, V8 предназначены для разряда конденсаторов C1, C3, C5, C7 после окончания действия рабочих импульсов. Резистор R10 и конденсатор C6 образуют фильтр низких частот, защищающий приставку от импульсных помех бортовой сети автомобиля, интенсивность которых усиливается во время работы стартера.

Конструкция и детали. Приставка не имеет элементов, нагревающихся при работе, поэтому все элементы располагают на печатной или монтажной платах из текстолита или гетинакса с контактными лепестками. Плату помещают в металлический кожух или коробку, защищающую от попадания воды и пыли. Приставка может быть собрана также в одном корпусе с электронным блоком, тем более что в этом случае не потребуются дополнительные контакты в штепсельном разъеме. Как видно из рис. 21, контакт 1 РСт в разъеме XI свободен.

В приставке применены резисторы типа МЛТ и конденсаторы любого типа с рабочим напряжением не менее 50 В. Электролитический конденсатор C6 должен иметь емкость не менее 20 мкФ и допускать работу при температурах от  $-30$  до  $+60^{\circ}$  С. Например, конденсатор типа К50-6 в данном случае не подходит.

Все указания, приведенные выше по элементам электронного блока и их возможной замене, остаются в силе в данном случае.

Наладивание и установка на автомобиле. Если приставка собрана правильно и ее детали исправны, то она начинает работать сразу и никакого наладивания не требует. Проверку ее работоспособности следует производить совместно с исправным электронным блоком, собранным по схеме рис. 21, причем именно тем, с которым приставка будет работать на автомобиле. Это требование связано с необходимостью некоторой доработки электронного блока для работы с приставкой. Необходимо вывести из блока два провода — от коллектора транзистора V13 (5) и от контакта 1 разъема XI, которые подключают к одноименным выводам приставки. Подключение приставки производят в соответствии со схемой рис. 24. Провод от прерывателя разрезают и его концы подключают к выводам приставки 4 и прерывателя Пр.

Проверку работоспособности производят при напряжении питания 12 — 15 В и частоте искрообразования не более 20 Гц (не более 600 об/мин). Сначала проверяют работоспособность системы в режиме однократного искрообразования, т. е. при разомкнутом выключателе ВСт, после чего включают выключатель ВСт. Ток, потребляемый системой, должен сразу возрасти и должен повыситься тон «писка» преобразователя.

Удобно контролировать работу системы с помощью осциллографа, подключив его через делитель напряжения параллельно первичной обмотке катушки зажигания. При работе в режиме однократного искрообразования на экране осциллографа должны наблюдаться импульсы с амплитудой около 350 В, частота следования которых равна частоте размыкания контактов прерывателя. При включении выключателя ВСт количество импульсов должно увеличиться (примерно половина периода должна быть заполнена импульсами).

Проверку работы приставки можно производить также непосредственно на автомобиле, используя электронный тахометр, измеряющий частоту искрообразования, или же на наличие искры. В последнем случае отсоединяют центральный высоковольтный провод распределителя и приближают его на расстояние 10 — 15 мм к массе двигателя. Вывод блока 1 РСт сначала не подключают. Затем, вращая вал двигателя стартером и наблюдая за искрообразованием между центральным проводом и массой, «на ходу» подключают вывод 1 РСт. Звук искрообразования и цвет искры должны измениться.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ АВТОМОБИЛЯ**

### **Экономайзер принудительного холостого хода для автомобилей ВАЗ 2103, 2106, 2121**

Как известно, двигатели автомобилей ВАЗ 2105 и 2107 оборудованы новой системой питания «Каскад», которая по данным [10] позволяет на 5% повысить экономичность автомобиля при езде по городу.

Основным элементом этой системы является специальное устройство, называемое экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ), которым снабжен карбюратор. Кроме того, в систему входят электронный блок управления, электропневмоклапан и микровыключатель, устанавливаемый на карбюраторе.

Принцип действия системы состоит в том, что в режиме принудительного холостого хода, т. е. при торможении двигателем или при движении под уклон с включенной передачей и отпущенной педалью акселератора, подача топливной смеси в двигатель отключается. Это и создает экономию и, кроме того, резко снижает токсичность отработавших газов.

Система «Каскад» может быть установлена на любую модель автомобиля «Жигули» путем соответствующей замены карбюратора и установки дополнительных элементов — электронного блока и электропневмоклапана. Однако такой подход не всегда целесообразен в связи с дефицитностью указанных элементов, а также их значительной стоимостью.

Вместе с тем на моделях ВАЗ 2103, 2106, 2121 система, подобная системе «Каскад», может быть установлена без замены карбюратора и без установки пневмоклапана. Дело в том, что карбюратор у этих

моделей имеет специальный клапан в системе холостого хода, предназначенный для отключения подачи топливной смеси после выключения зажигания, с целью предотвращения калильного зажигания. Этот клапан и может быть использован для отключения подачи топливной смеси на принудительном холостом ходу [8, 9].

Предлагаемая система ЭПХХ обладает рядом преимуществ по сравнению с описанными ранее. Принцип работы системы рассмотрим по структурной схеме, показанной на рис. 26, на которой: ВЗ — выключатель зажигания; МВ — микровыключатель; ЭБ — электронный блок, состоящий из тахометрического реле ТХР и устройства временной задержки УВЗ; ЭК — электромагнитный клапан карбюратора; СД — светодиод.

Контакты МВ разомкнуты только тогда, когда педаль акселератора полностью отпущена.

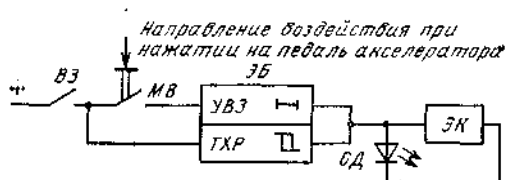


Рис. 26. Структурная схема системы ЭПХХ

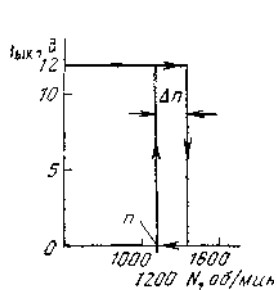


Рис. 27. Частотная характеристика тахометрического реле системы ЭПХХ

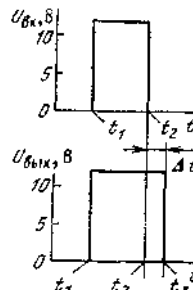


Рис. 28. Временные диаграммы работы устройства временной задержки системы ЭПХХ

Тахометрическое реле имеет частотную характеристику, показанную на рис. 27. После включения питания выключателем ВЗ на выходе ТХР сразу же появляется полное напряжение питания 12 В и остается после запуска двигателя до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала  $N$  не достигнет 1600 об/мин. При достижении этой частоты напряжение на выходе ТХР исчезает и при дальнейшем увеличении частоты больше не появляется. При уменьшении частоты вращения вала двигателя напряжение на выходе ТХР появляется при частоте 1200 об/мин, т. е. на 400 об/мин меньшей. Гистерезис характеристики ТХР предотвращает автоколебания частоты вращения вала двигателя на режимах работы вблизи частоты переключения.

Напряжение с выхода ТХР поступает на электромагнитный клапан карбюратора ЭК. Кроме того, напряжение на ЭК поступает также с выхода УВЗ, временные диаграммы работы которого показаны на рис. 28.

При подаче напряжения  $U_{вх}$  на вход УВЗ (от микровыключателя МВ) такое же напряжение  $U_{вых}$  сразу появляется на его выходе ( $t_1$ , рис. 28). При снятии же напряжения со входа УВЗ ( $t_2$ , на рис. 28) напряжение на его выходе исчезает не сразу, а лишь через некоторое время  $\Delta t$  в момент  $t_3$ . Временная задержка  $\Delta t$  предотвращает нежелательную остановку двигателя после резкого отпущения педали акселератора при выключенной трансмиссии, если до этого частота вращения вала двигателя была больше 1600 об/мин.

Когда педаль акселератора нажата, контакты МВ замкнуты и на ЭК от УВЗ поступает напряжение питания. Кроме того, напряжение на ЭК может поступать и от ТХР при малой частоте вращения вала двигателя  $N$ . При  $N > 1600$  об/мин напряжение на ЭК поступает только от УВЗ. Однако, если частота вращения вала двигателя  $N > 1600$  об/мин, а дроссельная заслонка закрыта (режим принудительного холостого хода), то напряжение на ЭК вообще не поступает и подача топливной смеси перекрыта.

Принципиальная электрическая схема электронного блока системы ЭПХХ с цепями подключения на автомобиле приведена на рис. 29.

Тахометрическое реле состоит из заторможенного мультивибратора на транзисторах V2, V3, электронного ключа на транзисторе V5, компаратора на микросхеме D1, триггера Шмитта на транзисторах V13, V14 и электронных ключей на транзисторах V15 — V17.

Временные диаграммы работы ТХР приведены на рис. 30. Оно работает следующим образом. После включения питания мультивибратор устанавливается в исходное устойчивое состояние, при котором транзистор V2 открыт через резистор R3 и диод VI, а транзистор V3 закрыт. Конденсатор C2 заряжен почти до полного напряжения питания через резистор R6, диод VI и переход база — эмиттер транзистора V2. Транзистор V5 закрыт, и конденсатор C4 заряжен через резисторы R9, R10 до напряжения стабилизации стабилитрона V10 ( $t_1$ , рис. 4). Положительное напряжение с конденсатора C4 через диод V6 поступает на неинвертирующий вход 10 микросхемы D1, на инвертирующий вход 9 которой подается опорное напряжение  $U_{он}$  с дельта-Теля R11, R12.

При неработающем двигателе  $U_{он}$  меньше чем напряжение на конденсаторе C4, поэтому на выходе 5 микросхемы имеется положительное постоянное напряжение, которое через диод VII и резистор R17 поступает на вход Триггера Шмитта и устанавливает его во второе устойчивое состояние: транзистор V13 открыт, а транзистор V14 закрывается. При этом закрывается и Транзистор V16, а транзисторы V17, V15 открыты. Напряжение питания поступает к электромагнитному клапану и светодиоду.

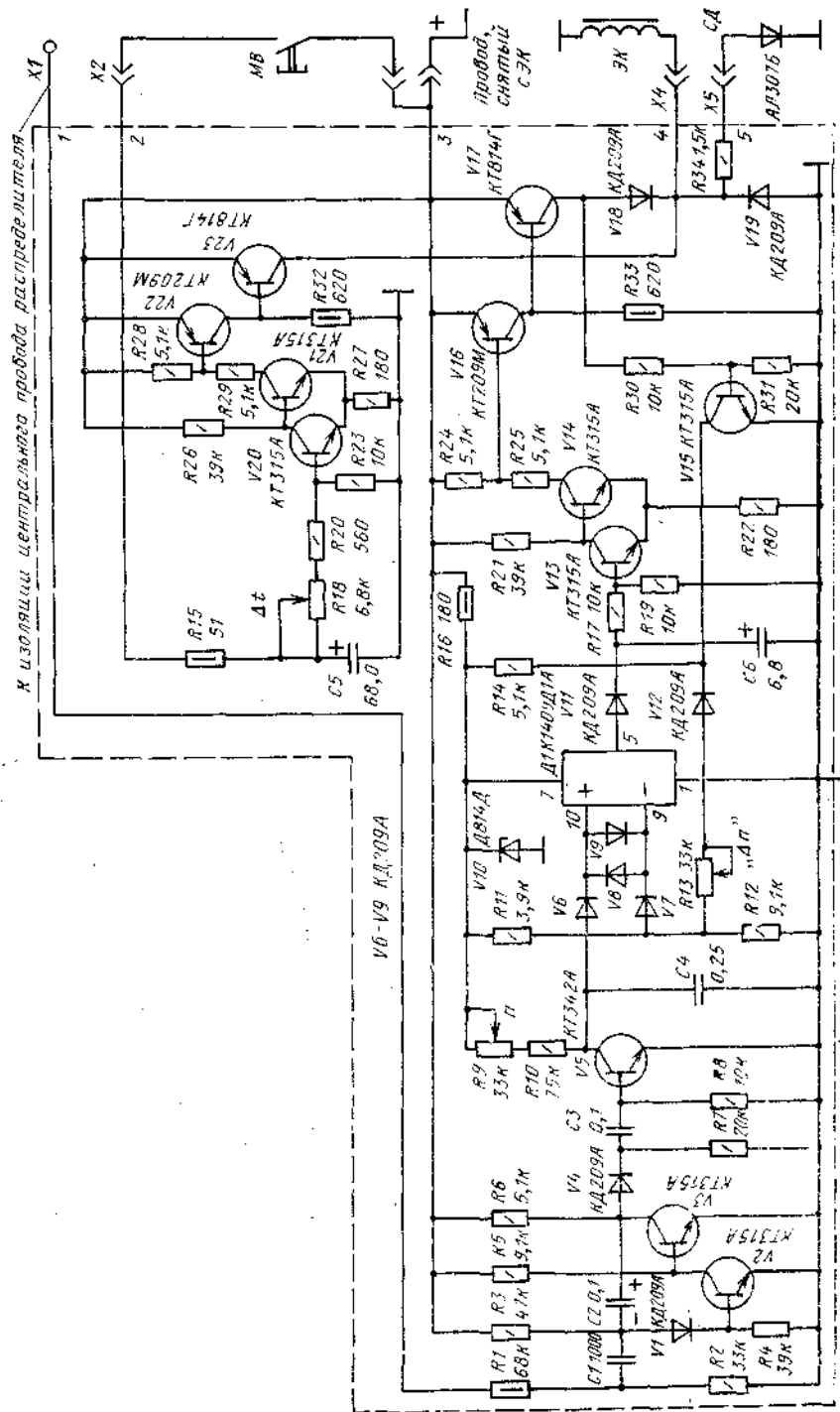
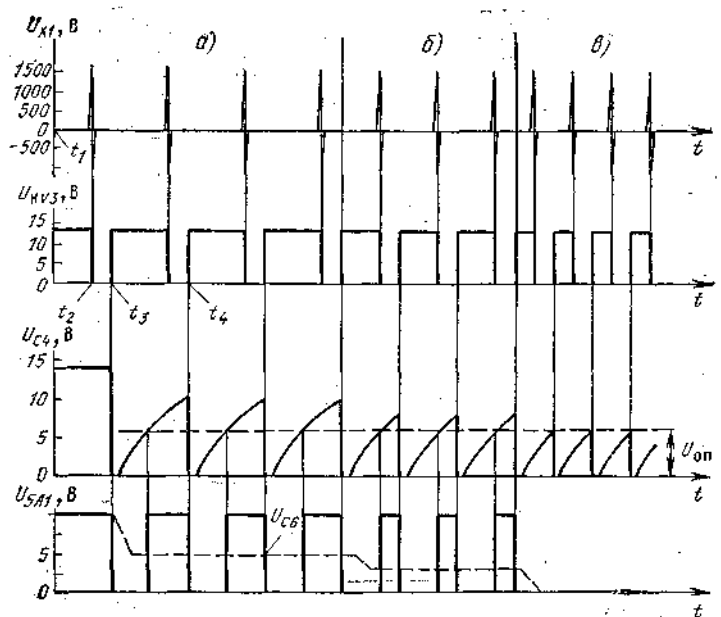


Рис. 29. Схема электронного блока системы ЭПХХ с цепями подключения на автомобиле

Вывод XI электронного блока с помощью пружинного зажима «крокодил» подключен к изоляции центрального высоковольтного провода распределителя. Импульсы высокого напряжения, возникающие в момент искрообразования  $\{U$ , рис. 30), проходят через емкость между высоковольтным проводом и зажимом «крокодил», ослабляются делителем напряжения на резисторах R1, R2 и через конденсатор C1 поступают на вход заторможенного мультивибратора.

Отрицательная полуволна импульса зажигания закрывает транзистор V2, переводя мультивибратор во второе, временно устойчивое состояние. При этом заряженный конденсатор C2 через открывшийся транзистор V3 и резистор R4 подключается к диоду V6 в запирающей полярности и тем самым удерживает мультивибратор во временно устойчивом состоянии после окончания действия импульса зажигания. Конденсатор C2 начинает перезаряжаться через резистор R3 и транзистор V3.



**Рис. 30. Временные диаграммы работы тахометрического реле при низких (а), средних (б) и больших (в) частотах вращения коленчатого вала**

Через некоторое время, которое определяется постоянной времени цепи  $R3C2$ , напряжение на левой обкладке конденсатора  $C2$  становится положительным, диод  $V1$  и транзистор  $V2$  открываются, а транзистор  $V3$  закрывается. Мультивибратор возвращается в исходное устойчивое состояние ( $T_3$  на рис. 30).

Таким образом, во время работы двигателя на выходе мультивибратора (на коллекторе транзистора  $V3$ ) появляется последовательность прямоугольных положительных импульсов, длительность которых обратно пропорциональна частоте искрообразования, а промежутки между импульсами имеют фиксированную длительность (примерно 0,5 мс), определяемую постоянной времени цепи  $R3C2$ .

Положительные импульсы с выхода мультивибратора через диод  $V4$  и конденсатор  $C3$  поступают на базу транзистора  $V5$  и открывают его на время заряда конденсатора  $C3$  через резистор  $R6$  (примерно на 0,05 мс). В результате конденсатор  $C4$  в течение нескольких микросекунд разряжается через открывшийся транзистор  $V5$  ( $t_3, t_4$ , рис. 30).

После закрывания транзистора  $V5$  конденсатор  $C4$  снова заряжается через резисторы  $R9, R10$ , причем напряжение, до которого он зарядится ( $t_4$ , рис. 30), зависит от длительности положительного импульса на коллекторе транзистора  $V3$  или, что то же самое, от частоты вращения вала двигателя. Чем частота выше, тем импульс короче и тем до меньшего напряжения зарядится конденсатор  $C4$ .

При низких частотах вращения коленчатого вала двигателя конденсатор  $C4$  успевает зарядиться до напряжения, превышающего опорное (рис. 30, а, б), в результате чего на выходе 5 микросхемы  $D1$  появляется последовательность положительных импульсов. Постоянная составляющая напряжения этих импульсов выделяется на конденсаторе  $C6$  и через резистор  $R17$  поступает на вход триггера Шмитта, удерживая его во втором устойчивом состоянии. Транзисторы  $V15, V17$  остаются открытыми, и напряжение питания продолжает поступать к электромагнитному клапану и светодиоду.

При увеличении частоты вращения вала двигателя длительность положительных импульсов на коллекторе транзистора уменьшается (рис. 30, б), следовательно, уменьшается и время заряда конденсатора  $C4$ , теперь он успевает зарядиться до меньшего напряжения. Длительность импульсов на выходе 5 микросхемы  $D1$  уменьшается. Уменьшается и положительное напряжение, поступающее от выпрямителя  $V11C6$  на вход триггера Шмитта. Однако триггер до определенного уровня входного напряжения остается во втором устойчивом состоянии, и электромагнитный клапан и светодиод не обесточиваются.

При дальнейшем увеличении частоты наступает момент, когда напряжение на конденсаторе  $C4$  не успевает достичь значения опорного напряжения (рис. 30, в), и положительное напряжение на входе триггера Шмитта исчезает. Триггер переключается в основное устойчивое состояние: транзистор  $V13$  закрывается, а транзистор  $V14$  открывается через резистор  $R21$ . Транзистор  $V16$  открывается коллекторным током транзистора  $V14$ , а транзисторы  $V17$  и  $V15$  закрываются. Электромагнитный клапан и светодиод обесточиваются.

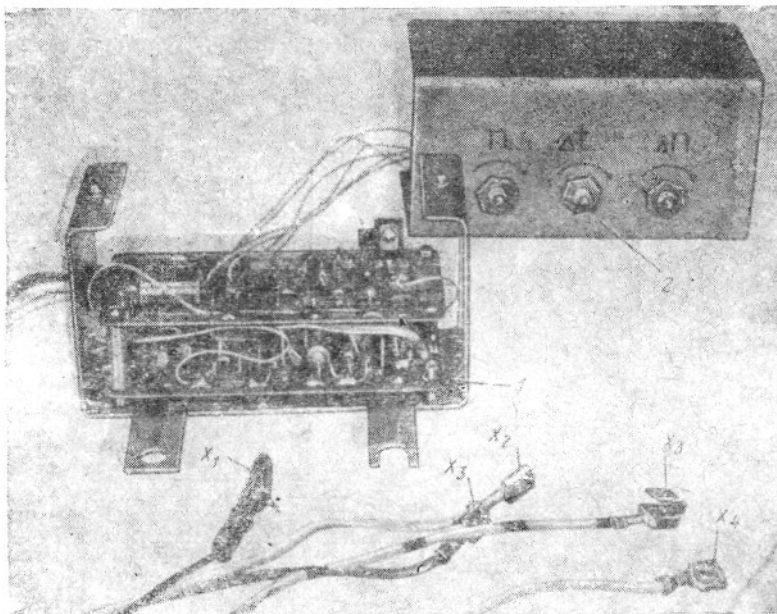
Точность работы ТХР обеспечивается тем, что заряд конденсатора  $C4$  и питание делителя  $R11, R12$  опорного напряжения производятся от одного и того же и при том стабилизированного источника питания — стабилизатора  $V10$ , а также соответствующим выбором типа конденсатора  $C4$ .

Цепь, состоящая из транзистора  $V15$ , диода  $V12$  и резисторов  $R13, R14$  служит для получения заданной величины петли гистерезиса частотной характеристики ТХР. Когда электромагнитный клапан и светодиод обесточены, транзистор  $V15$  и диод  $V12$  закрыты, и эта цепь не оказывает влияния на работу ТХР. Когда же при уменьшении частоты транзистор  $V15$  открывается, резистор  $R13$  через диод  $V12$  и транзистор  $V15$

подключается параллельно резистору R12, вследствие чего опорное напряжение на входе 9 микросхемы D1 уменьшается, и переключение схемы (снятие питания с электромагнитного клапана и светодиода) происходит теперь уже при большей частоте (см. рис. 27).

С помощью переменного резистора R9 выставляют частоту включения электромагнитного клапана и светодиода при уменьшении частоты вращения вала двигателя, а с помощью переменного резистора R13 — величину петли гистерезиса  $\Delta n$ . Диоды V8, V9 ограничивают напряжение между входами микросхемы D1 на допустимом уровне.

Устройство временной задержки УВЗ состоит из цепи временной задержки C5, R18, R20, триггера Шмитта на транзисторах V20, V21 и электронного ключа на транзисторах V22, V23, причем триггер Шмитта и электронный ключ такие же, как и в ТХР. Устройство временной задержки работает следующим образом. Допустим, что контакты микровыключателя МВ разомкнуты. Тогда после включения питания триггер Шмитта устанавливается в основное устойчивое состояние, когда транзистор V20 закрыт, а транзистор V21 открыт. Следовательно, открыт также транзистор V22, а транзистор V23 заперт. Напряжение к электромагнитному клапану и светодиоду от УВЗ не поступает.



**Рис. 31. Электронный блок системы ЭПХХ**

После замыкания контактов МВ ( $T_1$  на рис. 28) конденсатор C5 быстро заряжается через низкоомный резистор R15, и триггер переключается во второе устойчивое состояние: транзисторы V21, V22 закрываются, а транзисторы V20, V23 открываются. Таким образом, напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает сразу же после замыкания контактов микровыключателя МВ.

При размыкании контактов МВ ( $T_2$  на рис. 28) триггер переключается в основное устойчивое состояние не сразу. Конденсатор C5 разряжается через резисторы R18, R20 и переход база — эмиттер транзистора V20, удерживая его в течение некоторого времени в открытом состоянии. Следовательно, момент закрывания контактов транзистора V23 задерживается и происходит примерно через 0,5 с после размыкания контактов микровыключателя МВ ( $t_3$ , рис. 28). Задержку можно регулировать с помощью переменного резистора R18.

Наличие триггеров Шмитта в ТХР и УВЗ позволяет повысить достоверность контроля за работой системы. Благодаря триггерам напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает скачком, и загорание светодиода однозначно указывает на срабатывание электромагнитного клапана (если он, конечно, исправен).

Выбросы напряжения, возникающие в обмотке электромагнитного клапана при его выключении, устраняются диодом V19, тем самым предохраняя транзисторы V17 и V23 от пробоя.

Конструкция и детали. Конструкция электронного блока показана на рис. 31. Корпус блока изготовлен из листового дюралюминия толщиной 1,5 мм и состоит из основания 1 и крышки 2. Основание имеет две лапки с отверстиями  $\varnothing 6$  мм, расположенные на расстоянии 60 мм, что позволяет крепить блок на автомобиле без сверления дополнительных отверстий. При этом блок устанавливают рядом с одним из штатных реле, например РС752 на модели ВАЗ 2106, вводя лапки под штатные элементы крепления реле.

На боковой стенке основания имеется отверстие  $\varnothing 38$  мм с резиновой втулкой, через которое выходит жгут проводов. В нижней части основания имеются четыре отверстия  $\varnothing 2$  мм для крепления печатных плат. Два отверстия с резьбовыми втулками M2 в верхней части основания служат для установки винтов, крепящих крышку. В крышке имеются три отверстия для переменных резисторов R9, R13, R18, рядом с которыми указано назначение каждого резистора.

Все детали схемы, кроме переменных резисторов, расположены на двух печатных платах типа «шахматное поле». На нижней плате собрано ТХР, на верхней — УВЗ. В блоке применены переменные резисторы типа

СПО-0,5. Конденсаторы С1 — С3 могут быть любого типа с рабочим напряжением не менее 25 В, конденсатор С4 — К74П-3 160 В (от качества этого конденсатора зависит термостабильность ТХР), конденсаторы С5 и С6 типа К53-1 15 В.

Выводы блока 2, 4, 5, оканчивают стандартными автомобильными гнездами Х2, Х4, Х5, а вывод 3 — специальным переходником Х3, который можно изготовить из стандартного гнезда, припаяв к нему П-образную пластинку — штырь (см. рис. 31). Вывод 1 оканчивают пружинным зажимом Х1 типа «крокодил», зубья которого нужно спилить, чтобы не повредить изоляцию высоковольтного провода.

Микровыключатель МВ — типа МП10. Его устанавливают с помощью двух винтов М2 на специальном кронштейне (рис. 32), который закрепляют на шпильках крепления карбюратора. Светодиод устанавливают на кронштейне, показанном на рис. 33.

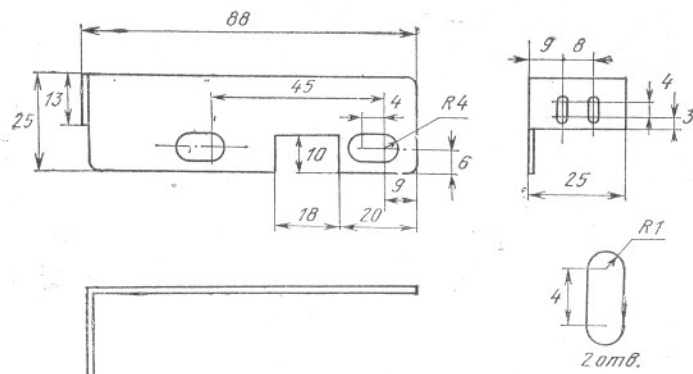


Рис. 32. Кронштейн для установки микровыключателя в системе ЭПХХ

Налаживание. Правильно собранный из исправных деталей блок работает сразу и налаживание его заключается лишь в установке соответствующих значений  $n$ ,  $A_n$  и  $A_t$ . Для автономного налаживания блока требуются источник питания постоянного тока с напряжением 13 — 14 В и током не менее 150 мА и какой-либо генератор прямоугольных импульсов с частотой от 20 до 100 Гц и амплитудой импульсов не менее 5 В, например Г5-50, Г5-75 и т. п. Блок включают по схеме рис. 29, подключив генератор к зажиму Х1. Сопротивление резистора R1 на время налаживания уменьшают до 5 — 10 кОм. Обмотку электромагнитного клапана карбюратора можно заменить резистором 90 — 400 Ом, 2 Вт. Движки переменных резисторов R9 и R13 устанавливают в средние положения, а R19 — в крайнее левое по схеме рис. 29.

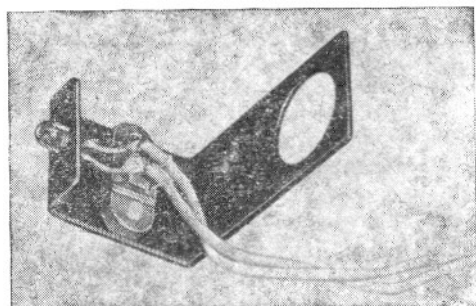


Рис. 33. Внешний вид кронштейна со светодиодом системы ЭПХХ

Включают питание и от генератора импульсов подают сигнал частотой 5 — 10 Гц с амплитудой 5 — 10 В. Светодиод должен светиться, в противном случае этого следует добиться, вращая ось переменного резистора R9. Затем увеличивают частоту импульсов от генератора до тех пор, пока светодиод не погаснет, после чего плавно уменьшают частоту до тех пор, пока светодиод не зажжется. Изменением сопротивления переменного резистора R9 добиваются, чтобы светодиод загорелся при частоте  $40 \pm 1$  Гц. При увеличении сопротивления резистора R9 частота, при которой загорается светодиод, снижается, а при уменьшении — увеличивается.

Затем, изменяя сопротивление резистора R13, добиваются, чтобы светодиод гас (при увеличении частоты) при частоте  $53 \pm 1$  Гц, т. е. чтобы петля гистерезиса характеристики была в пределах нормы. Уменьшение сопротивления резистора R13 увеличивает петлю гистерезиса, а увеличение — уменьшает. Правильно отрегулированное ТХР должно иметь характеристику, показанную на рис. 27. В случае необходимости частоты градуировки можно рассчитать по формуле  $F = N/30$ , где  $N$  — частота вращения вала двигателя, об/мин;  $F$  — частота следования импульсов от генератора, Гц.

Регулировку ТХР можно также производить непосредственно на автомобиле, пользуясь имеющимся на моделях ВАЗ 2103, 2106, 2121 тахометром. Однако такой способ менее точен и более трудоемок, тем более, что штатные тахометры имеют большую погрешность в начале шкалы.

Для проверки УВЗ частоту от генератора импульсов увеличивают до тех пор, пока светодиод не погаснет ( $F > 53$ ) Гц, после чего замыкают контакты микровыключателя. Светодиод сразу же должен загореться. При размыкании контактов светодиод должен погаснуть не сразу, а примерно через 0,3 — 0,5 с. Задержку

регулируют после установки системы на автомобиль.

Установка на автомобиле. Электронный блок устанавливают под капотом, на правом брызговике крыла автомобиля, позади реле РС752, и закрепляют шурупами по металлу, крепящими это реле.

Кронштейн с микровыключателем устанавливают на шпильках крепления карбюратора и закрепляют штатными гайками, крепящими карбюратор. Кронштейн должен быть установлен таким образом, чтобы при опущенной педали акселератора рычаг дроссельной заслонки давил на кнопку микровыключателя, не смещая его корпус. При этом контакты микровыключателя должны быть разомкнуты. При малейшем нажатии на педаль акселератора контакты микровыключателя должны замыкаться. Положение микровыключателя относительно рычага дроссельной заслонки регулируют передвижением кронштейна относительно шпилек и микровыключателя относительно кронштейна, предварительно ослабив соответствующие гайки и винты. Кроме того, консольную часть кронштейна с микровыключателем можно перемещать вниз или вверх путем подгибания.

Светодиод устанавливают в салоне автомобиля на приборном щитке, чтобы он был в поле зрения водителя, например между спидометром и тахометром на специальном кронштейне (рис. 33), который закрепляют гайкой втулки ручки установки на нуль счетчика дневного пробега.

Электрические соединения производят в соответствии с рис. 29.

После установки системы на автомобиль следует проверить ее работоспособность, а также отрегулировать временную задержку. Проверку производят на прогревом двигателе с полностью открытой воздушной заслонкой карбюратора.

Одновременно с включением зажигания должен загореться светодиод и продолжать гореть после запуска двигателя при его работе на холостом ходу ( $N=700—1000$  об/мин) с опущенной педалью акселератора. Затем, нажимая на педаль акселератора, устанавливают частоту вращения вала двигателя  $2000—2500$  об/мин и резко отпускают педаль. Светодиод не должен гаснуть, и двигатель не должен глохнуть. После этого с помощью переменного резистора R18 (ЛТ) уменьшают временную задержку до тех пор, пока светодиод при резком отпускании педали акселератора не будет кратковременно гаснуть. При этом двигатель может глохнуть или работать некоторое время неустойчиво. Затем несколько увеличивают временную задержку, чтобы исключить эти явления.

С точки зрения экономии горючего временная задержка должна быть минимальной, однако такой, чтобы двигатель при резком отпускании педали акселератора не глох.

Затем проверяют работу системы при движении автомобиля. Разгоняют автомобиль на прямой передаче до скорости, соответствующей  $2500—3000$  об/мин вала двигателя. Светодиод должен при этом гореть. Затем отпускают педаль акселератора и, наблюдая за показаниями тахометра, двигаются по инерции с включенной передачей и сцеплением. Через  $0,3—0,5$  с после отпускания педали акселератора светодиод должен погаснуть и зажечься лишь при снижении частоты примерно до  $1200$  об/мин.

Экономия топлива, получаемая при установке описываемой системы, во многом зависит от стиля езды водителя, от того, насколько полно используется режим принудительного холостого хода. Наличие светодиода на панели приборов позволяет наиболее полно использовать этот режим. Когда светодиод не горит, двигатель топлива не потребляет.

В заключение следует отметить, что если при установке ЭПХХ доработать карбюратор [9], перенеся электромагнитный клапан в нижнюю часть системы холостого хода, с тем, чтобы он перекрывал не только топливный жиклер, но и всю систему холостого хода, исключая тем самым ее продувку в режиме ПХХ через воздушный жиклер, то устройство временной задержки можно исключить, а микровыключатель МВ подсоединить непосредственно к электромагнитному клапану. Эффективность ЭПХХ при этом возрастает.

## **Электронный регулятор напряжения для автомобилей «Жигули»**

В настоящее время на большинстве автомобилей применяют трехфазные генераторы переменного тока с независимым возбуждением, обмотки статора которых соединены в звезду, со встроенным кремниевым выпрямителем, осуществляющим трехфазное двухполупериодное выпрямление. Обмотка возбуждения вращается на роторе и через контактные кольца соединяется с соответствующими выводами генератора и редулятора.

Задача регулятора состоит в поддержании постоянства напряжения, развиваемого генератором, при изменении частоты вращения его ротора и нагрузки, причем условия работы автомобильного генератора таковы, что частота вращения его ротора изменяется в  $8—10$  раз, а ток нагрузки — более чем в  $10$  раз. Поддержание постоянства напряжения в этих условиях достигается соответствующим изменением тока обмотки возбуждения.

Применяемые в настоящее время на автомобилях как электромеханические (РР362, РР380 и т. п.), так и электронные (РР350, ЯП2А и т.п.) регуляторы напряжения имеют весьма существенный недостаток, заключающийся в том, что они поддерживают напряжение в заданных пределах лишь на своих собственных зажимах, и, несмотря на исправность регулятора, напряжение в бортовой электросети автомобиля может значительно превышать заданное значение. Это происходит потому, что по цепи, к которой подключен регулятор на автомобиле, протекает значительный ток, являющийся суммарным током обмотки возбуждения

генератора, катушки зажигания и прерывателя указателей поворота. Вследствие этого напряжение заряда аккумулятора зависит не только от исправности самого регулятора, но и в большой степени от сопротивления в цепи между зажимами регулятора и аккумулятора.

В новом, исправном автомобиле это сопротивление обычно не превышает 0,05 — 0,10 Ом. Однако в процессе эксплуатации вследствие окисления и обгорания контактов в выключателе зажигания, ослабления пружин держателя предохранителя и других подобных факторов оно увеличивается до 0,25 — 0,35 Ом, что приводит к перезаряду аккумулятора, к сокращению срока его службы, к выкипанию и выбрызгиванию электролита. Причем повышение напряжения всего на 10 — 12% относительно оптимального сокращает срок службы аккумулятора и ламп в 2 — 2,5 раза [11].

Описываемая в настоящем разделе практическая конструкция автомобильного регулятора свободна от указанного недостатка. Особенностью регулятора является наличие у него специального измерительного вывода, подключаемого непосредственно к положительному зажиму аккумулятора, что устраняет влияние переходных сопротивлений и нагрузок в силовой цепи регулятора на величину поддерживаемого напряжения.

Таким образом, обладая всеми преимуществами, присущими обычным электронным регуляторам (высокая стабильность и надежность, практически неограниченный срок службы), описываемый регулятор, кроме того, обеспечивает поддержание напряжения в заданных пределах непосредственно на зажимах аккумулятора. Это существенно повышает стабильность напряжения в бортовой электросети и упрощает обслуживание автомобиля. Увеличивается срок службы аккумулятора и ламп, устраняется необходимость частой доливки воды в аккумулятор. Аккумулятор всегда имеет чистую поверхность, что не только приятно для глаз, но и уменьшает саморазряд.

Особенностью описываемого регулятора является то, что наряду с основной функцией — поддержанием напряжения в бортовой электросети в заданных пределах, он выполняет также функцию включения и отключения контрольной лампы заряда аккумулятора.

Дело в том, что применяемая на автомобилях «Жигули» система контроля работы генератора, регулятора, аккумулятора с помощью реле РС702, выключающего контрольную лампу заряда аккумулятора, не обеспечивает необходимой достоверности контроля. Контрольная лампа загорается лишь в том случае, если генератор совсем перестал работать. В случае же недозарядки аккумулятора, например вследствие слабого натяжения ремня генератора или неисправности регулятора, а также в случае перезарядки аккумулятора, например вследствие спекания контактов регулятора, контрольная лампа остается отключенной, и водитель не получает необходимой информации об аварийной ситуации в системе.

Применение описываемого регулятора позволяет устранить указанный недостаток. В случае любой неисправности загорается контрольная лампа, предупреждая водителя о неисправности в системе. Осуществляется также постоянный контроль за исправностью самой лампы, которая загорается при работе двигателя на холостых оборотах.

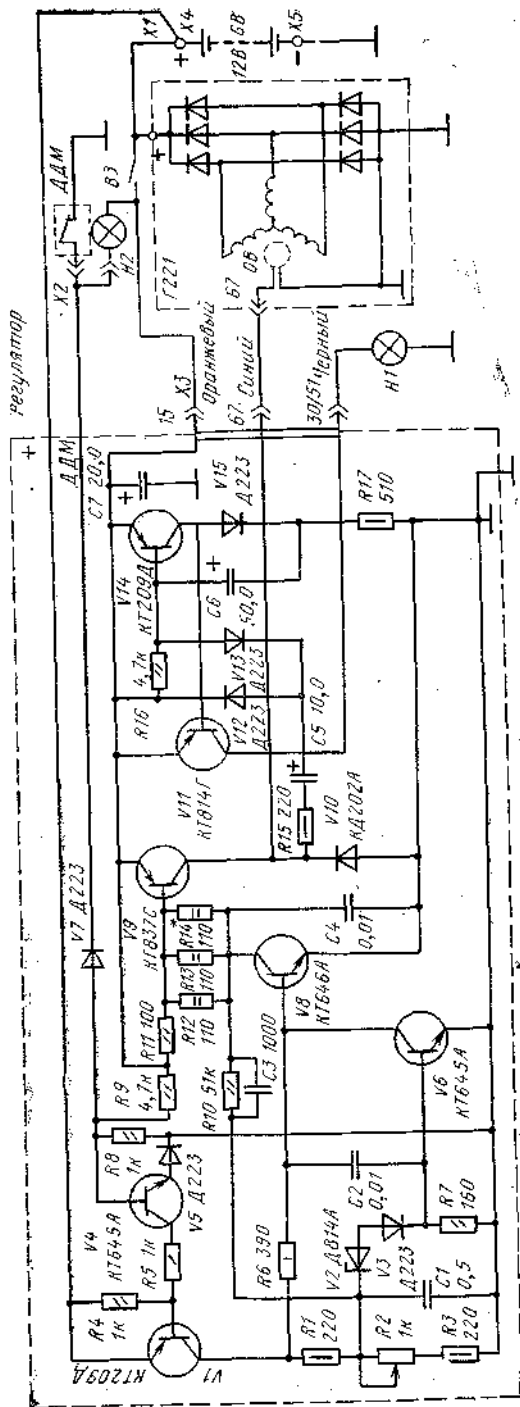
Другой особенностью описываемого регулятора напряжения является отключение обмотки возбуждения генератора при остановленном двигателе и включенном зажигании. Действительно, часто бывает, что при производстве каких-либо работ в автомобиле необходимо включить зажигание при остановленном двигателе. С обычным регулятором при этом через обмотку возбуждения сразу же начинает протекать бесполезный в данном случае ток. Он нагревает обмотку возбуждения и при длительном протекании может вызвать пригорание контактных колец неподвижного ротора. Кроме того, происходит бесполезный разряд аккумулятора. Применение описываемого регулятора позволяет устранить указанный недостаток.

Описываемый регулятор предназначен для применения на автомобилях ВАЗ, укомплектованных генераторами Г221, вместо штатного электромеханического регулятора РР380. Однако он может быть применен и на автомобилях других марок, снабженных генератором переменного тока с номинальным напряжением 12 В и током обмотки возбуждения не более 3,2 А. к. Номинальное напряжение, поддерживаемое регулятором, можно регулировать в пределах от 13 до 15 В, что позволяет выбирать оптимальный режим работы аккумулятора в зависимости от времени года и климатических условий (табл. 5). Погрешность стабилизации напряжения во всех условиях эксплуатации не более 0,1 В. Падение напряжения внутри регулятора между выводами 15 и 67 не более 0,9 В (практически 0,25 — 0,45 В).

**Таблица 5**

Климатический район	Время года	Установка аккумулятора	
		наружная	подкапотная
		зарядное напряжение, В	
Северные районы и районы с резко континентальным климатом температурой зимой ниже — 40° С	Зима	15,0	14,5
	Лето	14,0	13,7
Центральные районы с температурой зимой до — 40° С	В течение года	14,2	13,7
Южные районы	В течение года	13,5	13,5





**Рис. 34. Электрическая схема регулятора напряжения для автомобилей «Жигули» с цепями подключения на автомобиле**

Электрическая принципиальная схема регулятора с цепями подключения на автомобиле «Жигули» приведена на рис. 34. Регулятор имеет следующие основные узлы:

измерительное пороговое устройство с фильтром нижних частот на стабилитроне V2, диоде V3, резисторах R1 — R3 и конденсаторе C1;

усилитель постоянного тока на транзисторах V6, V8, V9, нагрузкой которого является обмотка возбуждения ОВ генератора Г221;

каскад включения контрольной лампы заряда аккумулятора, состоящий из выпрямителя на диодах V12, V13 и усилителя постоянного тока на транзисторах V11, V14; ключевое устройство на транзисторах V1, V4; цепь блокировки обмотки возбуждения на диоде V7.

Регулятор работает следующим образом. При включении питания выключателем зажигания В3 при неработающем двигателе транзистор V4 остается закрытым, так как его базовая цепь зашунтирована через диод V7 замкнутыми контактами датчика давления масла ДДМ. При этом диод V5 обеспечивает надежное

закрывание транзистора V4. Контрольная лампа Н2 давления масла в это время горит. Поскольку транзистор V4 закрыт, транзистор V1 тоже закрыт, и напряжение на базе V8 отсутствует. Стабилитрон V2 и транзисторы V6, V8, V9 усилителя постоянного тока закрыты. Обмотка возбуждения генератора обесточена. Транзистор V14 каскада включения конт-рольной лампы заряда аккумулятора закрыт, а VII открыт через резистор R17 и диод V15. Контрольная лампа заряда аккумулятора Н1 горит. После запуска двигателя и появления давления в масляной магистрали контакты ДДМ размыкаются и лампа Н2 гаснет. Транзисторы V4 и V1 открываются, первый через резистор R9, а второй через резистор R5. Напряжение питания через транзистор V1 поступает к измерительному пороговому устройству и к базе транзистора V8. Однако до тех пор, пока напряжение в бортовой электросети меньше заданного, стабилитрон V2 и транзистор V6 закрыты, транзисторы V8 и V9 открыты, вследствие чего через обмотку возбуждения протекает ток.

По мере увеличения частоты вращения ротора генератора напряжение в бортовой электросети увеличивается и, когда оно достигает заданного значения, стабилитрон V2 открывается, что вызывает открывание транзистора V6, (запирание транзисторов V8, V9 и отключение обмотки возбуждения ОВ от источника питания. Напряжение на обмотке возбуждения меняет свой знак, и ток в обмотке убывает, протекая теперь через диод V10. Напряжение в бор-говой электросети (напряжение, развиваемое генератором) уменьшается. Стабилитрон V2 и транзистор V6 снова закрываются, а транзисторы V8, V9 открываются. Обмотка возбуждения снова подключается к источнику питания, и ток через нее увеличивается. Напряжение в бортовой сети снова увеличивается и так продолжается в течение всего времени работы регулятора. Процесс переключения транзисторов регулятора происходит с частотой 80 — 100 Гц, и напряжение в бортовой электросети пульсирует с этой частотой около заданного значения с амплитудой около 0,1 В.

При изменении частоты вращения ротора генератора или изменении то- $\%i$  нагрузки изменяется лишь скажность и частота переключения транзисто-Бов, тем самым изменяя средний ток через обмотку возбуждения. Напряжение же, развиваемое генератором, остается практически постоянным.

Таким образом, признаком исправной работы системы генератор — регулятор — аккумулятор является наличие на коллекторе транзистора V9 импульсного напряжения с частотой 80 — 100 Гц и амплитудой около 14 В. Это напряжение выпрямляется выпрямителем, выполненным на диодах V12, V13 в конденсаторе C5 по схеме удвоения напряжения, и открывает транзистор V14. Транзистор V14 шунтирует цепь базы транзистора VII, и он закрывается. Контрольная лампа заряда аккумулятора Н1 гаснет, сигнализируя об исправности системы генератор — регулятор — аккумулятор, о выходе ее на стационарный режим работы. Конденсатор C6 сглаживает пульсации напряжения на базе транзистора V14, в результате чего последний остается в открытом состоянии и во время действия положительных полуволн импульсного напряжения.

В случае любой неисправности в системе или слишком большой нагрузки при малой частоте вращения ротора генератора импульсное напряжение на коллекторе транзистора V9 исчезает, транзистор V14 закрывается, а транзистор VII открывается, включая контрольную лампу Н1. То же самое происходит в случае пробоя транзисторов V9 или V14.

Остановимся на назначении некоторых элементов схемы регулятора.

Конденсатор C1 совместно с резисторами R1 — R3 образует фильтр нижних частот, сглаживающий пульсации напряжения генератора переменного тока. Без этого фильтра переключение транзисторов регулятора происходило бы с частотой пульсации напряжения генератора — несколько килогерц, что нарушало бы нормальную работу регулятора и увеличило бы мощность, рассеиваемую транзисторами. Диод V3 компенсирует температурные изменения напряжения стабилизации стабилитрона V2, что повышает термостабильность регулятора.

С помощью цепи R10, C3 осуществляется положительная обратная связь с коллектора транзистора V8 на базу транзистора V6 через стабилитрон V2 и диод V13. Такая обратная связь ускоряет процесс переключения транзисторов усилителя регулятора, тем самым уменьшая рассеиваемую ими мощность.

Резистор R15 ограничивает ток через диоды V12, V13 на допустимом уровне. Диод V15 обеспечивает однополярное напряжение на электролитическом конденсаторе C6. Без этого диода, когда транзистор V14 открыт, на верхней по схеме обкладке конденсатора было бы небольшое отрицательное напряжение, что приводило бы к расформовке электролитического конденсатора. Конденсаторы C2, C4 устраняют самовозбуждение усилителя регулятора.

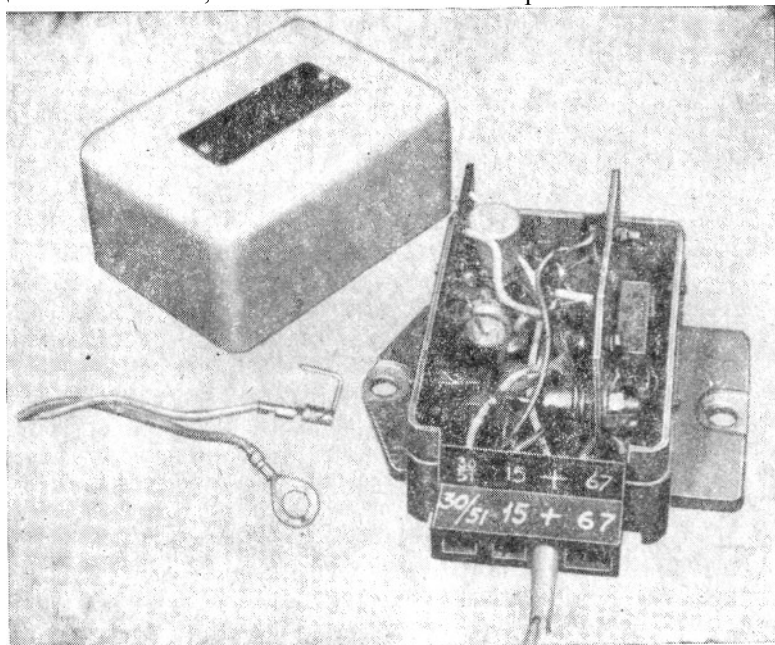
Конденсатор C7 уменьшает амплитуду импульсных помех на выводах регулятора, тем самым защищая транзисторы от пробоя и повышая надежность регулятора. С помощью переменного резистора R2 производят регулировку напряжения, поддерживаемого регулятором.

Конструкция и детали. Конструкция регулятора должна быть брызгоза-щищенной. Посадочные и присоединительные размеры регулятора должны быть такими же, как и у штатного регулятора PP380, чтобы регулятор можно было установить на шпильках, крепящих штатный регулятор, и подключить с помощью стандартных автомобильных вставок разъемов. Вывод ДДМ оканчивают переходником X2, состоящим из гнезда и впаянного штыря. Длина вывода ДДМ — 300 — 400 мм. Провод вывода «+» должен иметь длину 2000±50 мм и оканчиваться наконечником XI с отверстием диаметром 6,2 — 6,5 мм для подключения к зажиму аккумулятора.

Транзисторы V9, VII и диод V10 должны быть установлены на теплоот-аоде площадью не менее 18 см<sup>2</sup>, причем транзистор V1-1 — на тонкой лавса-шовой или слюдяной прокладке, обеспечивающей электрическую изоляцию его корпуса от теплоотвода. Сам же теплоотвод должен быть изолирован от массы. Остальные

элементы размещают на печатной или монтажной плате с контактными лепестками. При этом следует иметь в виду, что резисторы R12 — R14 во время работы регулятора сильно нагреваются, поэтому их не следует располагать рядом с элементами измерительного порогового устройства и транзисторами. Переменный резистор R2 устанавливают так, чтобы к его валу был обеспечен доступ после установки регулятора на автомобиле. Резистор R14 при сборке не устанавливают: необходимость в нем определяют при налаживании регулятора.

Электрические соединения на плате должны быть выполнены так, чтобы, элементы измерительного порогового устройства и эмиттер транзистора V6 сначала были соединены между собой, а затем уже подключены к массе, как это показано на схеме рис. 34.



**Рис. 35. Вариант конструкции регулятора напряжения для автомобилей «Жигули»**

Один из вариантов конструкции регулятора показан на рис. 35. Основание выполнено из алюминиевого сплава фрезерованием. Корпус разъема ХЗ состоит из двух половин, изготовленных из эбонита также фрезерованием. Корпус имеет отверстие, через которое проходят провода выводов «+» и ДДМ. Монтаж элементов выполнен на двух печатных платах, одна из которых закреплена горизонтально внизу на приливах основания, а другая и теплопровод — вертикально на нижней плате. Сверху основание закрыто стальной крышкой, которая крепится четырьмя винтами к основанию.

В регуляторе применены постоянные резисторы типа МЛТ и переменный резистор типа СП5-1А (от стабильности этого резистора зависит стабильность напряжения, поддерживаемого регулятором); конденсаторы С1 — типы МБМ с рабочим напряжением 160 В, С2, С4 — типа БМ-2 200 В, С3 — БМ-2 300 В, электролитические конденсаторы типа К.50-20 (С5, С6 с рабочим напряжением 25 В, С7 — 50 В). Могут быть применены конденсаторы других типов на напряжение не менее 25 В (С7 — не менее 50 В).

Транзисторы КТ209Д могут быть заменены на транзисторы КТ209, КТ208 с любым буквенным индексом. Однако предпочтение следует отдавать транзисторам с большим допустимым напряжением коллектор — эмиттер. Транзисторы КТ645А могут быть заменены на КТ342А(Б), а транзистор КТ646А на КТ630А(Б), КТ608А(Б).

Транзистор КТ837С можно заменить на любой другой транзистор этой серии. Однако следует иметь в виду, что чем ниже допустимое напряжение коллектор — эмиттер этого транзистора, тем вероятней его пробой и тем ниже надежность регулятора. Кроме того, этот транзистор должен иметь минимальное напряжение насыщения коллектор — эмиттер, так как от его значения зависит качество регулятора и его надежность. Чем это напряжение меньше, тем меньше энергии теряется внутри регулятора и тем легче его температурный режим.

Транзистор КТ814Г можно заменить на КТ814А (Б, В) или же КТ837 с любым буквенным индексом.

Налаживание. Если регулятор собран правильно из исправных деталей, то он работает сразу, и налаживание его заключается лишь в регулировке значения поддерживаемого напряжения и, при необходимости, установке резистора R14. Налаживание регулятора можно производить как в автономном режиме, так и после установки его на автомобиль. В любом случае окончательную установку значения поддерживаемого напряжения производят на автомобиле.

Установка и регулировка на автомобиле. На автомобилях «Жигули» электронный регулятор устанавливают на шпильках крепления штатного регулятора РР380 вместо него. Провода штекеров 15 и 67 — оранжевый и синий, отключают от штырей разъема регулятора РР380 и подключают к одноименным штырям разъема электронного регулятора. Черный провод вставки разъема 30/15 отключают от штыря 30/51 реле РС 702, освобождают на необходимую длину из общего жгута проводов, прокладывают вместе с проводами этого жгута

и подключают к одноименному штырю 30/51 разъема электронного регулятора. Остальные провода также отключают от штырей реле РС 702, изолируют и закрепляют в удобном месте. Провод вывода + электронного регулятора, снабженный наконечником с отверстием диаметром 6 мм, прокладывают вместе с проводами штатного жгута к аккумулятору и подключают к его положительному зажиму под гайку клеммного болта.

Прежде чем приступить к регулировке регулятора на автомобиле, необходимо специально убедиться в исправности генератора, поскольку штатная система контроля не выявляет некоторые его неисправности, наличие которых не позволит обеспечить нормальный режим работы регулятора.

Исправность генератора проверяют следующим образом. К зажимам аккумулятора подсоединяют вольтметр постоянного тока со шкалой 20 или 30 В. Запускают двигатель и устанавливают частоту вращения его вала в пределах 1000 — 2000 об/мин. После чего отсоединяют провода 15 и 67 от штырей регулятора и, избегая касания корпуса автомобиля, замыкают их между собой. При этом, если генератор исправен, показания вольтметра должны превышать 15 В. В противном случае следует устранить неисправность генератора.

Регулировку производят следующим образом. Параллельно выводам аккумулятора подключают вольтметр постоянного тока со шкалой 15 В класса точности не ниже 1,5. Все потребители электроэнергии выключают. Запускают двигатель и устанавливают частоту вращения вала в пределах 1200 — 1600 об/мин. Вращая ось переменного резистора R2, устанавливают значение напряжения в соответствии с табл. 5. Затем увеличивают и уменьшают частоту вращения вала двигателя, включают и отключают потребители. При этом показания вольтметра должны оставаться практически постоянными. Допускается лишь кратковременное незначительное дрожание стрелки вольтметра при включении или выключении нагрузки.

Затем при остановленном двигателе и снятой с датчика давления масла вставке разъема X2 включают зажигание и вольтметром постоянного тока со шкалой 1,5 — 3 В измеряют падение напряжения между выводами 15 и 67 регулятора. Измеренное значение не должно превышать 0,5 В, в противном случае следует установить резистор R14.

Частоту вращения вала двигателя на оборотах холостого хода желательно отрегулировать таким образом, чтобы контрольная лампа заряда аккумулятора на оборотах холостого хода горела. Это обеспечит повышение достоверности контроля работы системы, так как водитель будет периодически получать информацию об исправности самой лампы.

В процессе эксплуатации описанного регулятора, как и других электронных регуляторов, имеющих каскад включения контрольной лампы, последняя может обеспечить проведение диагностики некоторых неисправностей системы генератор — регулятор — аккумулятор [5].

Описанный регулятор может быть применен и на автомобилях других типов. В этом случае его устанавливают в месте, где температура не превышает +65° С, и подключают по схеме рис. 34. Если на автомобиле нет контрольной лампы заряда аккумулятора и контактного датчика давления масла, выводы 30/51 и X2 регулятора оставляют свободными. Следует иметь в виду, что вывод ДДМ нельзя подключать к вибрационному датчику масляного манометра. В этом случае регулятор работать не будет. Очевидно, что применительно к автомобилям, на которых нет контрольной лампы заряда аккумулятора и контактного датчика давления масла, из схемы регулятора напряжения (рис. 34) можно исключить каскад включения контрольной лампы и цепь блокировки обмотки возбуждения, а диод V5 заменить перемычкой.

## Автомобильные сторожа

Каждый автомобиль желательно оборудовать дополнительным устройством, предотвращающим проникновение в его салон, багажник и моторный отсек посторонних лиц, а также пуск двигателя этими лицами.

Известная схема простого автомобильного сторожа приведена на рис. 36. Кнопочные выключатели S2 — Sn устанавливают в дверях, багажнике и капоте автомобиля. Выключатель S1 располагают снаружи автомобиля. При открывании какой-нибудь из дверей, багажника или капота замыкаются контакты соответствующего выключателя S2 — Sn, и если выключатель S1 включен, реле K2 срабатывает и его контакты 4 — 5 и 7 — 6 замыкаются. Контакты 7 — 6 блокируют кнопочные выключатели S2 — Sn, а контакты 4 — 5 замыкают цепь питания реле сигналов K1, включающее звуковые сигналы ЗС. Теперь, даже если двери, багажник и капот закрыть, реле K1 и K2 не обесточатся и сигналы будут продолжать звучать. Для выключения сигналов необходимо разомкнуть контакты выключателя SL.

На автомобилях «Жигули» установка дополнительных дверных выключателей не требуется, поскольку используются штатные дверные выключатели, служащие для включения ламп Н1 и Н2 плафонов салона при открывании дверей. Это упрощает монтаж сторожа на автомобиле и позволяет постоянно контролировать исправность выключателей. В случае неисправности любого из них плафоны в салоне будут гореть при закрытых дверях, багажнике и капоте или, наоборот, не будут зажигаться при их открывании. Однако плафоны салона теперь будут гореть не только при открытых дверях, но и при открытом багажнике или капоте. Если это нежелательно, выключатели багажника и капота следует подключить к аноду диода VI, однако контроль исправности этих выключателей при этом осуществляться не будет.

Диод VI предназначен для разгрузки контактов реле K2 от тока ламп Н1, Н2 плафонов. Диод может быть любого типа на ток не менее 100 мА и напряжение 15 В, например Д226. Реле K2 может быть также любого

типа, например РЭС9, паспорт РС4.524.202, на напряжение 12 В с двумя парами замыкающих контактов, рассчитанных на ток, потребляемый реле сигналов К1 или, если его нет, на ток, потребляемый самими сигналами.

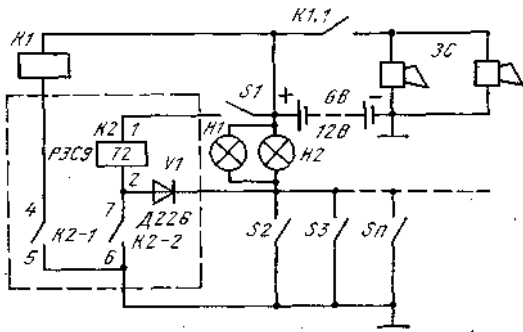


Рис. 36. Электрическая принципиальная схема простого автомобильного сторожа

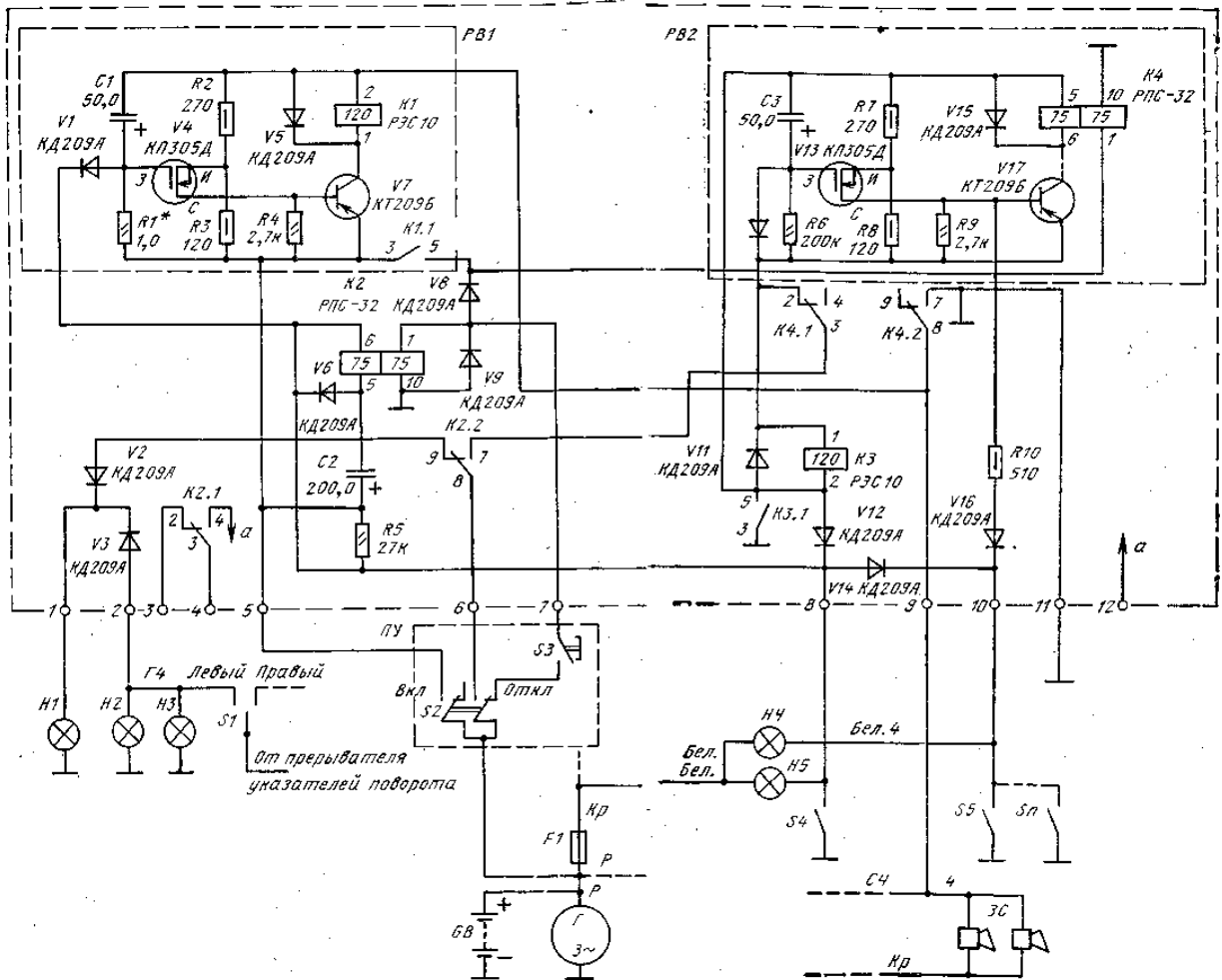


Рис. 37. Электрическая принципиальная схема электронного автомобильного сторожа с цепями подключения на автомобиле «Жигули»:

а — лампа левого переднего указателя поворота; Н2, Н3 — лампы левых переднего и заднего указателей поворота, F1 — предохранитель № 1, Н4 — лампа правого плафона салона, Н5 — лампа левого плафона салона, S4 — выключатель двери водителя, S5-Sn — выключатели остальных дверей багажника, капота и т. п.

Расцветка проводов: Р-розовый, Кр - красный, Ч- черный, Бел. - белый, ГЧ - голубой с черной полоской, Бел.Ч - белый с черной полоской, СЧ - серый с черной полоской

Недостатком простого автомобильного сторожа является необходимость его включения и отключения снаружи автомобиля, что по понятным причинам не всегда удобно. Ниже описан электронный автомобильный сторож, свободный от этого недостатка. Управление сторожем осуществляется с помощью переключателя и кнопки, установленных в удобном для водителя потайном месте внутри салона, и с помощью кнопочных выключателей, установленных в дверях, багажнике, капоте, на ветровом стекле и в других необходимых ме-

стах. Причем на автомобилях «Жигули», так же как и при установке простого сторожа, используют штатные дверные выключатели, служащие для включения ламп плафонов при открывании дверей. В режим охраны сторож переключается автоматически после закрывания последней из дверей, багажника или капота. При этом сразу же блокируется система зажигания.

Включение звукового сигнала происходит через 8 — 15 с после открывания двери водителя и немедленно при открывании остальных дверей, багажника, капота или попытки снятия ветрового стекла и других деталей, заблокированных выключателями.

Сторож имеет следующие преимущества перед аналогичными приборами: предусмотрен контроль за исправностью сторожа с помощью лампы левого бокового указателя поворота;

при неисправности какого-либо из кнопочных выключателей не происходит ложного срабатывания сторожа, он просто не переключается в режим охраны;

сторож автоматически возвращается в режим охраны через 100 — 120 с после устранения причины его срабатывания, при этом звуковой сигнал прекращается, но система зажигания остается заблокированной;

выход из салона автомобиля после включения сторожа возможен через любую дверь;

сторож невозможно вернуть в исходное состояние путем кратковременного отключения аккумулятора: после его подключения сигнал зазвучит снова;

управление сторожем осуществляется переключателем и кнопкой, представляющими собой по существу, простейший кодовый замок.

Электрическая принципиальная схема электронного автомобильного сторожа с цепями подключения на автомобилях «Жигули» приведена на рис. 37. Она содержит следующие основные узлы и элементы:

устройство переключения в режим охраны, состоящее из дистанционного переключателя K2, конденсатора C2, диода V6 и резистора R5;

два реле времени PB1, PB2, элементы которых на схеме обведены пунктиром; PB1 предназначено для создания временной задержки при автоматическом возврате сторожа в режим охраны, а PB2 создает временную задержку, необходимую для отключения сторожа после входа в салон автомобиля;

реле K3 блокировки кнопочных выключателей S4 — Sn;

элементы развязки и защиты: V2, V3, V12, V14, V16, R10;

пульт управления ПУ, содержащий переключатель S2 и кнопку S3 с замыкающими контактами.

Сторож работает следующим образом. В исходном состоянии все элементы сторожа обесточены. Все двери, капот и багажник автомобиля закрыты. Контакты выключателя S2 и кнопки S3 пульта управления, дверных выключателей S4 — Sn, дистанционных переключателей K2, K4 и реле K1, K3 находятся в положениях, показанных на схеме рис. 37.

Для приведения сторожа в это состояние необходима кратковременная подача питания на правые по схеме обмотки дистанционных переключателей K2, K4 (выводы 1 — 10), т. е. на вывод 7 сторожа. Осуществляется это с помощью кнопки S3 при положении переключателя S2 «Откл».

После установки переключателя S2 в положение «Вкл» загорается лампа Н1 левого бокового указателя поворота, питание к которой поступает через замкнутые контакты 8 — 9 дистанционного переключателя K2 и диод V2. При этом диод V3 препятствует прохождению тока через остальные лампы левых указателей поворота Н2, Н3, разгружая контакты K2.2 дистанционного переключателя и диод V2 от излишнего тока.

При открывании двери водителя контакты дверного выключателя S4 замыкаются и конденсатор C2 сторожа заряжается до напряжения, близкого к напряжению питания. Заряд конденсатора происходит по цепи переключателя S2, вывод 5 сторожа, конденсатор C2, диод V6, вывод 8, замкнутые контакты S4. В случае открывания какой-либо другой двери, багажника или капота замыкаются контакты соответствующего выключателя S5 — Sn, и конденсатор C2 заряжается через диод и вывод 10. Если в момент включения S2 какой-либо из выключателей S4 — Sn уже замкнут (например, открыт багажник), заряд конденсатора C2 происходит аналогично описанному, однако сразу же после включения S2.

При закрывании последней из дверей (багажника, капота), точнее, при размыкании контактов последнего из выключателей S4 — Sn, происходит разряд конденсатора C2 через левую по схеме обмотку дистанционного переключателя K2 по цепи вывод 5 сторожа, замкнутые контакты переключателя S2, предохранитель F1, лампа плафона салона Н5, вывод 8 сторожа, обмотка дистанционного переключателя K2 (выводы 6 — 5). Дистанционный переключатель переключается, его контакты 3 и 8 соединяются соответственно с контактами 4 и 7, лампа Н1 левого бокового указателя поворота гаснет, вывод 1 обмотки реле K3 и реле времени PB2 через замкнутые контакты 2 — 3 дистанционного переключателя K4 подключаются к плюсу источника питания, и сторож переключается в режим охраны. В этом режиме он тока не потребляет и может находиться неопределенно долгое время.

Таким образом, наличие лампы Н5, включенной между выводом 8 сторожа и плюсом источника питания, является необходимым условием его нормальной работы. Без этой лампы сторож в режим охраны не переключится. Мощность лампы Н5 должна быть не менее 5 Вт. На автомобилях «Жигули» в плафонах салона применяются именно такие лампы.

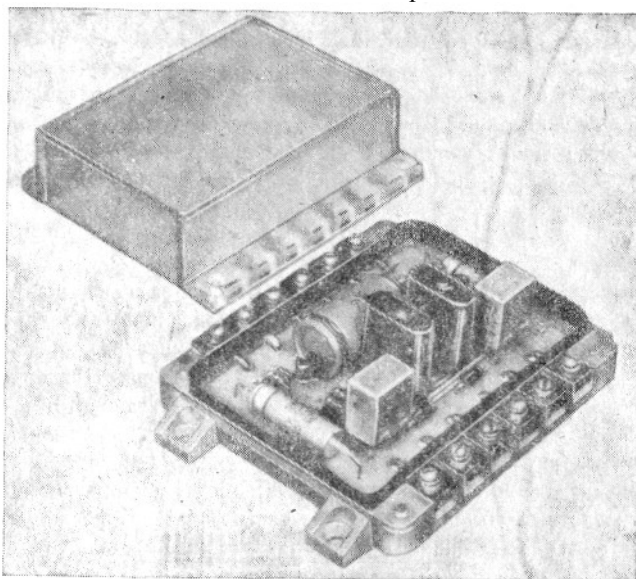
При замыкании любого из выключателей S5 — Sn, подключенных к выводу 10 сторожа, что происходит при открывании любой двери (кроме двери водителя), багажника, капота или попытке снятия ветрового стекла или других заблокированных выключателями деталей, открывается транзистор VI7 через диод VI6 и резистор R10. Коллекторный ток этого транзистора протекает через левую по схеме обмотку дистанционного переключателя

К4 (выводы 5 — 6), вследствие чего последний переключается. Его контакты 8 — 7 замыкаются и включают звуковой сигнал ЗС, а контакты 2 — 3 размыкаются и отключают питание от реле времени РВ2 и дистанционного переключателя К4.

Последующее размыкание контактов выключателей S5 — Sn (закрывание дверей, багажника, капота) на состояние дистанционного переключателя К4 не влияет, и звуковой сигнал продолжает звучать.

При замыкании контактов дверного выключателя S4, подключенного к выводу 8 сторожа, что происходит при открывании двери водителя, срабатывает реле К3, его контакты 3 — 5 замыкаются и удерживают реле во включенном состоянии независимо от дальнейшего состояния дверного выключателя S4. Одновременно контакты 3 — 5 реле К3 подключают минус источника питания к реле времени РВ1. Конденсатор С3 начинает заряжаться через резистор R6. До тех пор, пока напряжение на конденсаторе С3 меньше, чем напряжение на истоке полевого транзистора V13, определяемое соотношением между сопротивлениями резисторов R7 и R8 и напряжением источника питания, полевой транзистор V13 закрыт и, следовательно, закрыт транзистор V17.

Когда же напряжение на конденсаторе С3 достигает напряжения на истоке транзистора V13, последний открывается и открывает транзистор V17. Дистанционный переключатель К4 переключается и включает звуковые сигналы. Диод V10 служит для разряда конденсатора С3 после срабатывания реле времени, что необходимо для его подготовки к следующему циклу работы. Задержка реле времени РВ2 составляет 8 — 15 с, и этого достаточно для выключения сторожа водителем.



**Рис. 38. Вариант конструкции электронного сторожа**

При срабатывании сторожа и замыкании контактов 8 — 7 дистанционного переключателя К4 минус питания поступает на реле времени РВ1. Однако, пока хотя бы один из выключателей S4 — Sn замкнут (пока открыта какая-либо дверь, багажник, капот и т. д.), конденсатор С1 шунтирован диодом VI (при замыкании контакта S4) или диодами VI и V14 (при замыкании контактов S5 — Sn), и реле времени не работает. Когда же последняя из дверей (багажник, капот и т. д.) будет закрыта и все контакты S4 — Sn разомкнутся, реле времени РВ1 начинает работать, т. е. конденсатор С1 начинает заряжаться через резистор R1.

Реле времени РВ1 собрано по такой же схеме, как и реле времени РВ2, и работа его ничем не отличается от работы реле времени РВ2. Разница между этими реле состоит лишь в величине временной задержки, которая у реле времени РВ1 больше, что достигается увеличением сопротивления время-задающего резистора R1 (у реле РВ2 — R6). Реле времени собраны по мостовой схеме, малочувствительной к изменениям напряжения питания, что особенно важно в связи с условиями работы на автомобиле, где напряжение аккумулятора мулятора изменяется в зависимости от его состояния, длительности стоянки, а также тока, потребляемого звуковыми сигналами. Через 100 — 120 с после размыкания последнего из контактов S4 — Sn реле времени РВ1 срабатывает, контакты 3 — 5 реле К1 замыкаются и подключают питание к правой по схеме обмотке дистанционного переключателя К4 (выводы 1 — 10). Дистанционный переключатель переключается, и его контакты К4.1 и К4.2 возвращаются в исходные положения, показанные на схеме. Звуковые сигналы выключаются, реле времени РВ1 обесточивается, и сторож возвращается в режим охраны.

Остановимся на назначении некоторых элементов схемы. Диоды V5, V9, VII, V15 устраняют выбросы напряжения, возникающие в обмотках дистанционных переключателей и реле при их отключении, тем самым предохраняя контакты коммутирующих элементов от обгорания, а транзисторы от пробоя. Диоды VI, V2, V12, V16 предотвращают попадание плюса питания к элементам сторожа, минуя переключатель S2, что нарушало бы нормальную работу схемы.

Диод V8 не пропускает положительное напряжение от реле времени РВ1 при замыкании контактов К1-1 к правой по схеме обмотке дистанционного переключателя К2. Без этого диода сторож при срабатывании реле времени РВ1 переключался бы не в режим охраны, а в исходное состояние. Резистор R5 служит для разряда

конденсатора С2 после выключения переключателя S2. Контакты К2.1 дистанционного переключателя К2 служат для блокировки системы зажигания.

Конструкция и детали. На рис. 38 показан вариант конструкции сторожа. Основание и крышка выполнены из прозрачного оргстекла путем фрезерования. Все элементы схемы размещены на печатной плате с 12 втулками, к которым припаяны латунные пластины с отверстиями диаметром 3 мм, служащие выводами сторожа. Внешние провода подсоединяют с помощью зажимов, состоящих из винтов М2,5, которые пропускают в отверстия выводных пластин и вворачивают в латунные пластины прямоугольной формы с отверстиями М2,5.

Печатная плата с элементами и припаянными выводными пластинами свободно устанавливается в соответствующие пазы основания. Для крепления на автомобиле-основание имеет четыре прилива с отверстиями диаметром 4 мм. По периметру основания имеется паз для уплотнительной резиновой прокладки. Сверху основание закрывается крышкой, по периметру которой имеется паз, аналогичный пазу основания, в который входит верхняя часть резиновой уплотнительной прокладки.

В нижней части крышки имеются два прилива с 12 отверстиями диаметром 6 мм для головки винтов контактных зажимов и четыре отверстия диаметром 3 мм по углам для крепления крышки к основанию. Крышка крепится к основанию винтами и гайками М2,5. Снизу основания для этих гаек сделаны соответствующие отверстия. Крышка своими приливами прижимает контактные пластины к основанию и тем самым фиксирует положение печатной платы. Сверху на крышке выгравированы номера выводов сторожа.

В приборе применены резисторы типа МЛТ и конденсаторы типа К50-20 с рабочим напряжением 25 В. Могут быть применены и другие электролитические конденсаторы, способные работать в диапазоне температур от  $-30$  до  $+50^{\circ}$  С. Конденсатор С2 должен иметь емкость не менее 200 мкФ, а конденсаторы С1, С3-реле времени — емкость, как меньше, так и больше указанной на схеме. При этом необходимо, чтобы постоянная времени R1С1 была примерно 50 с, а R6С3 — 10 с, и сопротивления резисторов R1 и R6 не превышали 5 МОм. Следует иметь в виду, что если сопротивления этих резисторов превышают 1 — 2 МОм, то на работу реле времени начинают влиять влажность окружающего воздуха и токи утечки конденсаторов С1, С3. Эти конденсаторы в любом случае следует выбирать с минимальным током утечки, особенно С1.

Дистанционные переключатели К2, К4 — типа РПС-32, паспорт РС4.524.204 (220, 212), но могут быть применены также и дистанционные переключатели РПС-20, паспорт РС4.521.752. При этом следует иметь в виду, что РПС-20 имеют другую нумерацию выводов, а ток, коммутируемый контактами, у них меньше (3 А), чем у РПС-32 (10 А).

Реле К1, К3 типа РЭС-10, паспорт РС4.524.303 (308). Транзисторы КТ209Б могут быть заменены на КТ209 или КТ208 с любыми буквенными индексами, а диоды КД209А на КД209Б, В, КД208А, Д226, КД106А и КД105 с любыми буквенными индексами.

Наладка и установка на автомобиле. Если все детали исправны и схема собрана правильно, то прибор работает сразу и наладка его заключается лишь в подборе сопротивлений резисторов R1, R6 для получения желаемых выдержек времени. Обычно для входа в автомобиль достаточно 5 — 10 с, а прекращение сигнала тревоги должно происходить не ранее, чем через 1,5 — 2 мин.

На автомобиле сторож монтируют в моторном отсеке, в месте, где температура не превышает  $50^{\circ}$  С и где исключено прямое попадание, воды, масла, бензина. На автомобилях «Жигули» сторож устанавливают на кронштейнах расширительного бачка радиатора или бачка опрыскивателя стекол. Пульт управления ПУ устанавливают в потайном месте салона. Причем для большей секретности устройства переключатель S2 можно установить в одном месте, а кнопку S3 в другом. Кроме того, устанавливают кнопочные выключатели в багажнике, моторном отсеке и в других необходимых местах.

Все соединения выполняют в соответствии со схемой рис. 37. При этом используют штатные дверные кнопочные выключатели, служащие для включения ламп плафонов. Однако в схему их соединения необходимо внести изменения. На автомобилях «Жигули» все дверные выключатели и лампы плафонов салона включены параллельно. Для работы сторожа необходимо выключатель двери водителя S4 и лампу Н5 левого плафона отсоединить от остальных выключателей S5 — S<sub>n</sub> и лампы Н4 правого плафона. Это делают следующим образом. Снимают обивку левой центральной стойки, для чего вынимают левый плафон с выключателем, раздвигают уплотнители дверей, расположенные на левой центральной стойке, отвинчивают болты крепления ремней безопасности и два самонарезающих винта, крепящие нижнюю часть обивки. После чего нижнюю часть обивки сдвигают вверх и снимают, затем сдвигают вверх и снимают верхнюю длинную часть обивки. Снимают переднюю и заднюю левые накладки ковриков, для чего отворачиваются семь самонарезающих винтов.

В жгуте проводов, выходящих из левой центральной стойки к полу салона, находят два белых с черной полоской провода: один идет в сторону сидения водителя, а другой в сторону багажника. Оба эти провода перекусывают, концы зачищают и соединяют таким образом, чтобы провод, который шел в сторону сидения водителя, теперь шел в сторону багажника, и наоборот. К проводу, который теперь идет в сторону водителя, подсоединяют длинный дополнительный провод, который другим концом подключают к выводу 8 сторожа, а провод, который теперь идет в сторону багажника, аналогичным путем подключают к выводу 10 сторожа. В середине левой центральной стойки отыскивают белый с черной полоской провод, соединяющий выключатель левой задней двери с выключателем левого плафона, и перекусывают. Места соединений и разрывов изолируют лентой.



После такой переделки при открывании двери водителя будет загораться только левый плафон, а при открывании остальных дверей (багажника, капота) — оба плафона. Затем необходимо лампу Н1 левого переднего указателя поворота отключить от общей цепи ламп Н2, Н3 левых указателей поворота и подключить к выводу 1 сторожа, а общую цепь подключить к выводу 2.

Блокировку системы зажигания можно осуществить различными способами. Например, выводы 3, 4 сторожа могут быть включены последовательно с контактами прерывателя. В этом случае после переключения сторожа в режим охраны цепь прерывателя будет разомкнута.

Другой вариант блокировки системы зажигания может быть осуществлен путем замыкания на массу вывода прерывателя. В этом случае вывод 4 сторожа соединяют с выводом прерывателя, а вывод 12 — с массой. Причем последовательно в цепь вывода 4 можно включить какой-либо неполярный конденсатор емкостью 10 — 20 мкФ на напряжение не менее 200 В. В этом случае в заблокированной системе будет «слабая искра», и отыскать «неисправность» будет значительно труднее. На автомобиле с электронной системой зажигания вариантов для ее блокировки контактами К2.1 еще больше.

Описываемый сторож может быть установлен и на автомобилях других марок. Все соединения в этом случае также выполняют в соответствии со схемой рис. 37, причем наличие лампы Н5, включенной между выводом 8 сторожа и плюсом аккумулятора, является обязательным. Если этой лампы не будет или ее мощность будет меньше 4 — 5 Вт, сторож в режим охраны не переключится.

Эксплуатация. Перед выходом из автомобиля необходимо убедиться, что выключатели плафонов салона отключены и при закрытых дверях, багажнике и капоте лампы плафонов салона не горят. После чего включить переключатель S2. При этом должна загореться лампа Н1 левого бокового указателя поворота. Если она не загорается, необходимо отключить переключатель S2, нажать на кнопку S3 и затем снова включить S2.

Выйдя из автомобиля, необходимо убедиться, что лампа Н1 левого бокового указателя поворота горит, после чего закрыть дверь. Лампа Н1 должна погаснуть. Это свидетельствует об исправности системы и о том, что сторож переключился в режим охраны.

Если лампа Н1 при закрывании двери не гаснет, необходимо еще раз проверить, хорошо ли закрыты остальные двери, багажник, капот, исправны ли кнопочные выключатели, не находится ли выключатель лампы левого плафона в среднем положении, не перегорела ли лампа в левом плафоне, не перегорел ли предохранитель № 1.

Вход в автомобиль должен осуществляться только через дверь водителя или, точнее, через ту дверь, выключатель которой подключен к выводу 8 сторожа.

После входа в автомобиль необходимо не позднее чем через 2 с отключить S2. Однако и после его отключения система зажигания остается заблокированной. Для возврата сторожа в исходное состояние и снятия блокировки системы зажигания необходимо после отключения переключателя S2 нажать на кнопку S3. Время, в течение которого это будет сделано, не имеет значения. Указанное обстоятельство позволяет в случае необходимости осуществлять только блокировку системы зажигания без блокировки дверей, багажника и капота.

Для этого после переключения сторожа в режим охраны снова входят в салон и не позднее, чем через 8 с, выключают тумблер S2, не нажимая на кнопку S3.

Если водитель не успел или забыл отключить переключатель S2 в течение 8 с, а звуковой сигнал включился, отключение S2 не приведет к выключению сигнала. Необходимо после отключения переключателя S2 нажать на кнопку S3.

В заключение следует отметить, что если автоматический возврат сторожа в режим охраны через 1,5 — 2 мин после срабатывания почему-либо нежелателен, то реле времени РВ1 из схемы можно исключить или же в цепь контактов 3 — 5 реле К1 включить дополнительный выключатель. В этом случае в зависимости от обстоятельств можно будет выбирать нужный режим работы сторожа.

## **Автомобильный стробоскоп**

Автомобилистам хорошо известно, насколько важна правильная установка начального момента зажигания, а также исправная работа центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания. Неправильная установка момента зажигания всего на 2 — 3° и неисправности регуляторов могут явиться причиной повышенного расхода топлива, перегрева двигателя, потери мощности и могут даже сократить срок службы двигателя.

Однако проверка и регулировка системы зажигания являются довольно сложными операциями, которые не всегда доступны даже опытному автолюбителю.

Автомобильный стробоскоп позволяет упростить обслуживание системы зажигания. С его помощью, даже малоопытный автолюбитель может в течение 5 — 10 мин проверить и отрегулировать начальную установку момента зажигания, а также проверить исправность центробежного и вакуумного регуляторов опережения.

Стробоскоп может быть использован также в качестве преобразователя постоянного напряжения аккумулятора 12 В в постоянное напряжение 110 — 127 В для питания коллекторной электробритвы постоянного тока.

Основным элементом прибора является импульсная безынерционная стробоскопическая лампа Н1 типа СШ-

5, вспышки которой происходят в моменты появления искры в свече первого цилиндра двигателя. Вследствие этого установочные метки, нанесенные на маховике или шкиве коленчатого вала, а также другие детали двигателя, вращающиеся или перемещающиеся синхронно с коленчатым валом, при освещении их стробоскопической лампой кажутся неподвижными. Это позволяет наблюдать сдвиг между моментом зажигания и моментом прохождения поршнем верхней мертвой точки на всех режимах работы двигателя, т. е. контролировать правильность установки начального момента зажигания и проверять работоспособность центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания.

Электрическая принципиальная схема автомобильного стробоскопа приведена на рис. 39. Прибор состоит из двухтактного преобразователя напряжения на транзисторах  $V1$ ,  $V2$ , выпрямителя, состоящего из выпрямительного блока  $V3$  и конденсатор  $C1$ , ограничивающих резисторов  $R5$ ,  $R6$ , накопительных конденсаторов  $C2$ ,  $C3$ , стробоскопической лампы  $Н1$ , цепи поджига лампы, состоящей из конденсаторов  $C4$ ,  $C5$  и разрядника  $F1$ , защитного диода  $V4$  и переключателя  $S1$  режима работы «бритва» или «стробоскоп».

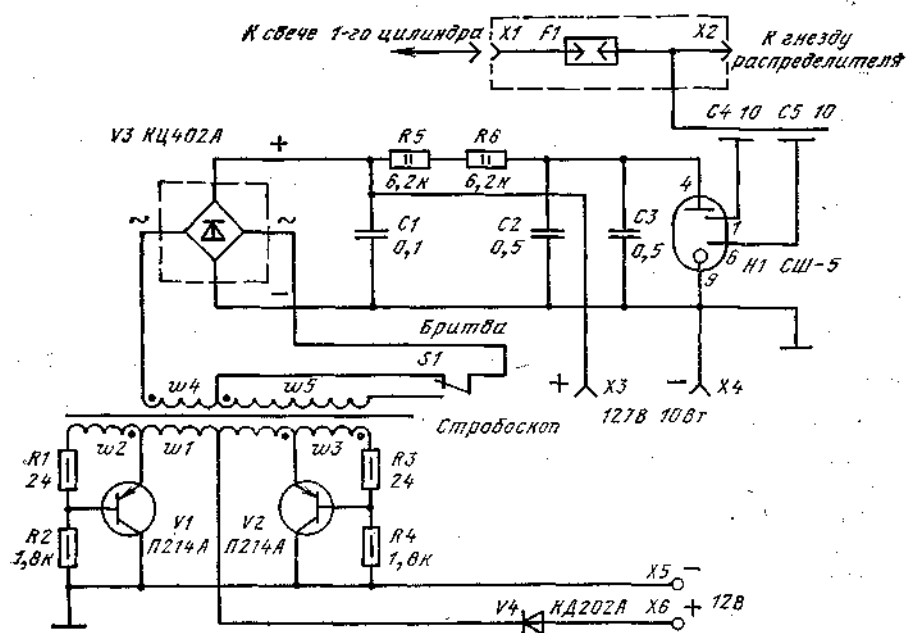


Рис. 39. Электрическая схема автомобильного стробоскопа на германиевых транзисторах

Прибор работает следующим образом. После подключения выводов  $X5$ ,  $X6$  к аккумулятору начинает работать преобразователь напряжения, представляющий собой симметричный мультивибратор. Первоначальное открывающее напряжение на базы транзисторов  $V1$ ,  $V2$  преобразователя подается с делителей  $R2$  —  $R1$ ,  $R4$  —  $R3$ . Транзисторы  $V1$ ,  $V2$  начинают открываться, причем один из них обязательно быстрее. Это закрывает другой транзистор, так как к его базе при этом с обмотки  $w2$  или  $w3$  будет прикладываться запирающее (положительное) напряжение. Затем транзисторы  $V1$ ,  $V2$  поочередно открываются, подключая то одну, то другую половины обмотки  $w1$  трансформатора  $\Pi 1$  к аккумулятору. Во вторичных обмотках  $w4$ ,  $w5$  при этом индуцируется переменное напряжение прямоугольной формы с частотой около 800 Гц, значение которого пропорционально количеству витков обмоток.

Переменное напряжение с обмотки  $w4$  через размыкающие контакты переключателя  $S1$ , показанные на рис. 39 в положении «Бритва», поступает к выпрямительному блоку  $V3$ , выпрямляется и заряжает конденсатор  $C1$  до напряжения 120 — 130 В (конденсаторы  $C2$ ,  $C3$  при этом тоже заряжаются через резисторы  $R5$ ,  $R6$  до этого напряжения). Напряжение с конденсатора  $C1$  поступает к гнездам  $X3$ ,  $X4$  для подключения электробритвы.

При положении переключателя  $S1$  «Стробоскоп» к выпрямительному блоку поступает суммарное напряжение с обмоток  $w4$ ,  $w5$ , и конденсаторы  $C1$  —  $C3$  заряжаются до напряжения 420 — 450 В.

В момент искрообразования в первом цилиндре двигателя высоковольтный импульс от гнезда распределителя через специальную вилку  $X2$  разрядника и конденсаторы  $C4$ ,  $C5$  поступает на поджигающие электроды стробоскопической лампы  $Н1$ . Лампа зажигается, и накопительные конденсаторы  $C2$ ,  $C3$  разряжаются через нее. При этом энергия, накопленная в конденсаторах  $C2$ ,  $C3$ , преобразуется в световую энергию вспышки лампы. После разряда конденсаторов  $C2$ ,  $C3$  лампа  $Н1$  гаснет, и конденсаторы снова заряжаются через резисторы  $R5$ ,  $R6$  до напряжения 420 — 450 В. Тем самым заканчивается подготовка схемы к следующей вспышке.

Резисторы  $R5$ ,  $R6$  предотвращают закорачивание обмоток  $w4$ ,  $w5$  трансформатора в момент вспышки лампы. Диод  $V4$  защищает транзисторы преобразователя при случайном подключении стробоскопа в ошибочной полярности.

Разрядник  $F1$ , включенный между распределителем и свечей зажигания, обеспечивает необходимое напряжение высоковольтного импульса для поджига лампы вне зависимости от расстояния между

электродами свечи, давления в камере сгорания и других факторов. Благодаря разряднику обеспечивается бесперебойная работа стробоскопа даже при закороченных электродах свечи зажигания.

Конструкция и детали. Конструкция стробоскопа может быть произвольной. Он может быть собран в одной упаковке или в двух. Необходимо только чтобы им было удобно работать, чтобы его удобно было держать в руках при освещении установочных меток на автомобиле и чтобы была обеспечена хорошая фокусировка луча. Например, стробоскоп может быть выполнен в одной упаковке в виде пистолета, как стробоскоп СТБ-1, выпускаемый промышленностью [5], с фокусировкой луча с помощью линзы.

Стробоскоп можно также собрать в двух упаковках, например, преобразователь в одной упаковке, а стробоскопическую лампу с накопительными конденсаторами С2, С3 и конденсаторами поджига С4, С5 в другой, снабдив лампу рефлектором или линзой.

Разрядник F1 размещают в любом случае в отдельном корпусе из оргстекла, который должен иметь вилку Х2 для подключения к гнезду распределителя и гнездо XI для подключения провода свечи зажигания, вынутого из гнезда распределителя. Расстояние между электродами разрядника 3 — 4 мм. Electroды разрядника выполняют из стальных или латунных прутков, заостренных на концах. Со стробоскопом корпус разрядника соединяют высоковольтным проводом ПВС длиной 0,7 — 1,0 м.

Конденсаторы С4, С5 представляют собой латунные трубки длиной около 60 мм, надетые на изоляцию провода ПВС внутри корпуса стробоскопа около лампы. К каждой трубке припаивают провод МГТФ, соединяющий ее с , соответствующим выводом (1, 6) ламповой панели. Снаружи трубки изолируют изоляционной лентой. Кроме того, на торец провода ПВС, входящего в стробоскоп, надевают изоляционный колпачок, который вытаскивают из оргстекла или фторопласта.

Подключение к аккумулятору (выводы Х5, Х6) производят с помощью пружинных зажимов «крокодил».

В стробоскопе применены резисторы типа МЛТ и конденсаторы типа МБМ с рабочим напряжением 500 В.

Трансформатор намотан проводом ПЭВ-2 на тороидальном сердечнике ОЛ20/32-8 из стальной ленты Э330 (Э340) толщиной 0,08 мм. Обмотка w1 имеет 50+50 витков .провода диаметром, 0,51 мм, w2 и w3 по 10 витков, w4 — 550 витков провода диаметром 0,19 мм, а w5 — 1450 витков провода диаметром 0,1 мм. В качестве S1 применен переключатель типа ТЗ. Ламповая панель керамическая типа ПЛК-9.

При отсутствии выпрямительного блока КЦ402А вместо него могут быть применены четыре диода типа КД209В. Транзисторы П214А должны быть установлены на радиатор, от площади поверхности которого зависит время непрерывной работы стробоскопа. При отсутствии транзисторов П214А вместо-них могут быть применены германиевые транзисторы П215, П216Д, П217, П217А-Г. При этом, однако, может потребоваться несколько уменьшить сопротивление резисторов R2, R4.

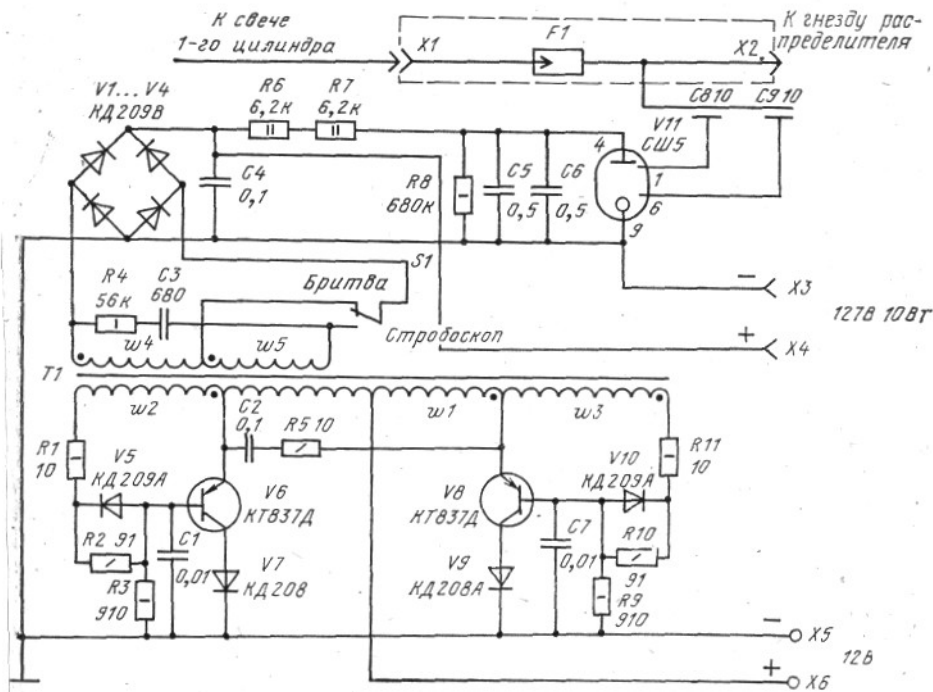
В случае замены германиевых транзисторов П214А кремниевыми типп КТ837Д(Е) схема преобразователя, да и всего стробоскопа, должна быть существенно изменена. Изменяются данные трансформатора и выдвигаются дополнительные требования к его исполнению. Это связано с тем, что кремниевые транзисторы серии КТ837 более высокочастотны и схема, выполненная на них, склонна к возбуждению. Кроме того, чтобы открыть эти транзисторы,, нужно большее напряжение, чем для германиевых транзисторов. Так, например, если в стробоскоп, собранный по схеме рис. 39, впаять вместо транзисторов П214А, например, транзисторы КТ837Д, ничего не изменяя, преобразова-тель работать не будет, оба транзистора будут закрыты. Для того чтобы преобразователь начал работать, сопротивления резисторов R2, R4 надо уменьшить до 200 — 300 Ом. При этом снижается коэффициент полезного действия преобразователя, а главное, он без каких-либо видимых причин может начать генерировать высокочастотные синусоидальные колебания с частотой 50 — 100 кГц.

Мощность, рассеиваемая в транзисторах, резко возрастает, и транзисторы через несколько минут выходят из строя.

На рис. 40 приведена электрическая принципиальная схема автомобильного стробоскопа на кремниевых транзисторах КТ837Д. Мощность, рассеиваемая в транзисторах преобразователя, в данном случае значительно меньше благодаря большему быстродействию транзисторов КТ837Д, и следовательно, большей крутизне фронтов импульсов преобразователя; выше и надежность преобразователя. Рассмотрим особенности этой схемы. Конденсаторы С1, С7, включенные между «базами транзисторов преобразователя и минусом источника питания, предотвращают возникновение высокочастотной генерации.

Начальное отпирающее смещение на базы транзисторов V6, V7 подается с достаточно высокоомных делителей напряжения R3, R2, R1, R9, R10, R11 и суммарным сопротивлением около 1000 Ом, нижние плечи которых имеют сопротивление 100 Ом (коэффициент деления 1/10). Однако благодаря диодам V5, V10 базовый ток транзисторов от обмоток w1, w3 протекает через низкоомные резисторы R1, R11 (10 Ом). Таким образом, удается выполнить два противоречивых требования: получить высокоомный делитель для начальной смещения при низкоомном резисторе в цепи тока базы.

Цепи С2, R5 и С3, R4 уменьшают до допустимого уровня выбросы напряжения, возникающие при закрывании транзисторов V6, V8, являющиеся следствием их чрезмерного быстродействия. Значения С2, С3, R4, R5 подбираются экспериментально для каждой конкретной конструкции трансформатора Т1. Резистор R8 обеспечивает разряд конденсаторов С4, С5, С6 в промежутках между этими выбросами, благодаря чему напряжение на конденсаторах яри остановленном двигателе не превышает нормы. Диоды V7, V9-устраняют обратные выбросы тока коллектора транзисторов V6, V8 в моменты их закрывания. Без этих диодов амплитуда обратного выброса тока достигает 2 А. Кроме того, эти диоды защищают транзисторы V6, V8 в случае ошибочной полярности подключения стробоскопа.



**Рис. 40. Электрическая схема автомобильного стробоскопа на кремниевых транзисторах**

Трансформатор Т1 в стробоскопе с кремниевыми транзисторами имеет следующие данные: магнитопровод (два кольца ОЛ-20/32-10) из стальной ленты Э330 (Э340) толщиной 0,08 мм; обмотки наматывают проводом ПЭВ-2. Обмотка w1 имеет 30+30 витков, обмотки w2 и w3 по 11 витков провода диаметром 0,51 мм, причем эти обмотки наматывают первыми в последовательности w2, w1, w3 и обязательно в один слой. Обмотка w4 имеет 390 витков провода диаметром 0,19 мм, а обмотка w5 — 815 витков провода диаметром 0,1 мм.

Преобразователь с таким трансформатором работает с частотой около 500 Гц.

Следует отметить, что от конструкции трансформатора в большой степени зависит устойчивость работы преобразователя и величина выбросов напряжения на коллекторах транзисторов. При другой конструкции трансформатора выбросы могут возрасти до недопустимо больших величин.

В стробоскопе применены конденсаторы С1, С7 типа БМ-2 на рабочее напряжение 200 В, однако могут быть применены и другие типы конденсаторов с рабочими напряжениями не менее 50 В.

Как видно из схемы рис. 40, вместо выпрямительного блока КЦ402А применены более высоковольтные диоды КД209В. Это сделано для повышения надежности и связано с наличием выбросов напряжения в обмотках трансформатора.

Требования к конструкции стробоскопа на кремниевых транзисторах ничем не отличается от аналогичных требований, предъявляемых к стробоскопу на германиевых транзисторах, за исключением того, что в результате меньшей мощности, рассеиваемой в транзисторах, площадь радиаторов охлаждения может быть значительно уменьшена (в данном случае каждый транзистор должен иметь свой, отдельный радиатор).

При отсутствии лампы СШ-5 может быть применена лампа ИФК-120, однако конструкция стробоскопа при этом должна быть соответственно изменена. В электрическую схему прибора также необходимо внести изменения: из нее исключают конденсаторы поджига и провод ПВ.С подключают непосредственно к поджигающему электроду лампы.

Срок службы лампы ИФК-120 значительно меньше, чем СШ-5, поэтому при применении лампы ИФК-120 для увеличения срока службы прибора целесообразно в цепь питания преобразователя ввести кнопку с замыкающим контактами, рассчитанную на ток не менее 1 А. Это исключит бесполезные вспышки лампы в процессе подготовки к работе после запуска двигателя. Вариант конструкции стробоскопа с лампой СШ-5 показан на рис. 41.

Работа с прибором. Прибор подключают к зажимам аккумулятора с помощью пружинных зажимов «крокодил» при остановленном двигателе. Подключение с ошибочной полярностью не опасно: прибор просто не будет работать. При правильном подключении должен быть слышен характерный «писк» трансформатора с частотой около 800 Гц.

При пользовании электробритвой последнюю подключают к гнездам X3, X4, предварительно установив переключатель S1 в положение «Бритва».

При регулировании и контроле системы зажигания из гнезда крышки распределителя вынимают высоковольтный провод, идущий к свече первого цилиндра, и вставляют его в гнездо XI корпуса разрядника F1. Специальную вилку X2 корпуса разрядника вставляют в освободившееся гнездо крышки распределителя. Переключатель S1 устанавливают в положение «Стробоскоп». Далее запускают двигатель и мигающий луч

стробоскопа направляют на установочные метки на шкиве или маховике коленчатого вала двигателя.

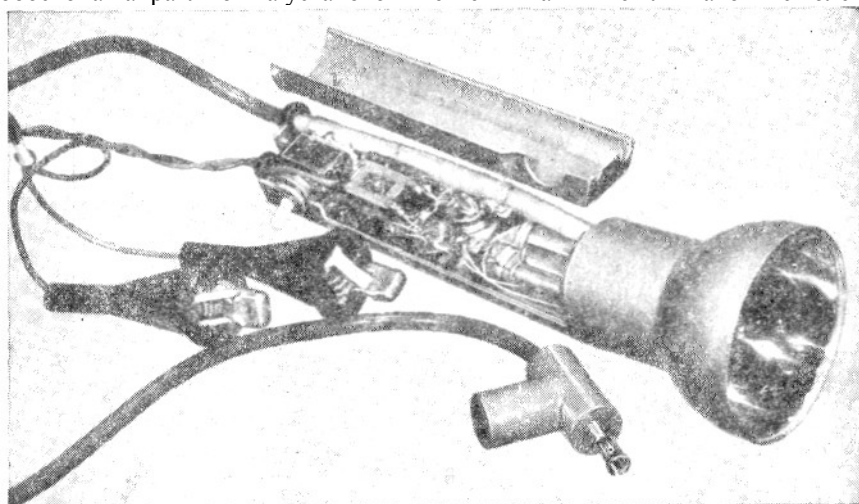


Рис. 41. Вариант конструкции автомобильного стробоскопа

## Автомобильный тахометр

Автомобильный тахометр предназначен для измерения числа оборотов коленчатого вала карбюраторных двигателей внутреннего сгорания. Тахометр может быть полезен при регулировке и проверке двигателя, регулировке и проверке автомобильных регуляторов напряжения, а также для контроля режима работы двигателя во время движения автомобиля. В последнем случае тахометр устанавливают на приборном щитке в поле зрения водителя. Питание прибора производится от бортовой электросети автомобиля с номинальным напряжением 12 В. Потребляемый тахометром ток не превышает 0,1 А.

Электрическая принципиальная схема прибора (рис. 42) состоит из ждущего мультивибратора на транзисторах V2, V3, стабилизатора напряжения на стабилитроне V4 и микроамперметра PA1.

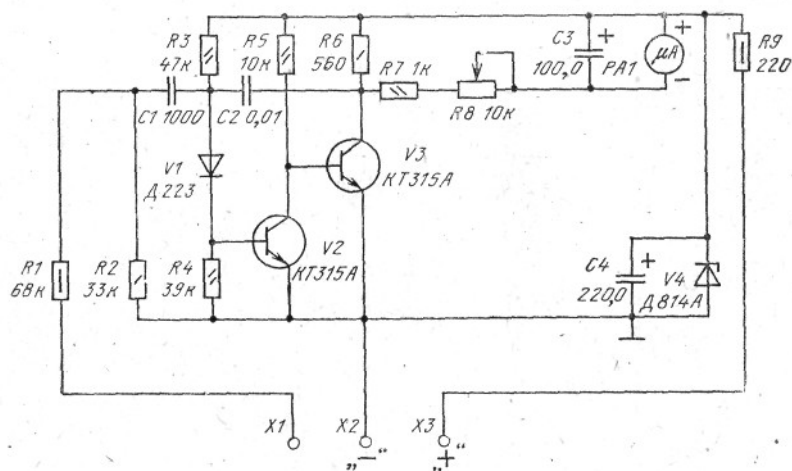


Рис. 42. Электрическая принципиальная схема автомобильного тахометра

В исходном состоянии диод V1 и транзистор V2 открыты, транзистор V3 закрыт, ток через микроамперметр не течет и конденсатор C2 заряжен до напряжения стабилизации стабилитрона V4.

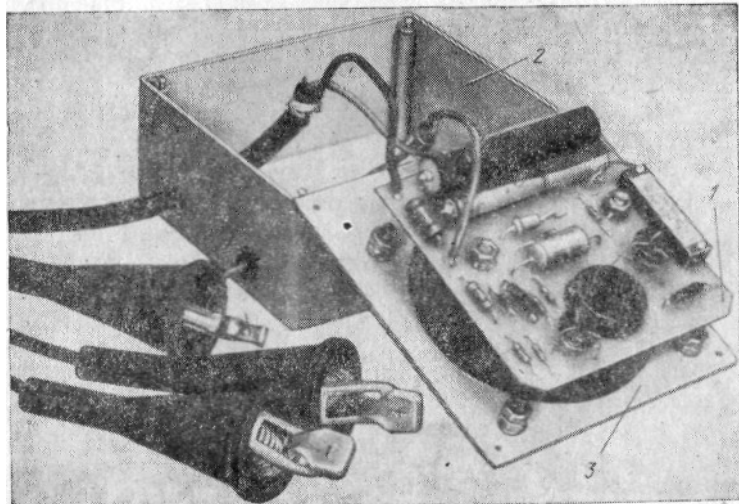
При подаче от системы зажигания двигателя на зажим X1 прибора отрицательного электрического импульса диод V1 и транзистор V2 запираются, а транзистор V3 открывается. Конденсатор C2 начинает перезаряжаться через резистор R3 и открытый транзистор V3. Когда напряжение на аноде диода V1 достигает примерно +1,2 В, диод V1 и транзистор V2 открываются, транзистор V3 закрывается и ток через микроамперметр PA1 прекращается.

Таким образом, каждый отрицательный импульс, поступивший на вход прибора от системы зажигания, вызывает фиксированный по амплитуде и длительности импульс тока через микроамперметр PA1. Длительность этого импульса определяется постоянной времени R3, C2, а амплитуда — напряжением стабилизации стабилитрона V4 и сопротивлениями резисторов R7, R8. В результате показания прибора PA1 оказываются пропорциональными частоте искрообразования в системе зажигания двигателя или числу оборотов его коленчатого вала.

Конструкция и детали. В приборе применены: переменный резистор R8 типа СП5-1А; постоянные резисторы типа, МЛТ; электролитические конденсаторы типа К50-16 в рабочем напряжением 16 В;

конденсатор С1КМ-3А, С2-КМ-5; микроамперметр РА1 типа М4200 на 100 мкА. Могут быть применены также конденсаторы других типов: С1 на рабочее напряжение не менее 200 В, С2 — С4 — 15 В, С3 — 6 В. Микроамперметр РА1 также может быть другого типа на ток до 500 мкА, при этом может понадобиться увеличить емкость конденсатора С2.

Транзисторы КТ315А могут быть заменены любыми другими маломощными кремниевыми транзисторами типа *n-p-n*. Например КТ315, КТ342, КТ3102, МП101, МШИ и т. д. с любым буквенным индексом. Диод Д223 может быть заменен на Д219, Д220. Стабилитрон Д814А — на Д814Б, Д808, Д809.



**Рис. 43. Вариант конструкции автомобильного тахометра**

На рис. 43 показан вариант конструкции автомобильного тахометра. Все элементы прибора размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, закрепленной на выводных зажимах микроамперметра. Микроамперметр вместе с печатной платой вставлен в стальную коробку 2 с крышкой 3 — корпус прибора. Через отверстия в корпусе, снабженные резиновыми втулками, выведены провода для внешних подсоединений. Провода снабжены зажимами «крокодил» с гравировками в соответствии с обозначениями на рис. 42. Масса прибора 400 г, габаритные размеры 110X100X60 мм.

Градуировка прибора. Для градуировки прибора необходим источник питания постоянного тока с напряжением 12 В и током 150 — 200 мА и генератор импульсов с частотой следования от 20 до 200 Гц и амплитудой не менее 20 В, например типа Г5-54. Сопротивление резистора R8 первоначально устанавливают максимальным. При включенном питании и отсутствии сигнала от генератора стрелка микроамперметра должна находиться на нулевом делении шкалы (транзистор V3 закрыт).

Частоту градуировки  $F$  рассчитывают по формуле

$$F = \frac{N_{ц} n}{30 K_m},$$

где  $n$  — точка градуировки по шкале прибора, об/мин;  $N_{ц}$  — число цилиндров;  $K_m$  — количество тактов двигателя (два или четыре).

Например, для четырехцилиндрового четырехтактного двигателя частота Градуировки точки шкалы, соответствующей 6000 об/мин, равна 200 Гц.

Шкала прибора линейна, поэтому градуировку можно производить по одной точке, соответствующей, например, максимальному числу оборотов, однако промежуточные точки шкалы также следует проверить.

Работа с прибором. Подключение прибора производят при остановленном двигателе. Зажим «—» соединяют с корпусом автомобиля, зажим «+» — с положительным зажимом аккумулятора, а зажим XI надевают на изоляцию высоковольтного провода, идущего к распределителю от катушки зажигания (центральный высоковольтный провод). Запускают двигатель и по шкале прибора отсчитывают число оборотов коленчатого вала в минуту.

## Реле блокировки стартера

Реле блокировки стартера предназначено для применения на автомобилях «Жигули». Оно служит для предотвращения включения стартера при работающем двигателе и разгрузки контактов замка зажигания от экстратокков тягового реле стартера, возникающих в момент его включения.

Двигатель автомобилей «Жигули» работает относительно тихо. Поэтому иногда при движении в потоке машин, когда окружающий шум сильнее, чем шум собственного двигателя, водитель может подумать, что двигатель заглох, и включить стартер. Раздается неприятный скрежет шестерен, сообщающий водителю, что двигатель работает. Такие случаи, наверняка, бывали с каждым водителем. Включение стартера при работающем двигателе вызывает повышенный износ деталей привода и может привести даже к их поломке.

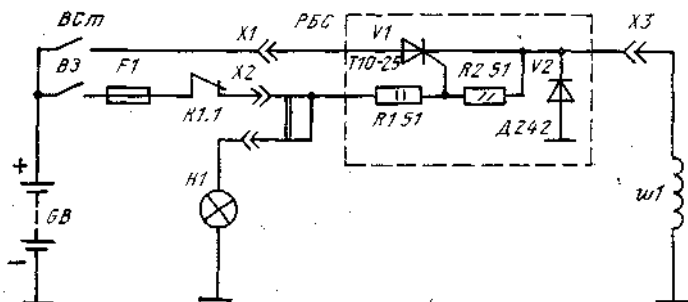
Кроме того, тяговое реле стартера автомобиля, потребляя ток около 30 А и обладая значительной

индуктивностью создает при его выключении на контактах замка зажигания сильное искрение, которое приводит к обгоранию контактов и в конце концов к выходу их из строя.

Описываемое реле блокировки стартера устраняет указанные недостатки; Оно исключает возможность включения стартера при работающем двигателе и устраняет искрение на контактах замка зажигания.

Применение реле блокировки стартера увеличивает срок службы контактов замка зажигания и деталей привода стартера.

Электрическая принципиальная схема реле блокировки стартера для подключения на автомобиле «Жигули» приведена на рис. 44. Основным элементом реле является тиристор VI, включенный в цепь обмотки тягового реле стартера. Управляющим сигналом для работы реле блокировки стартера служит положительное напряжение, поступающее от реле РС702 включения контрольной лампы заряда аккумулятора.



**Рис. 44. Электрическая принципиальная схема реле блокировки стартера с цепями подключения на автомобиле «Жигули»**

Реле блокировки стартера работает следующим образом. При неработающем двигателе и включенном зажигании выключателем ВЗ положительное-напряжение от аккумулятора GB через предохранитель F1, замкнутые контакты К1.1 реле РС702 включения контрольной лампы заряда аккумулятора, штекер-переходник X2 поступает к контрольной лампе Н1 заряда аккумулятора и через резистор R1 к управляющему электроду тиристора VI. Поэтому при включении стартера выключателем ВЗ тиристор VI включается, и напряжение аккумулятора поступает к обмотке w1 тягового реле стартера, включая стартер.

После запуска двигателя контакты К11 реле РС702 размыкаются, лампа Н1 гаснет, и положительное напряжение снижается с управляющего электрода тиристора VI. Поэтому, если теперь замкнуть контакты выключателя стартера, тиристор VI останется в выключенном состоянии, и напряжение на обмотку w1 тягового реле стартера не попадет.

Резистор R1 ограничивает ток управляющего электрода тиристора VI, а резистор R2 предотвращает его самопроизвольное переключение. Через диод V2 замыкаются экстратоки обмотки тягового реле стартера, возникающие при размыкании контактов выключателя стартера.

Конструкция и детали. К конструкции реле блокировки стартера предъявляются следующие требования. Тиристор VI должен быть установлен на радиаторе, изготовленном из алюминиевого сплава с массой не менее 40 г. В данном случае важна именно масса радиатора, а не площадь его поверхности. Это связано с кратковременностью рабочих циклов и длительными промежутками между ними. Необходимо, чтобы за время рабочего цикла (за время работы стартера) радиатор не успел нагреться. Электрически радиатор должен быть изолирован от массы.

Для облегчения установки на автомобиль выводы XI, X3 реле следует снабдить стандартными автомобильными вставками разъемов (XI — штырь, X3 — гнездо), а вывод X2 — штекером-переходником, содержащим одновременно штырь и гнездо.

Кроме того, желательно, чтобы при установке прибора на автомобиле не надо было сверлить дополнительных отверстий. Для этого корпус прибора должен иметь две длинные лапки с отверстиями диаметром 6 мм и расстоянием между их центрами 60 мм. В этом случае прибор можно будет закрепить винтами, крепящими штатные автомобильные реле, например РС 752, вместе с ним. Ну и, конечно, конструкция должна быть брызгозащищенной.

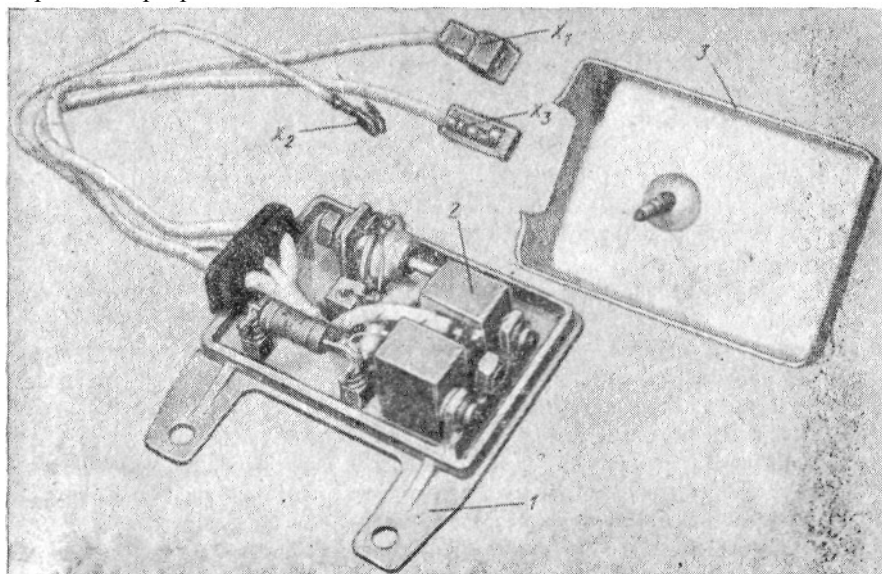
Вместо тиристора T10-25 и диода D242 могут быть применены другие аналогичные приборы. Тиристор должен быть рассчитан на ток не менее 25 А, а диод на 5 — 10 А.

На рис. 45 показан вариант конструкции реле блокировки стартера, который удовлетворяет всем перечисленным требованиям.

Основание 1 выполнено из алюминиевого сплава фрезерованием и имеет две лапки с отверстиями диаметром 6 мм для крепления на автомобиле и приливы для крепления элементов прибора и радиатора 2. Сверху основание закрывается крышкой 3, которую закрепляют винтом, устанавливаемым в прилив основания. Провода длиной 280 мм выводятся через резиновый уплотнитель. Оканчивают провода стандартными автомобильными штекерами и штекером-переходником.

Установка на автомобиле. На автомобиле реле блокировки стартера устанавливают на брызговике правого крыла в подкапотном пространстве рядом с реле РС702 включения контрольной лампы заряда аккумулятора и проводом, идущим от замка зажигания к тяговому реле стартера (толстый красный провод в нижней части

брызговика). Разъединяют разъем этого провода и его штекеры подключают к штекерам XI, X3 реле блокировки стартера.



**Рис. 45. Вариант конструкции реле блокировки стартера**

Со штыря 30/51 реле РС702 снимают гнездо черного провода, идущего к контрольной лампе заряда аккумулятора, и надевают на штырь штекера-переходника X2, гнездо которого надевают на освободившийся штырь 30/51 реле РС702. Корпус реле блокировки стартера должен иметь хороший электрический контакт с массой автомобиля.

После установки реле блокировки стартера, если оно исправно, двигатель должен нормально запускаться стартером, однако при повороте ключа зажигания в положение запуска стартером во время работы двигателя стартер не должен включаться.

В заключение следует отметить, что если на автомобиле с установленным реле блокировки стартер перестает работать, необходимо в первую очередь проверить исправность предохранителя № 9 (F1 на рис. 44). Через этот предохранитель поступает питание к контактам реле РС702 и управляющему электроду тиристора VI реле блокировки стартера.

## Список литературы

1. Основы электрооборудования самолетов и автомашин/В. Н. Акимов, Б. П. Апаров, В. А. Балагуров и др.; Под ред. А. Н. Ларионова. — М.: Госэнергоиздат, 1955. — 384 с.
2. Глезер Г. Н., Опарин И. М. Автомобильные электронные системы зажигания. — М.: Машиностроение, 1977. — 144 с.
3. Моргулев А. С, Сонин Е. К. Полупроводниковые системы зажигания. — М: Энергия, 1972. — 80 с.
4. Синельников А. Х. Электроника в автомобиле. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1976. — 80 с.
5. Синельников А. Х. Электронные приборы для автомобилей — М.: Энергоиздат, 1981. — 162 с.
6. Ванев А. И. Влияние искрового разряда в цилиндрах на пуск карбюраторного двигателя. — Автомобильная и тракторная промышленность, 1950, №3, с. 3 — 9.
7. Осипов Г., Яковлев Г. ВАЗ 2105. Система питания. — За рулем, 1980, № 12, с. 16.
8. Банников В., Янковский А. Экономайзер для автомобильного двигателя. — Радио, 1982, № 11, с. 27 — 28.
9. Моисеевич А. ЭПХХ в работе. — За рулем, 1983, № 7, с. 6 — 7.
10. Моисеевич А. Что дает ЭПХХ. — За рулем, 1983, № 6, с. 14 — 15.
11. Ильин Н. М., Тимофеев Ю. Л., Ванев В. А. Электрооборудование автомобилей. — М.: Транспорт, 1978. — 58 с.
12. Бела Буна. Электроника на автомобиле: Пер. с венгер. — М.: Транспорт, 1979. — 180 с.
13. Автомобильные электронные системы: Пер. с англ./Под ред. Ю. М. Галкина — М. Машиностроение, 1982. — 144 с

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к третьему изданию  
Применение электроники в системе зажигания карбюраторных двигателей  
Общие характеристики электронных систем зажигания



Принципы построения транзисторных систем зажигания  
Принципы построения конденсаторных (тиристорных) систем зажигания  
Конденсаторная система зажигания с импульсным накоплением энергии  
Приставка к электронным блокам конденсаторной системы зажигания с импульсным накоплением энергии для увеличения длительности искрового разряда  
Конденсаторная система зажигания с непрерывным накоплением энергии  
Приставка к электронному блоку конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии для получения многократного новообразования  
Применение электроники в электрооборудовании и вспомогательных приборах автомобиля  
Экономайзер принудительного холостого хода для автомобилей ВАЗ 2103, 2106, 2121  
Электронный регулятор напряжения для автомобилей «Жигули»  
Автомобильные сторожа  
Автомобильный стробоскоп  
Автомобильный тахометр  
Реле блокировки стартера  
Список литературы

**ББК 32.84**  
**С38**  
**УДК 621.37/39**

Редакционная коллегия:

Б. Г. Белкин, С. А. Бирюков, В. М. Бондаренко, В. Г. Борисов, Б. Н. Геништа, А. В. Гороховский, С. А. Ельяшкевич, И. П. Жеребцов, В. Г. Корольков, В. Т. Поляков, А. Д. Смирнов, Ф. И. Тарасов, О. П. Фролов, Ю. Л. Хотунцев, Н. И. Чистяков

РЕЦЕНЗЕНТ канд. техн. наук Я. Н. НЕФЕДЬЕВ

Синельников А. Х.

С38 Электроника в автомобиле. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1985. — 96с, ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1084). 55 к.

Подробно рассмотрены практические конструкции электронных систем и приборов для автомобиля: конденсаторных систем зажигания, регуляторов напряжения, экономайзера принудительного холостого хода, противоугонных устройств, реле блокировки стартера, а также приборов для определения характеристик системы зажигания автомобиля.

По сравнению со вторым изданием (1976 г.) материал полностью обновлен.

Для радио- и автолюбителей.

**2402020000 — 019**  
**С-----36-85**  
**046 (01) — 85**

**ББК 84 . 32**

**6Ф0.3**

*Александр Хананович Синельников*

## **ЭЛЕКТРОНИКА В АВТОМОБИЛЕ**

Редактор *В. С. Темкин*  
Редактор издательства *Я. Я. Суслова*  
Обложка художника *Л. Г. Прохорова*  
Художественный редактор *Н. С. Шейн*  
Технический редактор *А. Н. Золотарева*  
Корректор *Г. Г. Казакова*  
ИБ № 761

Сдано в набор 13.08.84 Подписано в печать 29.10.84

T-21139 Формат 60X90/16 Бумага тип. № 2 Гарнитура литературная Печать высокая Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,375 Уч.-изд. л. 7,27  
Тираж 130 000 экз. (1-й завод: 1 — 80 000 экз.) Изд. № 20568 Зак. № 93 Цена 55 к.

Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 5 ВГО «Союзучетиздат» 101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

**OCR Pirat**