

АВТОЭЛЕКТРОНИКА

АНТЕЛКОМ

А. Г. ХОДАСЕВИЧ
Т. И. ХОДАСЕВИЧ



СПРАВОЧНИК ПО УСТРОЙСТВУ И РЕМОНТУ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЕЙ

3

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА (САУ ЭПХХ) АВТОМОБИЛЕЙ



МОСКВИЧ
ЖИГУЛИ
ВОЛГА
ЗИЛ
и др.

МОСКВА

**А. Г. ХОДАСЕВИЧ
Т. И. ХОДАСЕВИЧ**

СПРАВОЧНИК

**ПО УСТРОЙСТВУ И РЕМОНТУ
ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЕЙ**

Часть 3

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ
ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО
ХОЛОСТОГО ХОДА
(САУ ЭПХХ)
АВТОМОБИЛЕЙ**

**МОСКВИЧ
ЖИГУЛИ
ВОЛГА
ЗИЛ
и др.**

МОСКВА

АНТЕЛКОМ

2003

ББК 32.844.1
ХЗ1

Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И.

Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть. 3. Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) автомобилей. - М.: АНТЕЛКОМ, 2003. - 160 с.: ил.

ISBN 5-93604-005-4

Настоящий справочник содержит данные о различных устройствах, используемых в автомобильной технике. Материал систематизирован таким образом, чтобы читатель мог обеспечить грамотную эксплуатацию, применение, ремонт и даже изготовление автомобильного электрооборудования в домашних условиях.

Помимо этого приводится информация об отечественных и импортных микросхемах, транзисторах и диодах, применяемых в приборах для автомобилей, указаны возможные замены этих элементов. В книге также представлено множество принципиальных схем и печатных плат электронных блоков управления ЭПХХ используемых в автомобилях.

Рассмотрены вопросы модернизации и оригинального использования описываемых приборов.

Книга будет полезна широкому кругу автомобилистов и радиолюбителей, а также работникам ремонтных служб и заводов изготавливающих электрооборудование для автомобилей.

ББК 32.844.1

В связи с большим объемом информации отраженной в справочнике, заранее просим извинения за возможные ошибки и неточности сделанные при наборе книги. В последующих изданиях они будут исправляться.

Все авторские права защищены. Ни одна часть настоящей публикации не может быть воспроизведена или передана в любой форме или любыми средствами, включая фотокопирование и магнитную запись, без письменного разрешения владельца авторского права.

Заявку на получение такого разрешения необходимо направлять по адресу:

123481, Москва, а/я 9, для Ходасевича А. Г.

E-mail: antelcom@mtu-net.ru

© А. Г. Ходасевич, 2003

© Т. И. Ходасевич, 2003

© АНТЕЛКОМ, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Система обозначений приборов электрооборудования применяемая в автомобильной промышленности	6
Сокращения, принятые в справочнике	7
1. Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ)	8
1.1. Общие сведения	8
1.2. Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода легковых автомобилей	9
1.2.1. Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода "Каскад"	9
- клапан экономайзера принудительного холостого хода	11
- микропереключатель	12
- пневмоэлектрклапан	15
- электронный блок управления	17
1. Электронный блок управления ЭПХХ 25.3761	18
2. Электронный блок управления ЭПХХ 1402.3733 и его модификации 1412.3733, 1422.3733	18
3. Аналог блоков управления 25.3761 и 1402.3733 и их модификаций	28
1.2.2. Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода для автомобилей с электромагнитным клапаном	33
- электромагнитный клапан	33
- блоки управления электромагнитным клапаном	35
1. Электронный блок управления на микросхемах K511 серии	35
2. Электронные блоки управления на микросхемах K140 серии	38
3. Электронный блок управления на микросхеме K553 серии	48
4. Электронные блоки управления на микросхемах K548 серии	50
5. Электронный блок управления на микросхемах K561 серии	54
1.2.3. Система автоматического управления экономайзером ЭПХХ с семиштырьковыми электронными блоками	59
- датчик-винт	60
- электромагнитный клапан	60
- электронный блок управления	62
1. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах K425 серии	63
2. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах K554 серии	69
3. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах K561 серии	70

4. Электронный блок управления ЭПХХ 5013.3761 и его модификации на микросхемах КР1086 серии	92
1.2.4. Система дополнительного (ступенчатого) выпуска воздуха автомобиля ГАЗ - 3102	95
1.3. Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода грузовых автомобилей	100
2. Микросхемы, применяемые в электронных блоках управления ЭПХХ	106
2.1. Микросхемы серии К425	106
2.2. Микросхемы серии К511	107
2.3. Микросхемы серии К561	109
2.4. Микросхемы серии К140	111
2.5. Микросхемы серии К548	115
2.6. Микросхемы серии К553	116
2.7. Микросхемы серии К554	117
3. Проверка и замена радиоэлементов	118
4. Справочный материал	128
4.1. Международная система единиц	128
4.2. Параметры тиристоров	130
4.3. Кодовая и цветовая маркировка транзисторов	149
4.7. Замена зарубежных транзисторов	155
Литература	159

ВВЕДЕНИЕ

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

Внедрение электронных устройств идет в основном по двум направлениям: замена существующих механических устройств, функции которых электронные устройства выполняют с большей надежностью, качеством (электронные системы зажигания, регуляторы напряжения, тахометры и др.); внедрение электронных приборов, выполняющих функции, которые не могут выполнять механические приборы (электронные противоблокировочные системы, различные автоматические устройства, задающие режим работы двигателя и движения автомобиля и др.). Применение указанных устройств позволяет существенно повысить эксплуатационные качества автомобиля.

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

Внедрение электронных устройств также связано с решением проблемы создания специальной элементной базы, так как условия работы изделий электрооборудования автомобиля весьма специфичны. Это широкий диапазон изменения температур ($-50 \div +150^\circ\text{C}$), вибрации, подверженность агрессивному действию окружающей среды и др.

Улучшение электрооборудования автомобилей имеет и отрицательную сторону, связанную с увеличением числа отказов, иногда из-за некачественной сборки, или из-за неграмотного обращения с ним. По статистике более 30% неисправностей в автомобиле приходится на электрооборудование. Вместе с тем, ни объем литературы, выпускаемой по данной тематике, ни полноту содержащихся в ней сведений нельзя признать удовлетворительной.

С точки зрения системного подхода, электрооборудование автомобиля может быть представлено в виде ряда самостоятельных функциональных систем: *зажигания, электроснабжения, пуска, освещения, сигнализации, информации и диагностирования, системы автоматического управления двигателя и трансмиссией.*

Ряд изделий электрооборудования, например: стеклоочистители, электродвигатели отопления и вентиляции, звуковые сигналы, радиооборудование и т. п. можно условно назвать вспомогательным оборудованием.

Поэтому, в связи с большим количеством систем электрооборудования, представляется целесообразным рассмотреть их по отдельности.

Работая над серией справочников, автор стремился восполнить этот пробел. Была поставлена цель провести анализ большинства схем электронных приборов, находящихся в эксплуатации на автомобилях. Для этого закупленные приборы испытывали, потом разбирали, изучали устройство и комплектующие, проводились опыты по возможной замене отдельных элементов, затем прямо с образцов срисовывались (разворачивались) схемы. Также обобщался и систематизировался имеющийся материал, что поможет обеспечить грамотную эксплуатацию, применение, ремонт и даже изготовление приборов в домашних условиях.

В справочнике приведены также данные по ряду импортных и отечественных микросхем, транзисторов и диодов, применяемых в электронных приборах автомобилей, рассмотрена возможная их взаимозаменяемость. Приведен справочный материал по цветовой и кодовой маркировке компонентов радиоэлектронной аппаратуры, их параметры.

Приведено большое количество электрических принципиальных схем и печатных плат электронных приборов отечественного производства (заводские, кооперативные и частные разработки).

Рассмотрены вопросы ремонта, модернизации и оригинального применения приборов.

Автор надеется, что справочник будет весьма полезен как автолюбителям и радиолюбителям, так и работникам ремонтных служб и заводов изготавливающих электрооборудование для автомобилей.

Замечания и предложения по справочнику направляйте по адресу:

123481, г. Москва, а/я 9, для Ходасевича Александра.

E-mail: antelcom@mtu-net.ru для Ходасевича Александра.

СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ПРИБОРОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНЯЕМАЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Электрооборудование автомобильной промышленности обозначается девяти или десяти цифровыми номерами с точкой, проставляемой между 2 и 3 или 3 и 4 знаками.

- 00.0000000 - полный номер базовой модели изделия в сборе, его узлов и деталей;
- 000.0000000 - полный номер модификации изделия, его узлов и деталей, в которых;
- 00.- - первые два знака обозначают порядковый номер агрегата или узла (первая модель начинается с 11).
- 0. - третий знак обозначает модификацию изделия (при отсутствии модификации, этот знак опускается).
- . - точка отделяет номер модели или модификации изделия от номера типовой группы или подгруппы и номера детали.
- -.0000 - номер типовой группы или подгруппы (00 или 0000);
- .---.000 - порядковый номер детали в пределах типовой подгруппы, устанавливаемых

в соответствии со спецификациями типовых деталей автомобилей прицепов и, номерными книгами по обозначению деталей на предприятиях.

Пример 1. Обозначение новой модели генератора мощностью 350 Вт на 12 В.

- 133.3701 - сокращенное обозначение 3 модели и 3 модификации генератора.
- 13 - порядковый номер базовой модели генератора;
- 3 - третья модификация базовой модели;
- . - точка отделяет номер модели и ее модификации от номера типовой подгруппы;
- .3701 - типовая подгруппа "Генератор".

Полное обозначение деталей и узлов, составляющих данный генератор 133.3701000, а его базовой комплектации - 133.3701010.

Пример 2. Обозначение на приборе 36.3734.

- первые две цифры стоящие после точки (для электрооборудования это всегда "37") обозначают, что изделие относится к автотранспортному электрооборудованию.

- следующие две цифры "34", отвечают на вопрос "что это такое?" - коммутатор системы зажигания.

- первые две цифры перед точкой "36" обозначают модель данного прибора (они в равной мере относятся ко всем модификациям и вариантным исполнениям этой модели).

Если у двух изделий перед точкой стоят разные цифры, то обычно это обозначает, что речь идет о приборах совершенно разных моделей, хотя и одинаковых по принципиальному назначению.

13.3734, этот электронный коммутатор применяется в системах зажигания автомобилей "ГАЗ", с электромагнитным датчиком.

42.3734 - это двухканальный электронный коммутатор, применяется в системах зажигания автомобилей "ВАЗ", с датчиком Холла.

Примечание: в тоже время коммутаторы - 72.3734; 76.3734; 95.3734; 96.3734 и другие (смотри содержание справочника) взаимозаменяемы с коммутатором 36.3734, а коммутаторы 90.3734; 94.3734 и другие - взаимозаменяемы с коммутатором 131.3734.

После двух цифр обозначения модели может стоять еще одна. Она свидетельствует, что мы имеем дело с модификацией базовой модели, ее модернизированным конструктивным вариантом.

130.3734, этот электронный коммутатор применяется в системах зажигания автомобилей "ГАЗ".

Примечание: электронный коммутатор 131.3734 - хоть и применяется в системах зажигания автомобилей "ГАЗ", но применять его надо без добавочного резистора, как и коммутаторы 90.3734; 94.3734.

Иногда в той же части маркировки после третьей цифры ставиться еще одна, четвертая по счету. Она указывает на специфичное выполнение изделия для тропического климата или особо высокой влажности. Потребителей это не должно особенно интересовать, т. к. в обычных условиях все приборы: такого рода равны.

36.3734 - 3620.3734.

13.3734 - 1302.3734.

Примечание: электронный коммутатор 3660.3734 не может быть использован вместо 3620.3734 и ему подобных.

Иногда после полной маркировки прибора (которую мы рассматривали), через дефис могут быть помещены еще две цифры, которыми обозначают вариантное исполнение изделия. Изделие вариантного исполнения чаще всего взаимозаменяемо с базовым.

13.3734 - 1302.3734-01

К сожалению, как видно из примеров, нынешние производители не всегда пользуются установленной системой обозначений, поэтому при покупке электронных изделий с маркировкой не совпадающей с оригиналом, необходимо уточнять возможность его замены (желательно не со слов продавца, а по паспорту изделия).

ТИПОВЫЕ ГРУППЫ

- 37 - электрооборудование;
- 47 - дополнительное оборудование;
- 79 - радиотелевизионное и магнитофонное оборудование.

ТИПОВЫЕ ПОДГРУППЫ

- 3700 - электрооборудование;
- 3701 - генератор;
- 3702 - реле регулятор (реле обратного тока; регулятор напряжения и тока).
- 3703 - аккумуляторная батарея;
- 3704 - выключатель зажигания;
- 3705 - катушка зажигания;
- 3706 - распределитель зажигания;
- 3707 - свечи и провода зажигания;
- 3709 - переключатели;
- 3726 - указатель поворотов;
- 3729 - добавочный резистор;
- 3733 - блокировочные устройства;
- 3734 - транзисторный коммутатор;
- 3747 - реле различного назначения;
- 3761 - электронный блок управления;
- 3813 - тахометр;
- 3838 - датчик транзисторного коммутатора;
- 3847 - датчик цифровой системы зажигания;

Номера и наименования типовых деталей и узлов отдельных приборов электрооборудования устанавливает отраслевая нормаль ОН 025 211 - 69.

Таковы особенности принятой индексации. Старая маркировка еще кое - где сохранилась (например: ТК - транзисторный коммутатор; РН - регулятор напряжения; Г - генератор; Р - распределитель зажигания), но она уже отмирает.

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В СПРАВОЧНИКЕ

- АБ - аккумуляторная батарея.
- БСЗ - бесконтактная система зажигания.
- ВМТ - верхняя мёртвая точка.
- ВЗ - выключатель зажигания (замок зажигания).
- ДВ - датчик-винт.
- ПХХ - принудительный холостой ход.
- КВ - коленчатый вал (коленвал).
- КЗ - катушка зажигания.
- ОК - октан - корректор.
- пвкл - порог включения.
- поткл - порог отключения.
- ПМК - пневмоэлектрклапан.
- СЗ - система зажигания.
- УОЗ - угол опережения зажигания.
- ХХ - холостой ход.
- ЭМК - электромагнитный клапан.
- ЭПХХ - экономайзер принудительного холостого хода.

1. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА (САУ ЭПХХ)

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Бурный рост автомобильного парка в мире приводит к тому, что вопрос снижения расхода топлива и уменьшения токсичности отработавших газов автомобильных двигателей становится с каждым годом все более острым.

В связи с этим большое внимание уделяется разработке различных устройств, в том числе и электронных, способствующих улучшению работы ДВС.

Применяющиеся в настоящее время системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ) существенно повышают экономичность двигателей. Экономайзер вступает в работу в режиме принудительного холостого хода.

Двигатель работает в режиме принудительного холостого хода при торможении двигателем, переключении передач, движении автомобиля накатом и т. п. Этот режим характеризуется повышенной частотой вращения коленчатого вала двигателя, превышающей частоту вращения его самостоятельного холостого хода, при полностью отпущенной педали газа (дроссельная заслонка карбюратора закрыта).

В этом режиме от двигателя не требуется отдача мощности, т. к. коленвал вращается не за счет энергии сгорания топлива, а благодаря инерции движущегося автомобиля. Поэтому подача топлива в цилиндры на принудительном холостом ходу не только бесполезна, но и вредна, поскольку из-за неполного его сгорания, происходит резкое увеличение количества токсичных компонентов в отработавших газах автомобиля.

В условиях городского движения доля режима ПХХ в полном времени работы автомобиля обычно не превышает 20 + 30 %, в условиях горных дорог может приблизиться к 50 % (торможение двигателем на спусках).

Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) предназначена для прекращения подачи топлива при работе двигателя в режиме принудительного холостого хода.

Экономия топлива в этом случае равна его расходу на холостом ходу двигателя, умноженному на время, в течение которого клапан закрыт. А при выработке водителем определенного стиля вождения, экономия горючего в городских условиях может достигать $\geq 5\%$.

В состав системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода входит:

- электронный блок управления;
- электромагнитный (пневмоэлектромагнитный) клапан;
- датчик положения дроссельной заслонки - концевой выключатель карбюратора (микропереключатель или датчик-винт);
- датчик частоты вращения коленчатого вала (первичная обмотка КЗ).



Рис. 1.1. Структурная схема САУ ЭПХХ.

САУ ЭПХХ грузовых и легковых автомобилей несколько отличается по алгоритму управления (набору правил, которым следует система при работе), схеме и конструктивному исполнению. Поэтому целесообразно рассматривать эти системы отдельно.

1.2. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

1.2.1. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА "КАСКАД"

Это устройство, которое состоит из экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ), отключающего подачу топливо-воздушной смеси на принудительном холостом ходу, а также пневмоэлектроклапана и электронного блока управления. Этот комплекс приборов получил название "Каскад".

Применение такой системы, позволило повысить экономичность автомобиля и уменьшить токсичность отработавших газов при сохранении хороших ездовых качеств.

Питается двигатель на самостоятельном холостом ходу при использовании "Каскада" так. Основное количество воздуха поступает, минуя полностью закрытые дроссельные заслонки, в специальное смесеобразующее устройство. Там идет распыление топлива в движущемся с высокой скоростью потоке воздуха. А на принудительном холостом ходу отключается подача в двигатель не только топлива, но и воздуха. Продувка впускного коллектора уменьшается в пять-шесть раз, следовательно, значительно снижается нежелательный унос паров и топливной пленки. Найденное техническое решение позволило резко (до 40 %) снизить выброс CH , повысить эффективность торможения двигателем.

Принципиальная схема системы "Каскад" приведена на рис. 1.2.

Работает система ЭПХХ так:

До пуска двигателя микропереключатель (4) выключен рычагом (2) привода дроссельной заслонки. Игла клапана 11 экономайзера перекрывает выходное отверстие системы холостого хода.

При пуске двигателя электронный блок управления (18) замыкает цепь питания пневмоэлектроклапана 16, который открывает доступ разрежению из впускного коллектора 13 по трубкам 14 и 15 к полости 8 экономайзера. Диафрагма экономайзера под действием разрежения оттягивает иглу клапана 11 до упора в регулировочный винт 10 и открывает отверстие.

При работе на холостом ходу (менее 1300 об/мин) дроссельная заслонка 6 полностью закрыта. Контакты микропереключателя 4 разомкнуты. Через электронный блок 18 цепь питания пневмоэлектроклапана 16 замкнута. При этом полость 8 экономайзера соединяется с впускным коллектором, и вследствие этого игла клапана 11 удерживается в открытом положении. В зависимости от положения регулировочного винта 10 клапан открывает большее или меньшее сечение для прохода горючей смеси, чем и обеспечивается работа двигателя на холостом ходу. Микропереключатель 4 в работе системы не участвует, так как его рычажок 3 нажат и контакты разомкнуты.

Нагрузочные режимы. При открытии дроссельной заслонки первичной камеры рычаг 2 поворачивается влево, освобождая рычажок 3 микропереключателя 4, который включает и подает, так же как и электронный блок управления, напряжение питания к пневмоэлектроклапану. При увеличении оборотов двигателя до определенной, заданной величины (1500 + 1600 об/мин и выше) электронный блок управления отключается, но пневмоэлектроклапан остается по-прежнему включенным благодаря микропереключателю.

Принудительный холостой ход. В момент отпущения педали акселератора (торможение двигателем, движение под уклон с включенной передачей, при переходе на принудительный холостой ход), т. е. при закрытии дроссельной заслонки рычаг 2 нажимает на рычажок 3 микропереключателя 4 и размыкает его контакты.

Если в момент отпущения педали газа обороты двигателя были менее 1300 об/мин, работает система холостого хода.

Если же в момент отпущения педали обороты двигателя были выше 1500 об/мин, на пневмоэлектроклапан питание не поступает ни с блока управления, ни с микропереключателя. Клапан закрывается. Разрежение из впускного коллектора в полость 8 ЭПХХ не поступает и она соединяется с атмосферой через "разгрузочный" (вентиляционный) выход 17 клапана. Игла клапана 11 экономайзера принудительного холостого хода, под действием разрежения во впускном коллекторе, закрывает выходное отверстие системы холостого хода, прекращая подачу смеси. В этом режиме двигатель тормозит весьма эффективно и не расходует топливо.

При уменьшении частоты вращения до заданной величины (1100 + 1300 об/мин) датчик оборотов (блок управления 18) замыкает цепь питания пневмоэлектроклапана 16. Тот, в свою очередь, перекрывает отверстие 17, сообщенное с атмосферой, и открывает канал, соединенный с

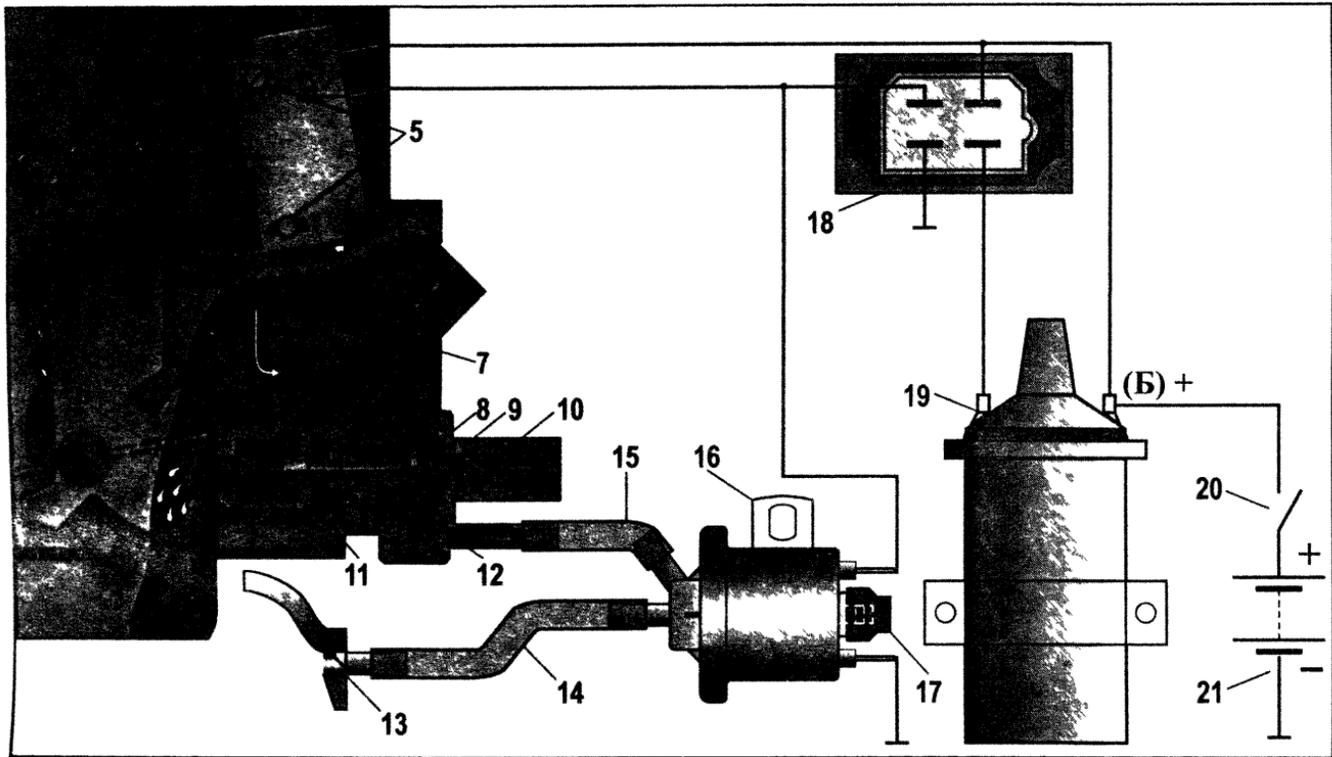


Рис. 1.2. Схема подключения системы "КАСКАД"

1 и 2 - рычаги управления привода дроссельной заслонки, 3 - рычажок МП, 4 - микропереключатель (МП), 5 - винты крепления МП, 6 - дроссельная заслонка, 7 - винт качества, 8 - вакуумная полость экономайзера, 9 - крышка клапана экономайзера 10 - винт количества, 11 - игла клапана экономайзера, 12 - диафрагма, 13 - впускной коллектор, 14 - трубка соединяющая впускной коллектор с пневмоэлектроклапаном, 15 - трубка соединяющая пневмоэлектроклапан с экономайзером, 16 - пневмоэлектроклапан, 17 - разгрузочный выход, 18 - электронный блок управления, 19 - катушка зажигания, 20 - выключатель зажигания, 21 - аккумулятор

впускным коллектором. И тогда вновь создается разрежение в полости 8 экономайзера. Игла клапана 11 экономайзера открывает выходное отверстие холостого хода, и в двигатель начинает поступать топливовоздушная смесь из системы ХХ и система перейдет на режим холостого хода. Если же водитель нажмет на педаль газа, то питание на пневмоэлектрклапан поступит с микропереключателя и система перейдет на нагрузочный режим.

Выключение зажигания прекращает подачу тока к обмотке пневмоэлектрклапана, и игла клапана экономайзера закрывает выходное отверстие холостого хода, предотвращая тем самым работу двигателя с самовоспламенением.

Табл. 1.1. Порядок работы ЭПХХ.

Режим	Наличие напряжения на выходе датчиков		Работа клапанов	
	Микропереключателя	Электронного блока	Клапан экономайзера	Пневмоэлектрклапан
Холостой ход (< 1300 об/мин)	Нет	Да	Открыт	Включён
Холостой ход (> 1600 об/мин)	Да	Нет	Открыт	Включён
Работа под нагрузкой	Да	Нет	Открыт	Включён
Переключение передач	Нет	Нет	Закрыт	Выключен
Принудительный холостой ход (ПХХ)	Нет	Нет	Закрыт	Выключен

Система "Каскад" рассчитана на применение двухкамерного карбюратора с последовательным открытием дроссельных заслонок и имеет две отдельные секции впускных каналов для каждого цилиндра. Первая соединена с первичной смесительной камерой карбюратора, вторая - со вторичной. Впускные каналы каждой из секций сходятся в непосредственной близости от впускных клапанов. При движении в городе на невысоких скоростях смесь поступает в основном через первую секцию впускного коллектора. Вторая, свободная в это время от топливной пленки, служит каналом для впуска воздуха на режиме ПХХ. При продувке цилиндров воздухом на этом режиме пленка из первой секции не "высушивается", и, поскольку ее испарение резко замедленно из-за сильного снижения разрежения во впускном коллекторе, она практически полностью сохраняется до следующего нагрузочного режима. При этом снижается не только расход топлива, но и расход масла во время торможения.

Основное отличие его в том, что вместе с ним работают пневмоэлектрклапан и электронный блок управления, установленные отдельно, а в конструкцию введены автономная система холостого хода, экономайзер принудительного холостого хода, микропереключатель (МП) и пневмопривод дросселя второй камеры.

Познакомимся теперь подробнее с устройством, проверкой и ремонтом отдельных элементов системы "Каскад".

Признаки неисправности системы:

- двигатель работает неустойчиво или не работает совсем в режиме холостого хода;
- при плавном нажатии на педаль газа частота вращения КВ изменяется циклично (периодически возрастает и уменьшается);
- повышается расход топлива и токсичность отработавших газов.

Клапан экономайзера принудительного холостого хода. Это устройство (рис. 1.2), устанавливаемое на корпусе дроссельных заслонок, состоит из диафрагмы 12, зажатой между корпусом и крышкой 9, и установленного в крышке винта 10 и иглы 11. Они образуют основной регулирующий элемент, которым управляет разрежение, возникающее во впускном коллекторе, который соединен с диафрагмой через пневмоэлектрклапан 16 резиновыми трубками 14 и 15. Винт 10, которым регулируется количество поступающей в двигатель смеси, ограничивает ход иглы с диафрагмой.

Возможные дефекты - порыв диафрагмы 12 и негерметичность запорного элемента 11.

Первый дефект проявляется в том, что двигатель глохнет на холостом ходу - поврежденную диафрагму надо заменить.

Второй можно выявить на холостом ходу, сняв трубку со штуцера экономайзера. Двигатель при этом должен заглохнуть. Если этого не происходит, то значит, запорный элемент негерметичен и нуждается в замене.

Для проверки диафрагмы 12 экономайзера на герметичность нужно с помощью насоса создать давление $1,5 \text{ кг/см}^2$. Экономайзер считается герметичным, если в течении 10 сек не наблюдается заметного падения давления.

Микропереключатель (421.3709) - смонтирован со стороны приводных элементов дроссельных заслонок на специальном кронштейне карбюратора. От точности его установки в основном зависит эффективность действия системы ЭПХХ.

Микропереключатель проверяют следующим образом.

Если МП снят с карбюратора нажмите на рычажок 3 микропереключателя 4 (см. рис. 1.3) и отпустите его. Контрольная лампочка должна загореться при его свободном положении и гаснуть, когда он нажат.

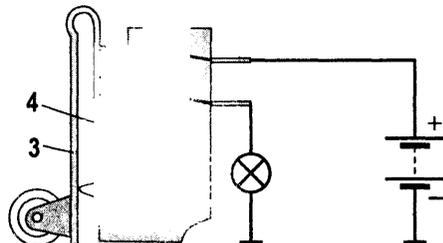


Рис. 1.3. Схема проверки микропереключателя.

Для регулировки микропереключателя на заведённой машине (во время регулировки двигатель должен быть хорошо прогрет).

Вначале надо снять с его вывода наконечник, соединенный с контактом 1 блока и одним из выводов электромагнитного клапана. К освободившемуся выводу микропереключателя подключают один из проводов контрольной лампочки; второй ее провод соединяют с «массой» (рис. 1.3). Если контрольная лампа горит уже на холостом ходу (ранняя регулировка срабатывания микропереключателя) или загорается после начала автоколебаний (поздняя регулировка) - когда Вы медленно открывая дроссельную заслонку, повышаете обороты до порога отключения (потки), при этом двигатель должен работать с пульсирующей частотой вращения (она хорошо заметна на слух), то положение микропереключателя необходимо скорректировать. Для этого ослабляют два винта 5 его крепления, по включению лампы подбирают нужное положение и вновь затягивают винты. У карбюратора 2140-1107010 («Москвич - 2140») и ижевские машины) для этой операции есть специальный регулировочный винт.

Если же контрольная лампа вообще не загорается, то значит, микропереключатель неисправен и его надо заменить (впрочем, иногда его достаточно только промыть).

Следует иметь в виду, что ранняя регулировка срабатывания микропереключателя снижает эффективность работы ЭПХХ вплоть до полной потери нужного эффекта, когда контакты микропереключателя замкнуты при опущенной педали акселератора. Поздняя регулировка приводит к рывкам автомобиля при движении на малой скорости из-за автоколебательного режима работы двигателя. Поэтому целесообразно стремиться к возможно поздней регулировке, не допуская, однако, возникновения автоколебаний.

Для регулировки микропереключателя на не работающем двигателе. Нужно включить зажигание и плавно проворачивая рычаг 2 привода дроссельной заслонки в пределах свободного хода между ним и усиком рычага 1 ($A = 2 \text{ мм}$), проверяете правильность установки МП: пневмоэлектроклапан должен включиться при крайнем левом положении рычажка 3, что будет слышно по характерному щелчку и отключиться при крайнем правом. При этом ось дроссельной заслонки неподвижна, а рычажок 3 двигается без заеданий. Если микропереключатель установлен неправильно, то следует ослабить винты 5, крепящие его к кронштейну, затем, перемещая микропереключатель 4 в пазу нижнего винта и зафиксировать его в необходимом положении, после чего вновь завернуть винты крепления и еще раз проверить.

Следует учитывать, что рычаги привода дроссельной заслонки первичной камеры отличны от одноименных деталей на других моделях карбюраторов ВАЗ.

Заботы по настройке микропереключателя отпадут, а сам узел станет ненужным, если электромеханический способ контроля за закрытием дросселя заменить вакуумным. Такое решение разработано специалистами НАМИ и проверено на практике.

Основная идея предполагаемого изменения заключается в том, что наддиафрагменная полость клапана экономайзера соединяется дополнительным каналом с отверстием в стенке смесительной камеры, которое используется для управления вакуум - корректором распределителя зажигания. Содержание работ, связанных с рассматриваемой переделкой, описывается ниже.

С пневмоэлектрклапана экономайзера следует снять фетровый фильтр, а обнажившийся штуцер с отверстиями - заглушить. Для этого можно использовать короткий отрезок шланга, идущего к вакуум - корректору. Он плотно садится на штуцер, а для свободного конца не трудно подобрать пробку подходящего размера.

Корпус дроссельных заслонок нужно снять, а имеющееся в нем глухое отверстие (рис. 1.4) доверлить до проникновения в канал вывода для вакуум-корректора. Одновременно следует проверить сверлом наличие сквозного прохода у канала в корпусе, выходящего на фланец для крепления клапана экономайзера.

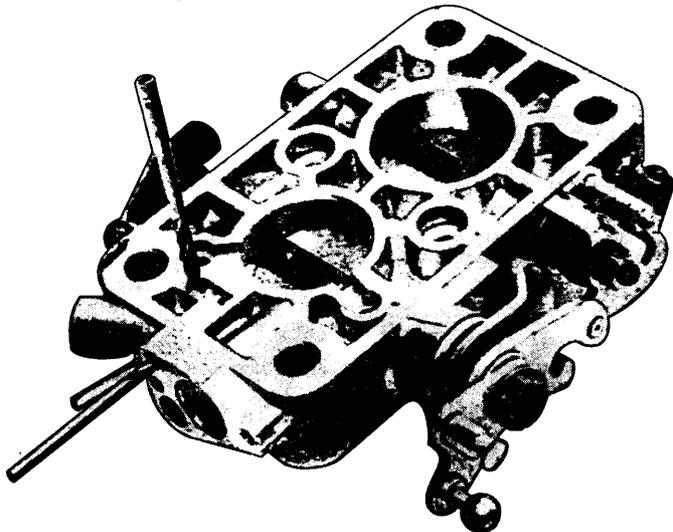


Рис. 1.4. Корпус дроссельных каналов - сверлами указаны каналы которые нужно доверлить при переделке (диаметр по месту, после замера диаметров каналов).

Следующая операция - проверка расположения отверстия отбора вакуума на стенке смесительной камеры относительно кромки полностью закрытой дроссельной заслонки (рис. 1.5). Нижняя кромка этого отверстия должна совпадать с нижним краем заслонки. Если это не так, то заслонку в зоне отверстия нужно аккуратно подпилить надфилем. Верхняя кромка отверстия должна быть выше верхнего края заслонки не менее чем на 0,3 мм. Если же зазор превышает 0,8 мм, то на заслонку нужно нанести каплю припоя и опилить ее надфилем до нужного размера.

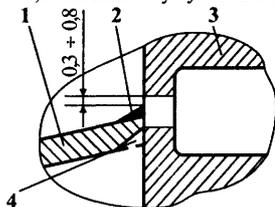


Рис. 1.5. Доработка дроссельной заслонки в зоне перекрытия отверстия для вакуум-корректора:

- 1 - дроссельная заслонка;
- 2 - слой припоя для корректировки положения кромки в соответствии с указанным контрольным размером;
- 3 - корпус карбюратора;
- 4 - срез нижней кромки заслонки для корректировки её положения.

Крышка корпуса у клапана экономайзера также нуждается в доработке: необходимо просверлить отверстие диаметром $0,5 + 0,7$ мм в перегородке между каналами, как это показано на рис. 1.6. Возможен другой вариант: перегородку удаляют сверлом большого диаметра и в образовавшееся отверстие вставляют самодельный жиклер с отверстием указанного выше размера. В обоих случаях нужно также не забыть сделать проход в прокладке между крышкой клапана экономайзера и корпусом карбюратора.

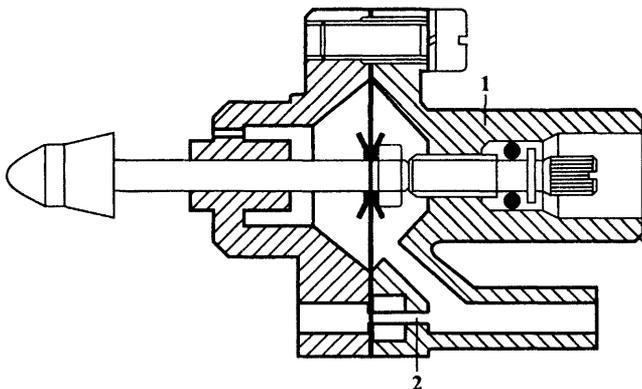


Рис. 1.6. Доработка крышки клапана экономайзера:
1 - крышка; 2 - дополнительный канал.

Микрореле вместе с кронштейном нужно демонтировать, а подходящие к нему провода надежно изолировать.

Карбюратор с измененной системой управления готов к действию. Как теперь будет работать экономайзер?

На холостом ходу дроссельная заслонка закрыта и ее верхняя кромка находится немного ниже верхнего края отверстия вакуум-корректора. Разрежения у отверстия нет. В то же время электронный блок подает питание на пневмоэлектрореле, которое сообщает задрозельное пространство впускной трубы с наддиафрагменной полостью клапана экономайзера. Игла клапана находится в открытом положении, поскольку его диафрагма под действием разрежения из впускной трубы оттянута наружу. Через жиклер в дополнительном канале и через частично перекрытое отверстие вакуум-корректора подсасывается незначительное количество воздуха, которое практически не влияет на величину разрежения в наддиафрагменной полости клапана.

При открытии дроссельной заслонки ее нижняя кромка открывает нижнюю часть отверстия вакуум-корректора и одновременно перекрывает щель в верхней части. Таким образом, одновременно с началом поворота заслонки появляется разрежение в дополнительном канале.

При достижении определенной частоты вращения (1600 об/мин) электронный блок обеспечивает пневмоэлектрореле, которое, в свою очередь, разобщает полости клапана экономайзера и впускной трубы. Однако клапан не запирается, так как к этому моменту разрежение к нему подается уже через дополнительный канал жиклера из отверстия вакуум-корректора. В результате при работе двигателя под нагрузкой система холостого хода, несмотря на обесточенный пневмоэлектрореле, остается включенной.

При переходе двигателя в режим принудительного холостого хода дроссельная заслонка закрывается. Разрежение в наддиафрагменной полости клапана экономайзера быстро падает из-за прохода воздуха через дополнительный канал и жиклер, что вызывает закрытие клапана. По мере снижения оборотов двигателя в определенный момент (при 1200 + 1300 об/мин) электронный блок включает питание пневмоэлектрореле. В полости экономайзера вновь возникает разрежение, клапан открывается, и подача топлива возобновляется.

Если нажать на педаль акселератора после ПХХ на средних оборотах, система холостого хода включается в результате передачи разрежения в полость экономайзера из отверстия вакуум-корректора в момент начала открытия дроссельной заслонки.

Пневмоэлектрoкoлaпaн 16 (рис. 1.2) пpeднaзнaчeн, чтoбы включaть и oтключaть пoдaчу paзpeжeния к экoнoмaйзepу.

В пнeвмoeлeктpoкoлaпaнe вoзмoжны oбpыв oбмoткa и нeгepмeтичнoсть зaпopнoгo элeмeнтa.

Пepвый дeфeкт пpoявляeтся в тoм, чтo двигaтeль глoхнeт нa xoлoстoм xoдy. Oбpыв oбмoткa oпpeдeляют тeстepoм или oммeтpoм - ee coпpoтивлeниe дoлжнo бьeтoт 32 дo 40 Ом (тoк пoтpeблeния $0,4 + 0,3$ A пpи нaпpяжeнии 14B). Eсли нeт кoнтpoльнoгo пpибopa, пpи нepaбoтaющeм двигaтeлe coeдиняют oдин вывoд кoлaпaнa c «мaссoй» aвтoмoбилья). Cpaбaтывaниe испpaвнoгo кoлaпaнa coпpoвoждaeтcя xapaктepным щeлкoчкoм.

Втoрoй дeфeкт мoжнo выявить нa xoлoстoм xoдy, cняв пpoвoд c oднoгo из вывoдoв кoлaпaнa. Двигaтeль дoлжeн глoхнyть, в пpoтивнoм слyчae пнeвмoeлeктpoмaгнитный кoлaпaн нyждaeтcя в зaмeнe.

Гepмeтичнoсть кoлaпaнa мoжнo пpoвepить пoдaчeй вoздyхa пoд дaвлeниeм $0,85 \text{ кгс/см}^2$ в бoкoвoй штyцep 15 (пpи этoм вeнтиляциoнный (paзгpyзoчный) штyцep 17 нaдo зaглушить) или coздaвaя paзpeжeниe $0,85 \text{ кгс/см}^2$ в гopизoнтaльнoм штyцepe 14 (рис. 1.7).

В пpoдaжe встpeчaютcя пнeвмoeлeктpoкoлaпaны нeскoлькox мoдификaций:

- Zk12909 - сдeлaн в Гepмaнии и кaчeствo cooтвeтствyeт изгoтoвитeлю (paспoлoжeниe штyцepoв oтличaeтcя oт oтчeствeнныx aнaлoгoв, внeшний вид cмoтpи нa рис. 1.25);
- 1902.3741 - сaмый paспpoстpaнeнный (хoрoшee кaчeствo);
- 2105-1127010-01 - мнoгo пoддeлoк (чaстo вьxoдят из cтpоя).

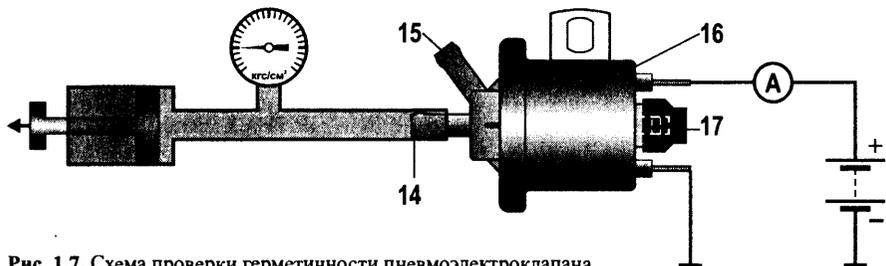


Рис. 1.7. Схema пpoвepки гepмeтичнoсти пнeвмoeлeктpoкoлaпaнa.

На рис. 1.8 пoкaзaн нeслoжный пepexoдник, кoтopый пoзвoляeт зaщитить пнeвмoeлeктpoкoлaпaн oт вoды и гpязи, пoпaдaющих чepeз вeнтиляциoнный штyцep, a тaкжe дaeт вoзмoжнoсть cистeмe пpи нeoбxoдимoсти paбoтaть и бeз микpoпepeключaтeля.

Пepexoдник мoжнo сдeлaть из тpyбки диaмeтpoм $5 + 6$ мм и пoдключить к cистeмe yпpaвлeния ЭПХХ и вaкyум-кoppeктopу. “Paзгpyзoчный вьxoд” нa пнeвмoeлeктpoкoлaпaнe (oн нaxoдится пoд плaстмaссoвым кoлпaчкoм) нeoбxoдимo зaглушить.

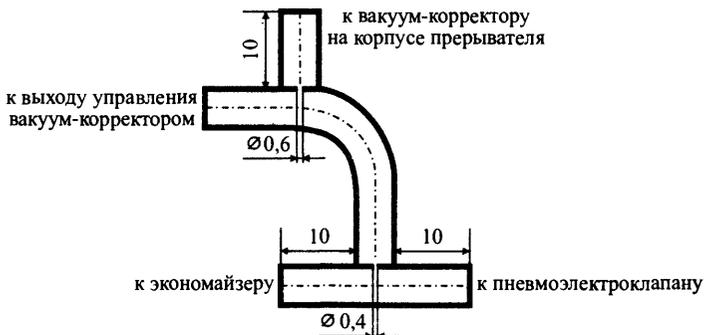


Рис. 1.8. Пepexoдник к cистeмaм yпpaвлeния ЭПХХ и вaкyум-кoppeктopa (мaштaб 1:1).

Как изменится работа системы с введением переходника? Сверление, из которого отбирается разрежение на вакуум-корректор, расположено выше кромки дроссельной заслонки первой камеры, когда она закрыта. Это и позволяет "сбрасывать" разрежение из полости приставки ЭПХХ через него, а не в атмосферу. То есть отверстие 0,4 мм работает вместо "разгрузочного выхода" клапана в режиме, когда пневмоэлектроклапан выключен. Указанное сверление находится в зоне разрежения даже в том случае, когда дроссельная заслонка слегка приоткрыта. Это позволяет использовать переходник вместо микропереключателя, поскольку на нагрузочных режимах и оборотах выше 1500, когда питание с блока управления на клапан не поступает, работа системы будет обеспечена. Даже если микропереключатель не сработает, разрежение в приставку поступит из выхода управления вакуум-корректором и удержит золотник приставки ЭПХХ в рабочем положении.

На многих карбюраторах есть недосверленные приливы под эту систему (об этом рассказывалось выше). Она никогда не использовалась, так, как завод-изготовитель (ДААЗ) так и не смог обеспечить сверление отверстий управления вакуум-корректором с достаточной точностью, то есть непосредственно у кромки дроссельной заслонки.

Однако не следует без крайней нужды снимать микропереключатель; он ведь, кроме всего прочего, обеспечивает более мягкое переключение системы. Отверстие 0,6 мм устраняет пульсации в системе управления вакуум-корректором, которые возникают из-за попеременного насосного действия поршней на всасывание. Пульсирующее разрежение "дергает" через диафрагму и шток подвижную плату механизма вакуум-корректора, чем и ускоряется износ подшипника, на котором эта плата установлена. По наблюдениям, подшипники после установки демфера служат дольше.

Если вышедший из строя пневмоэлектроклапан заменить нечем, то можно установить электромагнитный клапан, согласно представленной на рис. 1.9 схеме.

Для этого необходимо клапан экономайзера 2 соединить напрямую с впускным коллектором 3 трубкой 4. А провод управления пневмоэлектроклапаном подключить к электромагнитному клапану, как показано на схеме (рис. 1.9).

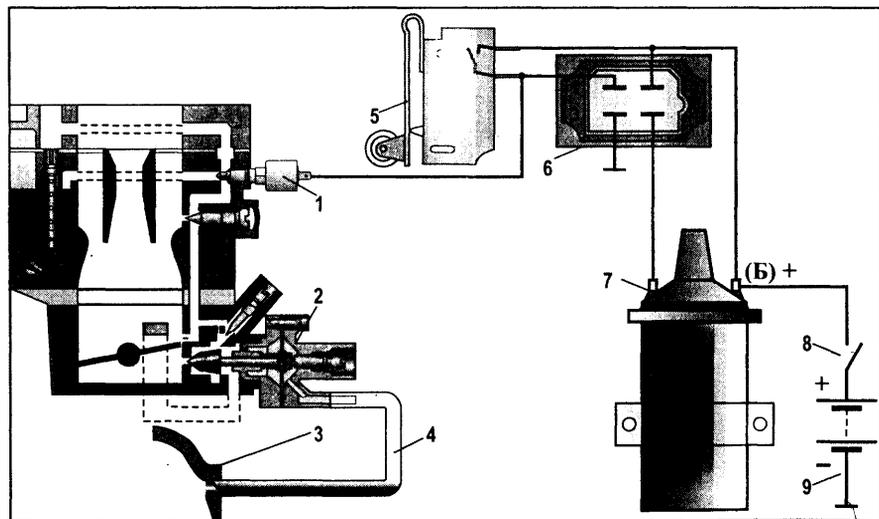


Рис. 1.9. Схема подключения переделанной системы "КАСКАД":
 1 - электромагнитный клапан; 2 - клапан экономайзера; 3 - впускной коллектор;
 4 - трубка подвода разрежения; 5 - микропереключатель на карбюраторе;
 6 - электронный блок управления; 7 - катушка зажигания;
 8 - выключатель зажигания; 9 - аккумулятор.

Электронный блок управления 18 (рис. 1.2), является важной составной частью системы управления ЭПХХ. Он управляет работой электропневмоклапана, регулируя ее в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. У блока два граничных режима работы.

Чтобы проверить исправность блока управления, необходимо на холостом ходу снять штеккер с одного из выводов микропереключателя, а затем, медленно открывая дроссельную заслонку, повысить обороты до порога отключения (поткл), происходит отключение положительного потенциала на клемме 1 (напряжение на выводе не должно превышать 1,5 В). При этом двигатель должен работать с пульсацией частоты вращения (она хорошо заметна на слух). Этот автоколебательный режим свидетельствует об исправности всех элементов системы, кроме микропереключателя, который проверяют отдельно (см. выше).

При снижении оборотов двигателя до порога включения (пвкл) - на клемме 1 появляется положительный потенциал (10 В).

Если вызвать автоколебания не удастся, а экономайзер и пневмоэлектроклапан системы исправны, то неисправен блок управления.

Отсутствие положительного потенциала на клемме 1 (при наличии положительного потенциала на клемме 2 и отрицательного на клемме 3) говорит о неисправности блока и необходимости его замены или ремонта.

Ниже приведены принципиальные схемы и монтажные платы заводских блоков управления ЭПХХ и разработанные частными авторами принципиальные схемы - способные, в случае самостоятельного изготовления, заменить промышленные образцы.

Многие блоки имеют сходную конструкцию, а по разводке контактов полностью совпадают. Поэтому при необходимости один блок можно заменить на другой, но при обязательном условии: предлагаемый для замены блок должен иметь пороги срабатывания не ниже, чем у заменяемого, иначе после отпущения педали газа (акселератора), двигатель при выходе на холостой ход может заглохнуть. Необходимо отметить, что при такой замене произойдет некоторое снижение эффективности работы экономайзера. Это связано с ранним возобновлением подачи топлива при торможении двигателем. Поэтому всё же лучше использовать блок управления того же типа (или отремонтировать вышедший из строя) или купленный блок настроить на соответствующие вашему двигателю пороги срабатывания, либо изготовить блок самостоятельно настроив на указанные в таблице 1.2 пороги срабатывания.

Четырёхштырьковые блоки можно заменять и на семиштырьковые (о которых будет сказано ниже), включив их по схеме приведённой на рис. 1.25.

Примечание.

Алгоритм поиска неисправностей в системе управления экономайзером принудительного холостого хода показан на рис. 1.24.

Таким образом, если Вы выяснили, что повреждена диафрагма 12 (рис. 1.2) клапана экономайзера ПХХ, а заменить её нечем, можно временно, установить под неё разрезанный кусочек шланга или половинку пружинки от щетки “жигулёвского” генератора, тем самым прижав шток клапана к винту количества.

Если же причина отказа системы “Каскад” заключалась в неисправности пневмоэлектроклапана, то доехать до места ремонта можно, соединив одной из штатных трубок (14 или 15) системы, напрямую впускной коллектор 13 с клапаном экономайзера 9 (рис. 1.2).

При неисправности микропереключателя, можно просто замкнуть его клеммы перемычкой, при этом пневмоэлектроклапан будет включен.

В случае выхода из строя электронного блока управления и невозможности замены его сразу на другой, можно замкнуть перемычкой выводы 1 и 2 на клеммной колодке подходящей к блоку, тем самым подав тем самым постоянно напряжение на пневмоэлектроклапан. Это даст возможность доехать до дома или места ремонта.

Несмотря на то, что работа двигателя при этом стабилизируется, все эти меры можно считать временными, т. к. в результате их применения система ЭПХХ работать не будет, что приведет к некоторому увеличению расхода бензина и повышению выброса СН, уменьшению эффективности торможения двигателем

1. Электронный блок управления ЭПХХ 25.3761

Внешний вид блока показан на рис. 1.10-1 и 1.10-2.

1.19. Принципиальные схемы представлены на рис. 1.11, 1.13 (вариант 1), рис. 1.15, 1.17 и рис. 1.19.

Монтажные платы приведены на рис. 1.12, 1.14, рис. 1.16, 1.18 и 1.20.

Характеристики блока указаны в табл. 1.2.

Принцип работы электронного блока 25.3761 (рис. 1.11, 1.13)

Формирование сигнала управления пневмоэлектрораздаточным клапаном:

- При закрытой дроссельной заслонке (контакты микропереключателя разомкнуты) импульсы напряжения, пропорциональные частоте вращения коленчатого вала, поступают с первичной обмотки катушки зажигания на вывод 4 микросхемы А1 и через неё на вход полупроводникового ключа, собранного на транзисторах VT1 и VT2. Во время действия импульса ключ открывается и конденсатор С2 заряжается. В паузах между импульсами конденсатор С2 разряжается. Время заряда, а следовательно, и напряжение на С2 увеличивается с уменьшением частоты вращения коленчатого вала.

При частоте больше частоты холостого хода напряжение на конденсаторе С2 мало, Транзисторы VT3, VT4, VT5, VT6 закрываются и на пневмоэлектрораздаточный клапан напряжение не подаётся. Клапан закрывается и подача топлива прекращается. Частота вращения КВ падает.

При частоте меньше частоты холостого хода конденсатор С2 во время паузы между импульсами успевает зарядиться до напряжения, превышающего опорное напряжение порогового элемента, собранного на транзисторах VT3, VT4. Транзисторы VT3, VT4 при этом открываются и через микросхему А2 напряжение подаётся на базу транзистора VT5, который, открываясь, обеспечивает открытие выходного транзистора VT6. На пневмоэлектрораздаточный клапан при этом подаётся напряжение, клапан срабатывает и включает подачу топлива.

При открытии дроссельной заслонки контакты микропереключателя замыкаются и напряжение бортовой сети постоянно поступает на пневмоэлектрораздаточный клапан. Который будет постоянно открыт независимо от сигнала блока управления 25.3761.

Примечание.

При работе блока в классической (батарейной) системе зажигания с первичной обмотки катушки зажигания на узел управления блока 25.3761 (рис. 1.11 и 1.13) поступают короткие импульсы плюсовой полярности амплитудой около 300 В.

Если на автомобиле используется блок зажигания (коммутатор) у которого на первичной обмотке катушки зажигания импульсы имеют минусовую полярность. То, чтобы электронный блок мог работать от минусовых импульсов, необходима несложная доработка.

От выводов 5 и 6 микросхемы А1 К425НК2 надо отпаять диод VD1 КД522Б (по схеме блока) и эти выводы замкнуть перемычкой, а диод припаять к выводам 2 и 3 (анодом к выводу 2) этой же микросхемы.

Опытная эксплуатация подтвердила чёткую работу электронного блока управления как от минусовых импульсов, снимаемых с первичной обмотки катушки зажигания, так и от плюсовых, если возникла необходимость переключить зажигание с электронного на штатное - батарейное.

2. Электронный блок управления ЭПХХ 1402.3733 и его модификации 1412.3733, 1422.3733

Внешний вид блоков показан на рис. 1.10-3.

Принципиальная схема представлена на рис. 1.21.

Монтажная плата приведена на рис. 1.22.

Характеристики блоков указаны в табл. 1.2.

Примечание.

Модификации блоков отличаются только значениями порогов срабатывания, см. табл. 1.3

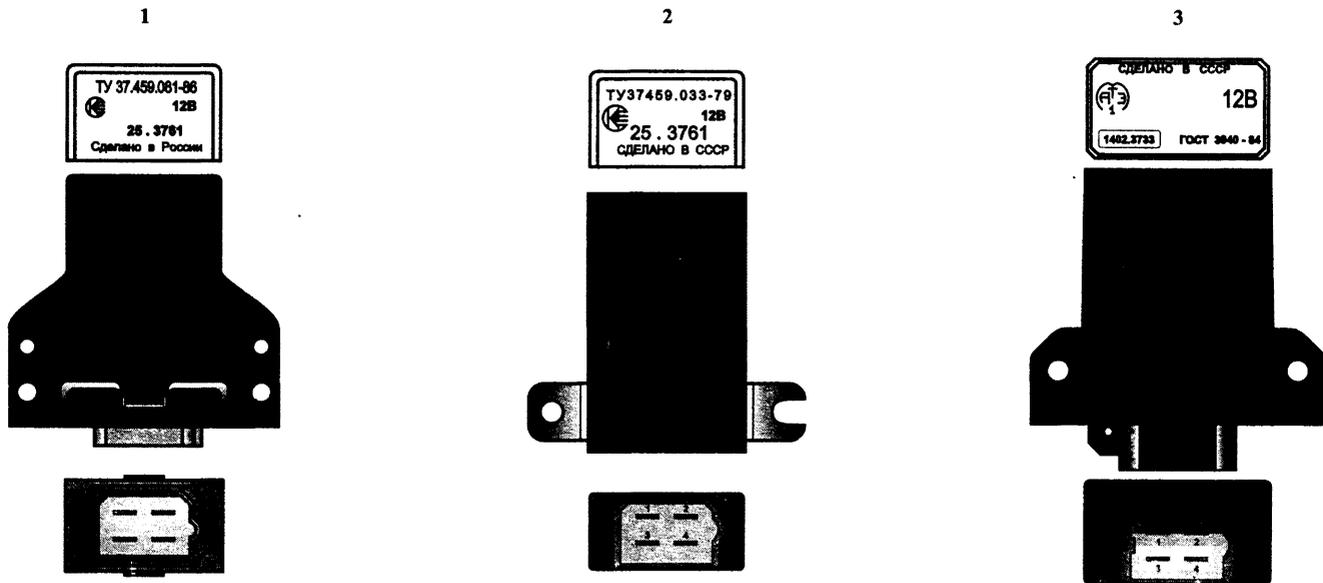


Рис. 1.10. Внешний вид четырёхштырьковых блоков управления экономайзером:
 1 - 25.3761 - ТУ 37.459.081-86; 2 - 25.3761 - ТУ 37.459.033-79; 3 - 1402.3733
 и их модификаций
 (масштаб 1:2).

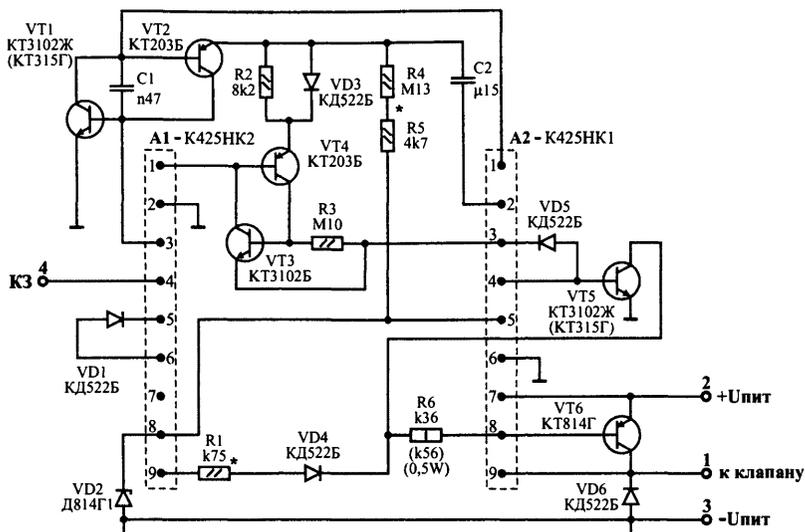


Рис. 1. 11. Принципиальная схема блока управления 25.3761 - ТУ 37.459.081-86 (номиналы деталей приведены для плат представленных на рис. 1.12) микросхемы показаны в виде блоков А1 и А2, схема с развёрнутыми микросхемами показана на рис. 1.13.

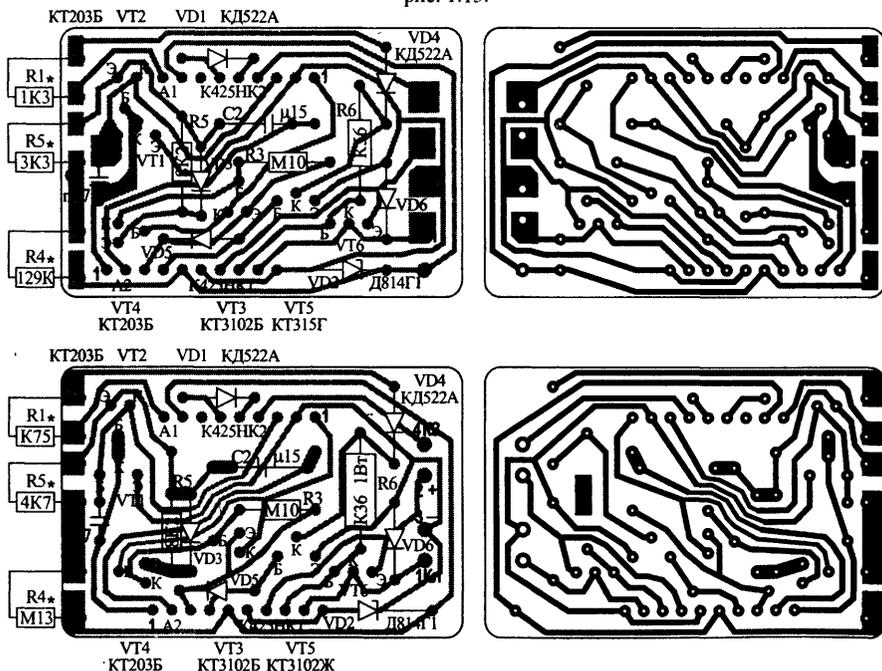


Рис. 1. 12. Два варианта монтажных плат блока управления 25.3761 (масштаб 1:1).

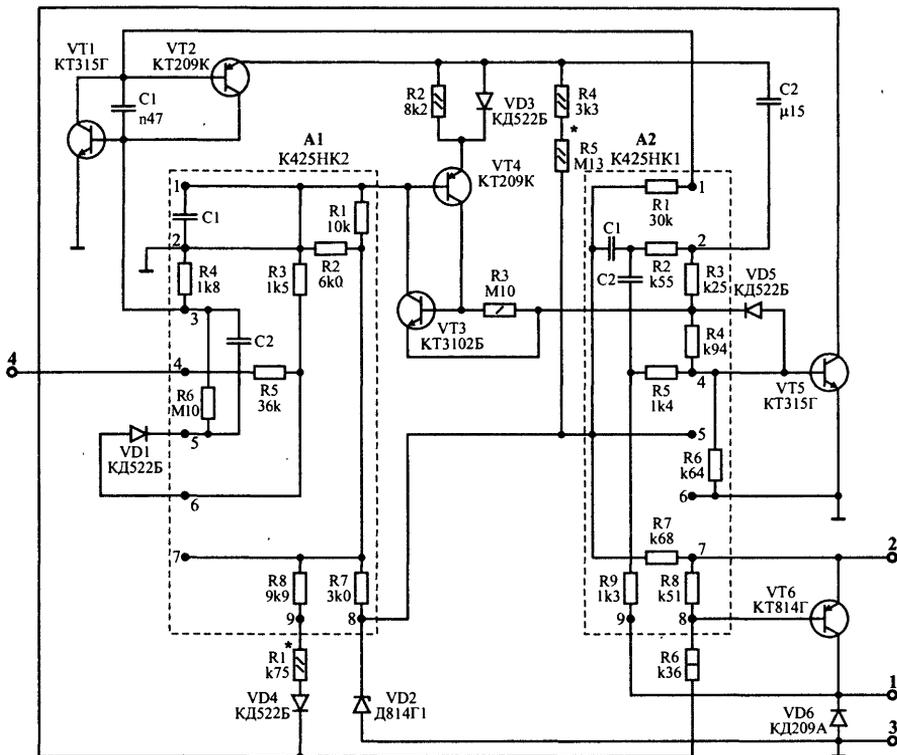


Рис. 1. 13. Принципиальная схема блока управления 25.3761 - ТУ 37.459.081-86, с развёрнутыми микросхемами (номиналы деталей приведены для платы представленной рис. 1.14).

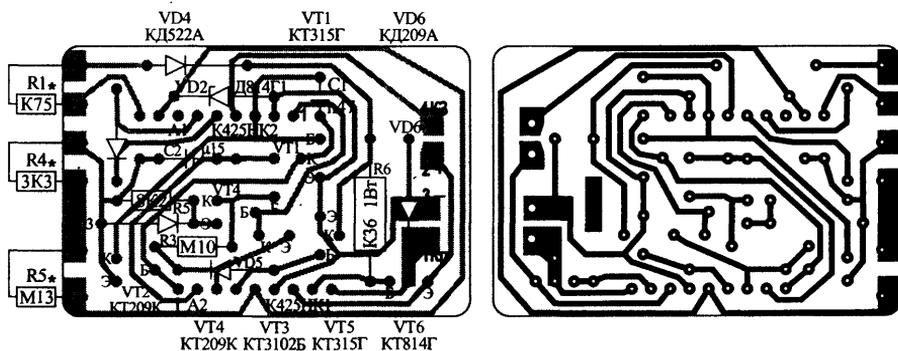


Рис. 1. 14. Монтажная плата блока управления 25.3761 (масштаб 1:1).

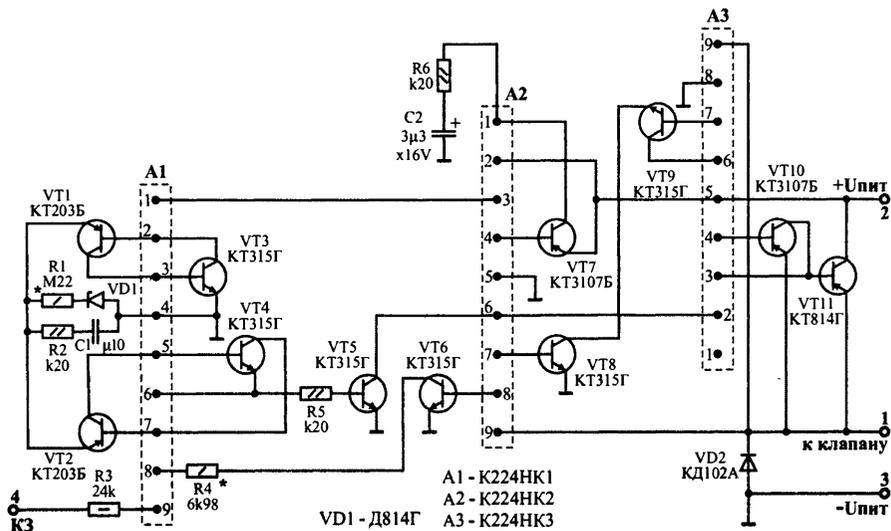


Рис. 1. 15. Принципиальная схема блока управления 25.3761 - ТУ 37459.033-79 (вариант 1).

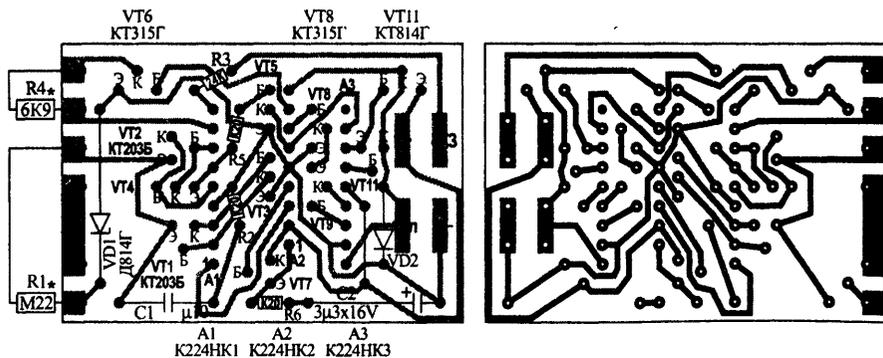


Рис. 1. 16. Монтажная плата блока управления 25.3761 - вариант 1 (масштаб 1:1).

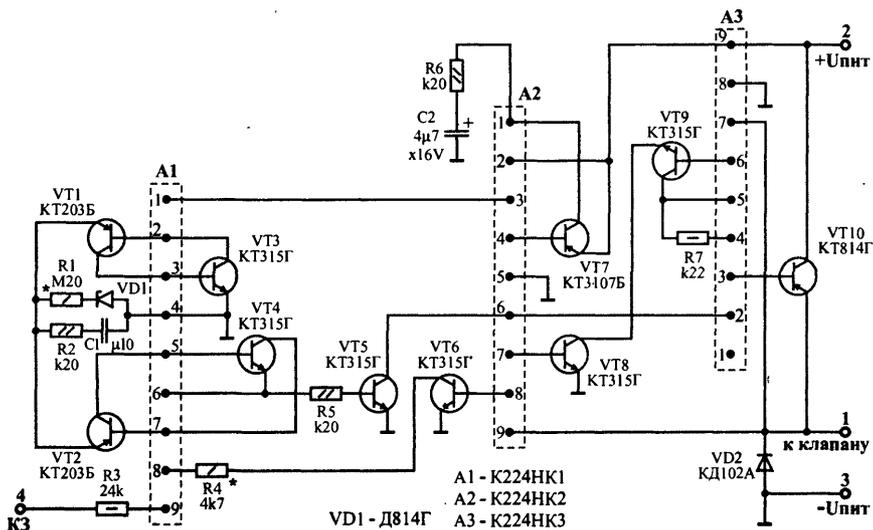


Рис. 1. 17. Принципиальная схема блока управления 25.3761 - ТУ 37459.033-79 (вариант 2).

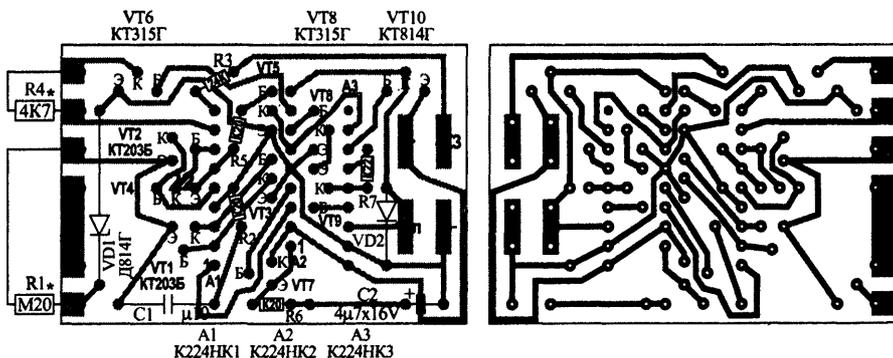


Рис. 1. 18. Монтажная плата блока управления 25.3761 - вариант 2 (масштаб 1:1).

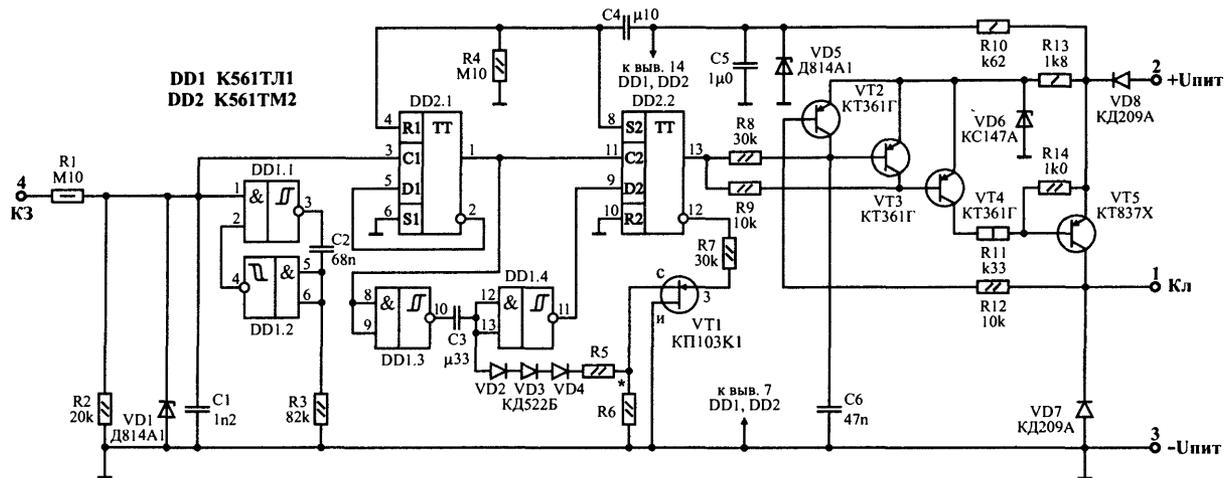
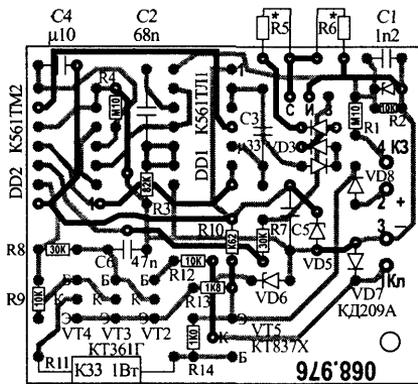


Рис. 1.19. Принципиальная схема блока управления экономайзером 25.3761 (г. Краснодар, з-д "ЗИП").



- VD1 Д814А1
- VT1 КТ1103К1
- VD4 КД522Б
- VD3 КД522Б
- VD2 КД522Б
- VD8 КД209А
- C5 1μ0
- VD5 Д814А1
- VD6 КС147А

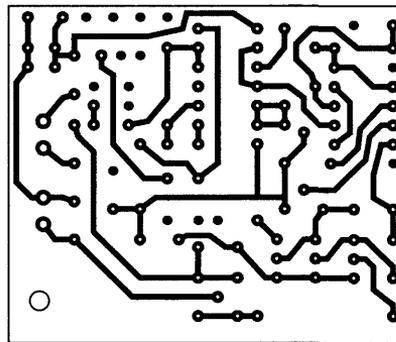


Рис. 1.20. Монтажная плата блока управления экономайзером 25.3761 (г. Краснодар, з-д “ЗИП”).

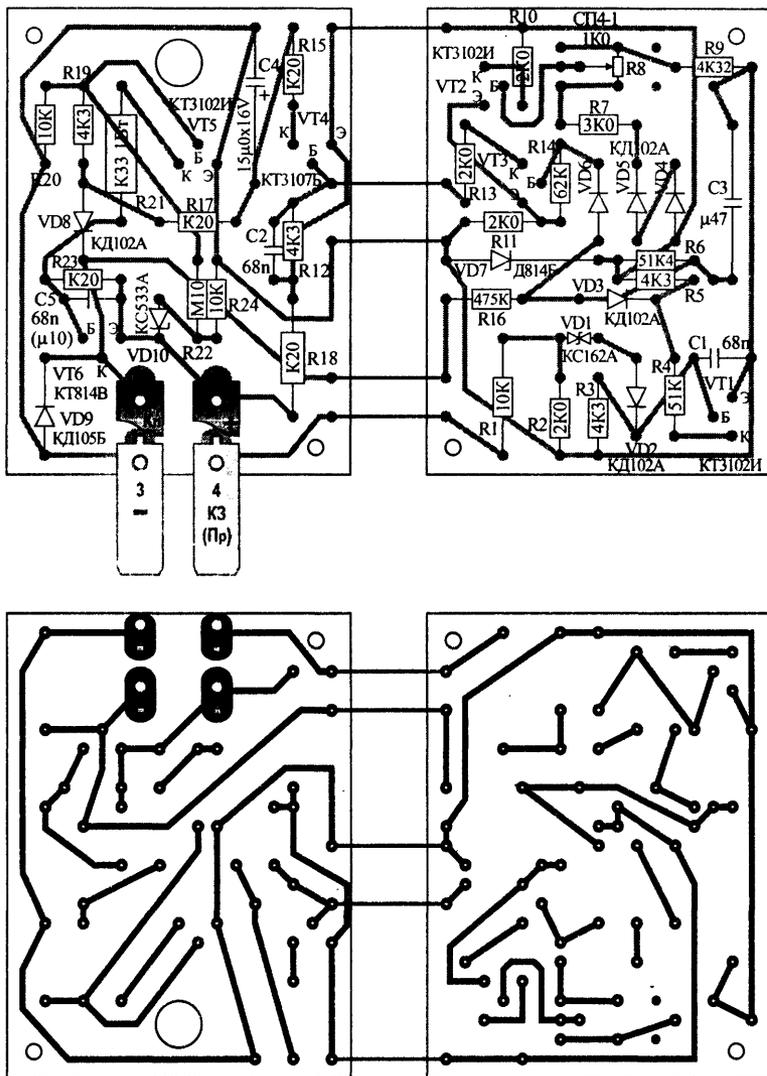


Рис. 1.22. Монтажная плата блока управления экономайзером 1402.3733, 1412.3733 и 1422.3733 (модификации блоков отличаются только значениями порогов срабатывания, см. табл. 1.2).

3. Аналог блоков управления 25.3761 и 14.3733 и их модификаций

На рис. 1.23 показана схема блока управления экономайзером.

Его работа синхронизирована с размыканием контактов прерывателя, что повышает стабильность порогов. Кроме того, он не боится случайного замыкания выхода блока на корпус.

Импульсы от катушки зажигания поступают на формирователь, состоящий из диода VD1, резисторов R1 + R3, и конденсаторов C1, C2, C4, стабилитрона VD2 и логического элемента DD1.2. Всякий раз, когда на выходе элемента DD1.2 появляется низкий уровень (а это происходит с частотой вспышек в двигателе), срабатывает одновибратор, выполненный на элементах DD1.3 и DD1.4. Фронт импульсов на выходе элемента DD1.2 совпадает по фазе с размыканием контактов прерывателя системы зажигания, а на автомобилях с бесконтактной транзисторной системой с закрытием ключевого транзистора, комммутирующего первичную обмотку катушки зажигания. Поэтому триггер DD2.1 переключается в эти же моменты. Он работает в счетном режиме, то есть частота выходных импульсов вдвое ниже частоты искрообразования. Длительность импульсов равна текущему значению периода повторения импульсов системы зажигания.

При появлении импульса на прямом выходе триггера DD2.1 конденсатор C6, предварительно разряженный через цепь R7, VD4 и выход триггера, медленно заряжается через резистор R6 (предполагаем, что частота вращения коленчатого вала двигателя заведомо больше обоих порогов срабатывания блока управления). После окончания этого импульса конденсатор C6 вновь быстро разряжается через ту же цепь. Резистор R7 ограничивает ток разрядки.

Триггер DD2.2 играет роль элемента сравнения текущего значения периода повторения импульсов системы зажигания с длительностью процесса зарядки конденсатора C6. Поскольку напряжение с этого конденсатора непосредственно подано на вход D триггера DD2.2, а вход С связан с инверсным выходом триггера DD2.1, после окончания упомянутого импульса триггер DD2.2 определяет, успел ли конденсатор C6 зарядиться до порогового значения напряжения по входу D (оно примерно равно половине напряжения питания микросхем) или нет.

Если успел, то это означает, что частота вращения уменьшилась до порога включения (при указанном номинале резистора R6 это около 1200 об/мин). Тогда триггер DD2.2 переключится из нулевого состояния в единичное. Теперь очередная зарядка конденсатора C6 будет происходить не только через резистор R6, но и через цепь R8 VD5, то есть конденсатор C6 теперь будет заряжаться быстрее. Дальнейшее уменьшение частоты вращения не будет приводить к изменению состояния блока.

А вот если частота вращения повысится настолько, что после окончания импульса на выходе триггера DD2.1 напряжение на конденсаторе C6 окажется меньше упомянутого порогового значения напряжения по входу D триггера DD2.2, то этот триггер переключится в нулевое состояние (при указанных номиналах резисторов R6 и R8 это произойдет примерно при 1500 об/мин). Из сказанного понятно, что введение цепи R8, VD5 обеспечивает гистерезис (петлеобразность цикла срабатывания) блока по частоте вращения коленчатого вала двигателя. Он служит для устранения бесконтрольного многократного переключения в зоне срабатывания блока. Отсюда ясно, что при повышенной частоте вращения на выходе триггера DD2.2 будет низкий уровень, а при пониженной - высокий.

Ключевой усилитель выходного триггера DD2.2 выполнен на транзисторах VT2, VT3. При нулевом состоянии этого триггера транзисторы закрыты, а при единичном - открыты, что и требуется для правильной работы блока управления.

Резистор R9, транзистор VT1 и диод VD6 составляют узел защиты от замыкания цепи нагрузки (электромагнитного клапана). Если аварийного замыкания нет, то транзистор VT1 и диод VD6 закрыты и не участвуют в работе блока. При замыкании они открываются и шунтируют эмиттерный переход транзистора VT2. При этом транзисторы VT2, VT3 закрываются, что предохраняет блок от выхода из строя. Диод VD7 защищает транзистор VT3 от всплесков напряжения самондукции обмотки электромагнитного клапана экономайзера.

Слаботочная часть блока питается от параметрического стабилизатора R11, VD3. Формирователь однократного импульса, собранный на резисторе R4, конденсаторе C3 и элементе DD1.1, позволяет после включения зажигания принудительно установить триггеры DD2.1 и DD2.2 в нулевое и единичное состояние соответственно. При этом электромагнитный клапан экономайзера будет открыт, а триггер DD2.1 - готов к анализу периода повторения импульсов зажигания.

Описанный блок может заменить любой заводской блок управления, требуется лишь установить стандартные пороги срабатывания (табл. 1.2) - сначала порог включения (подборкой резистора R6), а затем выключения (R8).

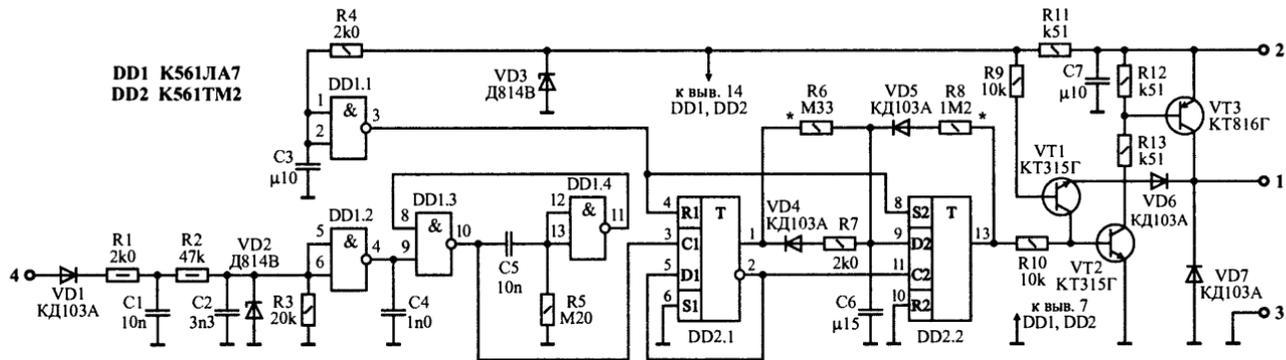


Рис. 1.23. Принципиальная схема аналога блоков управления экономайзером 14.3733 и 25.3761 и их модификаций.

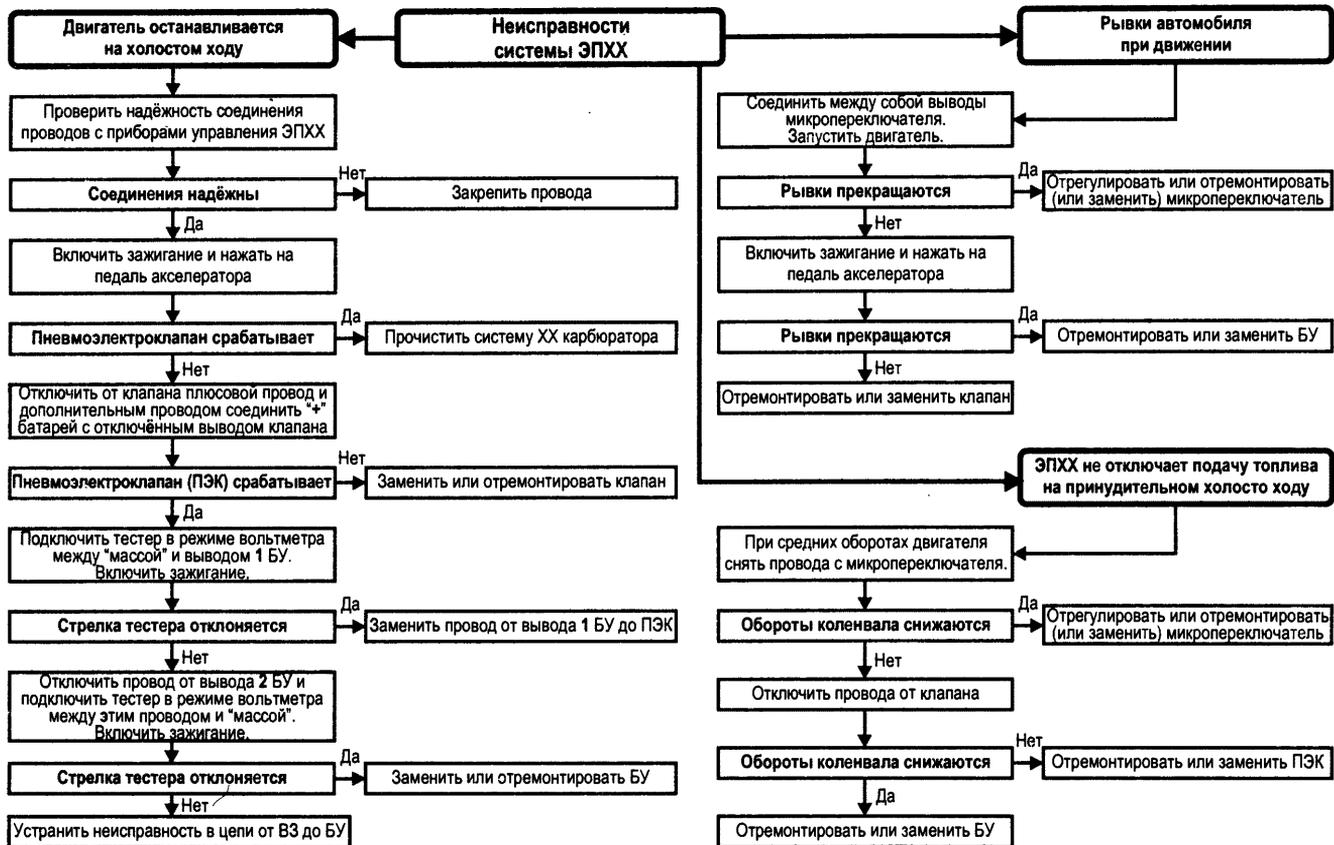


Рис. 1.24. Алгоритм поиска неисправностей в системе ЭПХХ, с четырёхштырьковыми блоками.

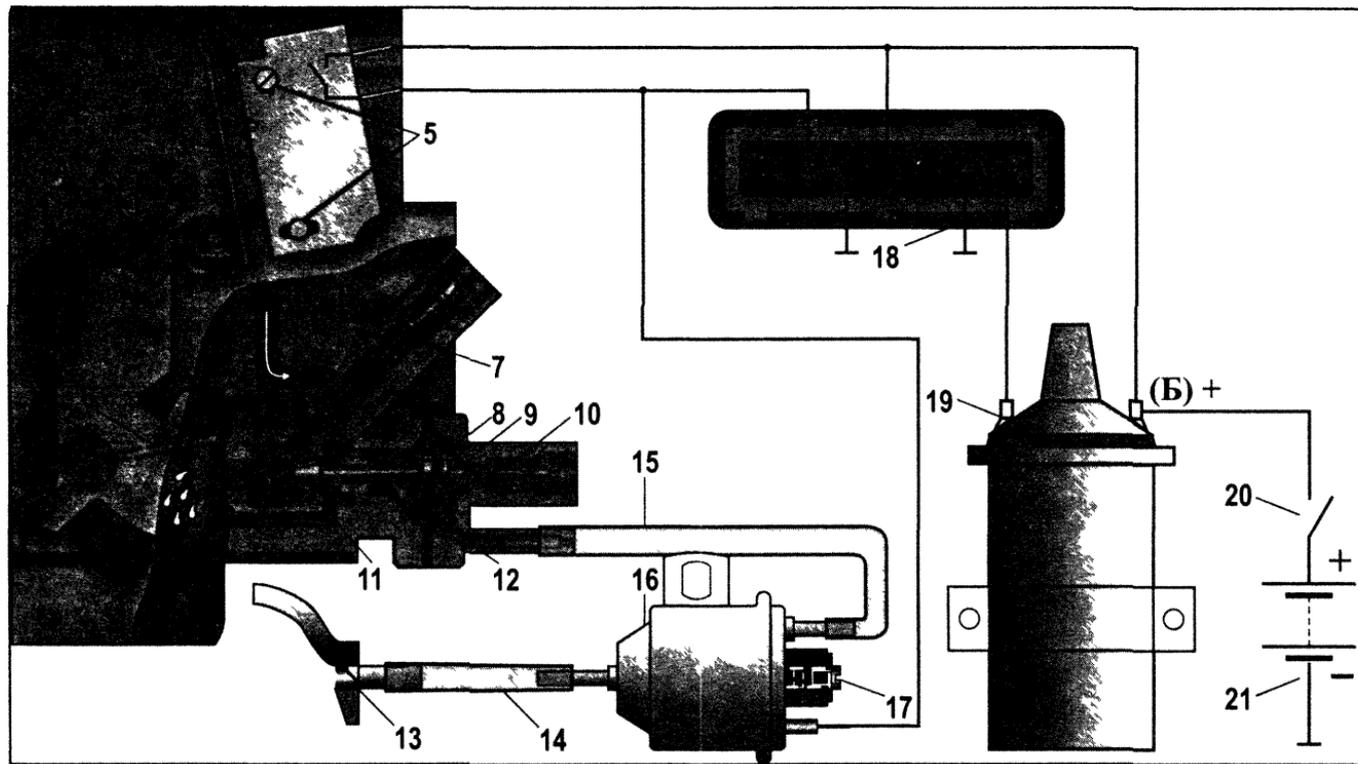


Рис. 1.25. Схема подключения системы "КАСКАД" с семиштырьковым блоком управления:

1 и 2 - рычаги управления привода дроссельной заслонки, 3 - рычажок МП, 4 - микропереключатель (МП); 5 - винты крепления МП, 6 - дроссельная заслонка; 7 - винт качества; 8 - вакуумная полость экономайзера; 9 - крышка клапана экономайзера; 10 - винт количества, 11 - игла клапана экономайзера; 12 - диафрагма, 13 - впускной коллектор, 14 - трубка соединяющая впускной коллектор с пневмоэлектроклапаном; 15 - трубка соединяющая пневмоэлектроклапан с экономайзером, 16 - пневмоэлектроклапан (второй вывод питания клапана подключён к массе, на рисунке не показан), 17 - разгрузочный выход, 18 - электронный блок управления; 19 - К3, 20 - В3, 21 - АБ

Тип блока управления	Модель автомобиля	Порог включения (пвкл), об/мин. Частота включения (фвкл), Гц.	Порог отключения (поткл), об/мин. Частота отключения (фоткл), Гц.	Диапазон частоты генератора, Гц.	Длительность импульса, мс.	Амплитуда импульса, В.	Падение напряжения на выходном транзисторе, В.
25.3761	ВАЗ-2105;-07;-21; АЗЛК 2141-01	<u>1150</u> 38±1,9	<u>1500</u> 50±2,5	1 + 200	2,5 ± 0,5	100 ± 5	1,0
252.3761 (2523.3761)	М-2140; ИЖ 412; ИЖ 21251	<u>1250</u> 41,5±1,9	<u>1500</u> 50±2,5	1 + 200	2,5 ± 0,5	100 ± 5	1,0
1402.3733	ЗА3-968М; РАФ	<u>1500</u> 50±2,5	<u>1900</u> 63±7,56	1 + 200	1,0 ± 0,1	150 ± 15	1,0
1412.3733	ГАЗ-24-10; РАФ; УАЗ-469;-31512; М-412ИЭ; ИЖ-2715; ИЖ-21251; ЛуАЗ-969М	<u>1200</u> 40±2,0	<u>1600</u> 53±6,36	1 + 200	1,0 ± 0,1	150 ± 15	1,0
1422.3733	РАФ-22038; УАЗ	<u>1050</u> 35±1,75	<u>1400</u> 53±6,36	1 + 200	1,0 ± 0,1	150 ± 15	1,0

Табл. 1.3. Характеристики шестиштырьковых блоков управления ЭПХХ.

Тип блока управления	Модель автомобиля	Порог включения (пвкл), об/мин. Частота включения (фвкл), Гц.	Порог отключения (поткл), об/мин. Частота отключения (фоткл), Гц.	Диапазон частоты генератора, Гц.	Длительность импульса, мс.	Амплитуда импульса, В.	Падение напряжения на выходном транзисторе, В.
50.3761 (503.3761)	ВАЗ-2108;-09;-099; ЗА3-1102; АЗЛК 21412-01	<u>1900</u> 63,3±3,2	<u>2100</u> 70±3,5	1 + 200	2,5 ± 0,5	100 ± 5	0,7
501.3761 (5013.3761)	ВАЗ с карбюраторами "Солекс"	<u>1700</u> 41,5±1,9	<u>1900</u> 63,3±3,2	1 + 200	2,5 ± 0,5	100 ± 5	0,7
502.3761 (5023.3761)	АЗЛК 21412 с карбюраторами "Озон"	<u>1250</u> 41,5±2,5	<u>1500</u> 50±2,5	1 + 200	2,5 ± 0,5	100 ± 5	0,7

1.2.2. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КЛАПАНОМ

Система «Каскад» может быть установлена на любую модель автомобилей, но при условии соответствующей замены карбюратора и установки дополнительных элементов - электронного блока и пневмоэлектрклапана.

Вместе с тем на моделях ВАЗ-2103, 2106, 21021 система «Каскад» или ей подобная может быть установлена и без замены карбюратора и установки пневмоэлектрклапана. Дело в том, что карбюратор у этих моделей автомашин имеет специальный электромагнитный клапан в системе холостого хода, предназначенный для прекращения подачи топливной смеси после выключения зажигания (во избежание неконтролируемой работы двигателя от калильного зажигания). Этот клапан и может быть использован на принудительном холостом ходу.

Электромагнитный клапан

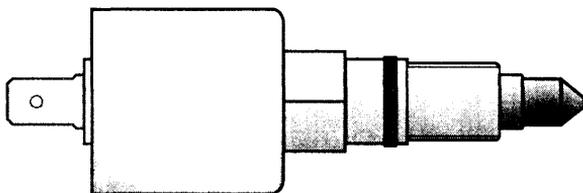


Рис. 1.26. Внешний вид электромагнитного клапана.

Электромагнитный клапан (рис. 1.37-а) устанавливается в месте размещения топливного жиклера холостого хода первичной камеры.

В корпусе 4 (рис. 1.27) установлен жиклер 1 холостого хода с калиброванным отверстием А. Внутри корпуса находится игла 2, конец которой прижимается пружиной к отверстию А и перекрывает его. С другой стороны к корпусу клапана припаян кожух 7 и надета катушка 6 электромагнита. Обмотка катушки намотана эмалированным проводом.

Начало обмотки катушки припаяно к штекеру 8, а конец - к контактной пластине 5, которая через корпус клапана обеспечивает электрическое соединение с массой.

Обмоточные данные запорного клапана:

Число витков 3000 ± 10;
Диаметр провода без изоляции, мм 0,14;
Сопротивление при 20°С, Ом 100 ± 160.

Клапан работает следующим образом. При включении зажигания под действием протекающего по катушке 6 электрического тока игла 2 втягивается в катушку и открывает отверстие А. Топливо из эмульсионного колодца (рис. 1.37-а) через канал 5 и отверстия А и Б (рис. 1.27) жиклера холостого хода поступает в канал 6 (рис. 1.37-а), где смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер 4.

Образовавшаяся эмульсия проходит по каналу 6 и через отверстие 10 поступает в задрессельное пространство карбюратора, обеспечивая нормальную работу двигателя в режиме холостого хода.

При выключенном зажигании питание катушки 6 (рис. 1.27) отключается, и под действием пружины игла 2 перекрывает отверстие А, прекращая поступление топлива в задрессельное пространство и обеспечивая мгновенную остановку двигателя.

Клапан, поставленный в вертикальное положение (иглой вниз), должен срабатывать при напряжении не более 9 В и температуре 100 + 2°С.

При перебоих в работе клапана необходимо проверить сопротивление катушки и, если оно отличается от номинального, заменить запорный клапан.

Для промывки жиклера холостого хода необходимо вывернуть клапан из карбюратора и вынуть жиклер из корпуса клапана. При этом следует проверить, нет ли повреждений на конце иглы и на седле жиклера.

Перед установкой клапана необходимо убедиться в том, что игла перемещается в корпус без заеданий и плотного перекрывает отверстие в жиклере.

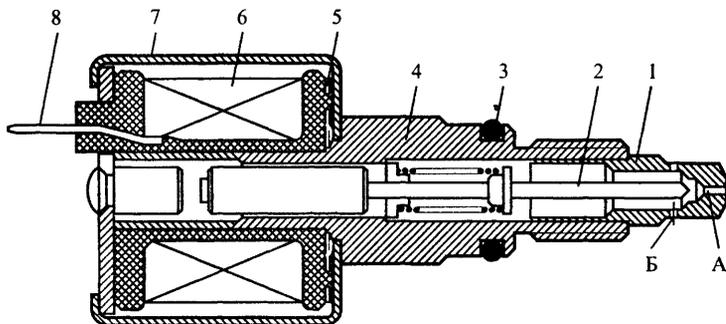


Рис. 1.27. Устройство электромагнитного клапана:

- 1 - жиклёр холостого хода; 2 - игла; 3 - уплотнительное кольцо; 4 - корпус клапана;
5 - контактная пластина; 6 - катушка; 7 - кожух катушки; 8 - штекер;
А - калибровочное отверстие; Б - отверстие для выхода топлива в эмульсионный канал.

И так при наличии электромагнитного клапана на карбюраторе введение системы управления ЭПХХ сводится к установке датчика закрытого положения дроссельной заслонки, а также электронного блока, который на основании информации о частоте вращения коленчатого вала двигателя вырабатывает сигнал, управляющий работой клапана.

В качестве датчика можно использовать микропереключатель, как у карбюратора автомобиля ВА3-2105 с системой «Каскад» (чертёж кронштейна крепления микропереключателя в натуральную величину показан на рис. 1.28). При этом придётся несколько изменить привод дросселя карбюратора. Другой вариант установки датчика показан на рис. 1.37.

Блоки управления электромагнитным клапаном

В качестве электронных блоков можно использовать заводские блоки управления, описанные выше (схема подключения аналогична той, что показана на рис. 1.2), или самостоятельно изготовить его по одной из предлагаемых схем, частных разработок.

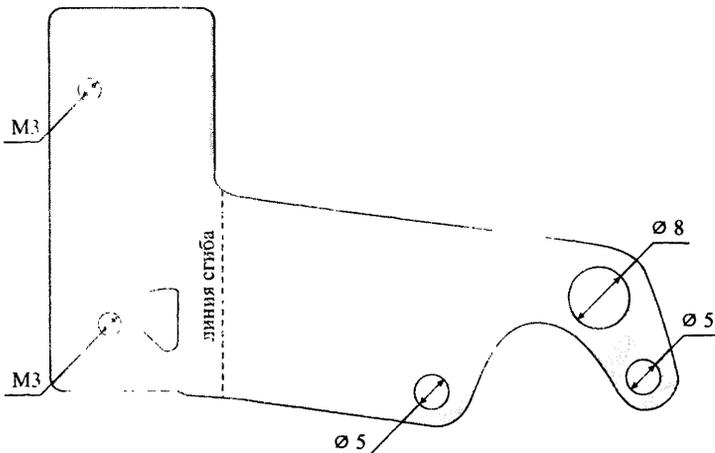


Рис. 1.28. Кронштейн крепления микропереключателя системы «Каскад» (масштаб 1:1).

1. Электронный блок управления на микросхемах K511 серии

Электронный блок можно изготовить по несложной схеме, изображенной на рис. 1.30. Активными элементами блока являются две микросхемы DD1 и DD2. На резисторах R1 + R3, конденсаторах C1 + C3, диодах VD1, VD2 и логическом элементе DD1 собран формирователь импульсов, поступающих от контактов прерывателя системы зажигания двигателя. Триггер DD2.1 служит для выделения периода повторения этих импульсов. Через буферный элемент DD1.2 сигнал поступает на формирователь временного интервала, состоящий из конденсатора C6, резисторов R4, R5 и элемента DD1.3. Триггер DD2.2 срабатывает при повышенной частоте вращения коленчатого вала (повышенной условно можно считать частоту вращения, превышающую 1500 об/мин). Элемент DD1.4 работает усилителем мощности. Контакты микропереключателя SF1, кинематически связанного с приводом дросселя карбюратора, на схеме показаны в положении, соответствующем закрытому дросселю.

При минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу (около 800 об/мин) реле K1 выключено и через его замкнутые контакты K1.1 и обмотку электромагнита клапана протекает ток, что обеспечивает нормальную подачу топлива через систему хода карбюратора.

После нажатия на педаль управления дросселем подвижной контакт группы SF1 переключается в нижнее по схеме положение. При этом включается реле K1, его контакты K1.1 размыкаются, но клапан остается открытым, так как ток через обмотку его электромагнита продолжает протекать через контакты SF1 и топливо продолжает поступать к двигателю. Таким образом, при нажатой педали акселератора работа двигателя не зависит от блока управления.

Если отпустить педаль при частоте вращения коленчатого вала, превышающей заданное значение (около 1500 об/мин), то реле K1 останется включенным (контакты K1.1 разомкнуты). В этом случае обмотка клапана будет обесточена, поскольку при отпускании педали контакты SF1 вновь перейдут в первоначальное положение и подача топлива через систему холостого хода карбюратора прекратится. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя до 1500 об/мин реле K1 выключается и подача топлива возобновляется. Следовательно, клапан прекращает подачу топлива на всех режимах, характеризующихся повышенной частотой вращения вала двигателя при закрытой дроссельной заслонке карбюратора, т. е. на режимах ПХХ.

Рассмотрим временную диаграмму напряжений на выходе некоторых элементов блока (рис. 1.29). На выходе элемента DD1.1 формируется импульсная последовательность с текущим значением периода T. При нажатой педали акселератора триггер DD2.2 блокирован в единичном состоянии, а триггер DD2.1 работает в счетном режиме, поэтому на выходах элементов DD1.2 и DD1.3 формируются импульсы с периодом повторения, равным 2T. На выходе элемента DD1.3 формируются импульсы с паузой t_n , которая изменяется следующим образом: при низкой частоте вращения вала двигателя, когда период повторения импульсов T больше некоторого заданного значения τ , т. е. при $t > \tau$ $t_n = \tau$ (рис. 1.22); при повышенной частоте вращения вала, когда период повторения импульсов T меньше T, пауза равна T (рис. 1.29-б).

При отпущенной педали управления дросселем карбюратора триггер DD2.2 работает как элемент сравнения текущего значения T с паузой T. После отпускания педали частота вращения вала двигателя уменьшается (период T повторения импульсов увеличивается), и в момент, когда текущее значение периода повторения T превысит T, триггер возвращается в нулевое состояние. Этот процесс показан на рис. 1.29. Для наглядности эта временная диаграмма утрирована, реально период повторения импульсов системы зажигания не увеличивается, столь быстро.

Для четырехтактного четырехцилиндрового двигателя на частоте вращения вала, равной 1500 об/мин, период повторения импульсов системы зажигания равен 20 мс, поэтому формирователь временного интервала должен быть настроен на 20 мс. Это значение определяет порог возобновления подачи топлива.

Если установить этот порог ниже 1500 об/мин, то эффективность экономайзера несколько возрастет, однако при этом увеличится вероятность случаев, когда двигатель, особенно недостаточно прогретый, может остановиться.

Все резисторы должны иметь мощность рассеяния не менее 0,5 Вт. Конденсатор C1 - бумажный на рабочее напряжение около 300 В. Конденсатор C6 желательно использовать K40Y-2 или K40Y-9. Конденсатор C7 - K50-6. Остальные конденсаторы - керамические. Реле K1 - РЭС-10, паспорт PC4.254.303.

Для налаживания электронного блока понадобится генератор прямоугольных импульсов и осциллограф. Генератор должен иметь выходной сигнал положительной полярности амплитудой $10 \div 15$ В, при этом период повторения импульсов нужно установить не менее 20 мс (частота

следования - не более 50 Гц). Контакты микропереключателя SF1 должны находиться в положении, противоположном показанному на схеме. Вывод 1 триггера DD2.1 отключают и соединяют его с выходом генератора. Для измерения длительности паузы τ выход элемента DD1.3 (вывод 8) соединяют с входом Y осциллографа и подбирают резистор R6 до получения длительности паузы 20 мс.

Перед проверкой работы блока управления на автомобиле (подключение блока производится по схеме на рис. 1.30) для визуального контроля параллельно обмотке клапана подключают светодиод. Запускают и прогревают двигатель, устанавливая частоту вращения вала, соответствующую холостому ходу. Далее останавливают двигатель и регулируют работу датчика закрытия дросселя карбюратора. Методика этой операции подробно описана выше и поэтому здесь не рассматривается.

Снова запускают двигатель и, приоткрывая дроссель, устанавливают частоту вращения вала более 1500 об/мин. При последующем резком закрывании дросселя светодиод должен на некоторое время погаснуть, а затем вновь загореться. Чем выше частота вращения, до которой предварительно разгоняется вал двигателя, тем дольше должно быть время погасания светодиода. В связи с разбросом параметров стабилитронов VD3, VD4 может понадобиться регулировка формирователя импульсов. Если после разгона двигателя до частоты вращения вала, близкой к максимальной (около 6000 об/мин), последующем закрытии дросселя, лампа гаснет не сразу, а с некоторым запаздыванием, то необходимо несколько уменьшить номинал резистора R3

Затем необходимо проверить герметичность клапана на карбюраторе. При работе двигателя на минимальной частоте вращения нужно отключить обмотку клапана, это должно вызвать быструю остановку двигателя. Если двигатель останавливается не сразу, значит клапан не герметичен и не сможет обеспечить нормальной работы экономайзера.

Далее проверяют работу блока управления при движении автомобиля. Светодиод должен одновременно гаснуть при всех переключениях передач, а также гаснуть на длительное время на режимах торможения двигателем. В связи с тем, что прерыватель системы зажигания передает информацию о частоте вращения вала двигателя с некоторым искажением, полезно проконтролировать порог возобновления подачи топлива в движении. Для этого следует разогнать автомобиль до скорости около 50 км/ч, а затем на прямой передаче, отпустив педаль управления дросселем (при этом светодиод должен погаснуть), определить показание спидометра в момент, когда снова загорится светодиод. При правильной работе блока это должно произойти при скорости автомобиля около 35 км/ч. Если скорость, при которой загорится светодиод, выше указанной, то следует подобрать резистор R6 большего номинала. После проведения указанных операций наладивание блока можно считать законченным.

Необходимо отметить, что использование в блоке интегральных микросхем высокопороговой логики (серии K511) позволило достичь высокой его помехоустойчивости, что при установке на автомобиль особенно важно в связи со значительным уровнем помех от системы зажигания и других потребителей, подключенных к бортовой сети. Для питания микросхем использовано напряжение, пониженное по сравнению с рекомендуемым (около 11 В вместо 15), однако практика показывает, что это не сказывается отрицательно на работе блока управления.

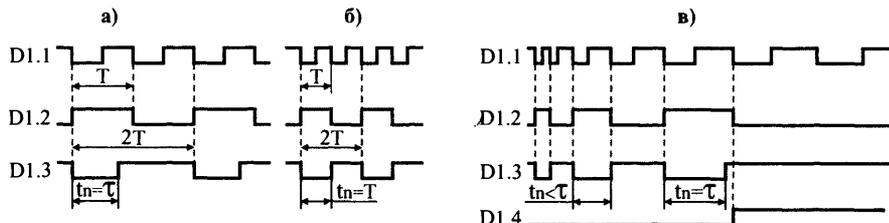


Рис. 1.29. Временные диаграммы на выходах микросхем.

Как мы видим, из выше приведённых примеров управления экономайзером на ПХХ, электронный блок используется в сочетании с датчиком закрытого положения дроссельной заслонки, как это сделано в системе "Каскад". Однако есть разработки в которых датчик закрытия дросселя отсутствует. Об одном из таких вариантов блока управления и рассказывается ниже.

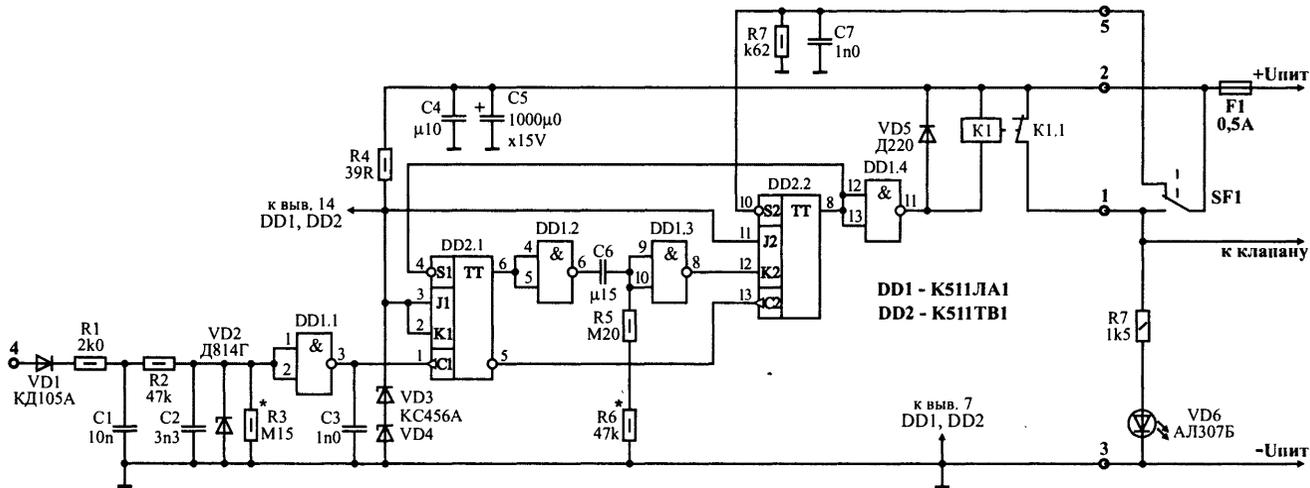


Рис. 1.30. Принципиальная схема электронного блока управления.

2. Электронные блоки управления на микросхемах K140 серии

Вариант I - без датчика положения дроссельной заслонки

Входная часть (рис. 1.31) на транзисторах VT1, VT2 в точности повторяет стандартную схему "жигулевского" тахометра. Разница лишь в том, что на ее выходе стоит не стрелочный прибор, а эмиттерный повторитель VT3, который подает сигнал на интегрирующую цепочку R10, C7. Напряжение на C7 растет пропорционально числу оборотов двигателя. Это напряжение попадает на вход микросхемы, работающей в ключевом режиме. Когда напряжение на ее входе недостаточно, на ее выходе напряжения практически нет. Как только обороты двигателя и, следовательно, напряжение на входе микросхемы достигнут требуемой величины, напряжение на выходе микросхемы скачком возрастает. Фазовращатель VT4 меняет порядок на обратный: напряжение на его коллекторе есть, пока обороты малы, и исчезает, когда они достигнут требуемой величины. Это напряжение через усилитель тока VT5, VT6 управляет работой клапана XX.

Налаживать устройство удобнее при помощи генератора низкой частоты и осциллографа. На выход схемы подключают в качестве индикатора светодиод. Когда питание к схеме подключено и на входе нет сигнала, светодиод должен гореть. Ориентировочные напряжения в основных точках схемы в отсутствие сигнала указаны на рис. 1.31. Для проверки работы входной цепи на вход подают от генератора переменное напряжение амплитудой в несколько вольт. Частота генератора должна изменяться примерно от 30 до 100 Гц, что соответствует диапазону оборотов двигателя от 900 до 3000 в минуту. В точку А подсоединяют осциллограф. На его экране должна появиться последовательность П - образных импульсов примерно 10 мс и с частотой, равной частоте сигнала на входе. При понижении частоты импульсы раздвигаются, при повышении - сближаются. Соответственно напряжение на конденсаторе C7 (точка Б) уменьшается или увеличивается. Момент переключения клапана зависит от напряжения на инвертируемом входе микросхемы, то есть от положения движка переменного резистора R13. Установив в генераторе частоту 60 Гц, что соответствует 1800 об/мин, подбирают положение движка, соответствующее моменту загорания лампочки. При выбранном положении резистора изменяют частоту генератора в ту или другую сторону от частоты 60 Гц. Может оказаться, что светодиод гаснет при одной частоте, а загорается при другой, на 20 + 30 Гц меньше. Это происходит из-за того, что недостаточен коэффициент усиления микросхемы. Если имеются условия, можно попытаться подобрать другую микросхему. Но на работу устройства это явление существенно не влияет.

Схема размещается в моторном отсеке и может сильно нагреваться. От этого момент переключения немного сдвигается, обычно в сторону понижения числа оборотов. Терморезистор должен скомпенсировать этот сдвиг. Но можно поставить обычный резистор и обойтись без компенсации, просто установив момент переключения при несколько более высоких оборотах. Вообще, окончательный подбор момента переключения клапана надо делать непосредственно на машине. Светодиод при этом лучше оставить подключенным параллельно клапану и вывести его в салон. Тогда можно одновременно следить по тахометру за оборотами двигателя и по светодиоду за работой клапана. При оборотах более 1800 об/мин - клапан всегда закрыт (светодиод не горит), меньше - открыт (светодиод горит). Таким образом особенность этого блока управления заключается в том, что выключение электромагнитного клапана холостого хода не связано с положением дросселя и зависит только от оборотов коленчатого вала. Надо сказать, что нагрузка на клапан в такой системе много больше расчетной. Через некоторое время может возникнуть затирание иглы клапана в канале жиклера. Затирание очень не велико, и его легко устранить, слегка сжав возвратную пружину электромагнита. Для этого, сжав пружину, надо намотать на его направляющий стержень несколько витков медной проволоки и пропаять их.

Порог срабатывания, на 600 об/мин превышающий момент включения электронного блока в системе "Каскад" автомобиля ВАЗ-2105, выбран не случайно: во время работы двигателя под нагрузкой при повышении оборотов система XX долго принимает заметное участие в приготовлении рабочей смеси. Преждевременное её отключение вынудило бы обогащать главную дозирующую систему, с тем чтобы избежать "провалов" при разгоне, а это - прямой проигрыш в расходе топлива. Но повышение порога срабатывания клапана, в свою очередь, ведёт к снижению экономии от ЭПХХ.

Увеличение порога срабатывания с 1200 до 1800 об/мин с одновременным отказом от датчика положения дросселя в среднем более чем на 35 % уменьшает экономию, которую может дать применение ЭПХХ. Кроме того, даже при 1800 об/мин момент отключения системы холостого хода сопровождается лёгкими рывками. Дальнейшее же повышение этого порога делает ЭПХХ совсем малоэффективным. Таким образом, упрощение схемы путём отказа от датчика положения дросселя следует считать нецелесообразным.

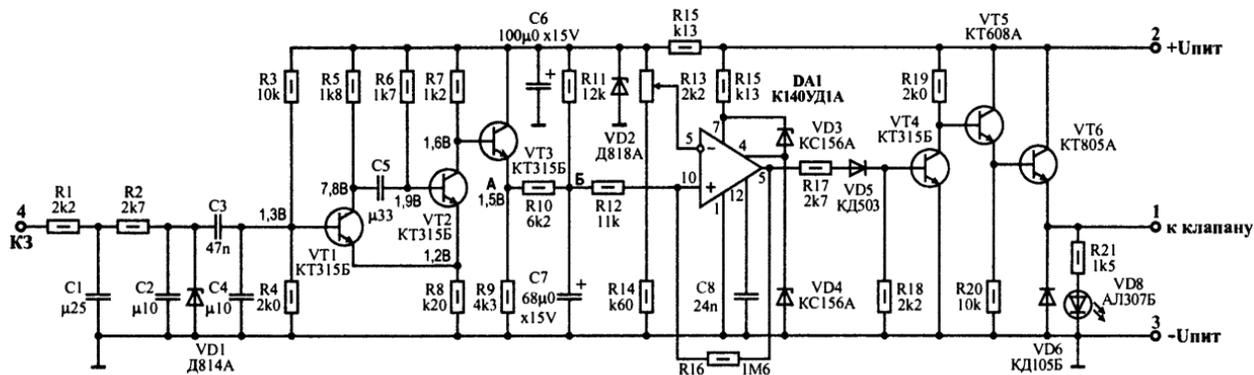


Рис. 1.31. Принципиальная схема электронного блока управления.

Такая система описана выше (стр. 35), однако ее практическое использование затруднено в связи с существенными недостатками, а именно:

- Отсутствие устройства временной задержки, без которого двигатель глохнет при переходе на нейтральную передачу после движения со скоростью, соответствующей частоте вращения КВ больше 1500 + 1600 об/мин (когда электромагнитный клапан обесточен);
- В электронном блоке отсутствует петля гистерезиса: включение и отключение электромагнитного клапана происходит при одной и той же частоте, что вызывает автоколебания частоты вращения вала двигателя вблизи частоты переключения;
- Отсутствие элементов с плавной регулировкой и вытекающая отсюда трудность настройки;
- Наличие электромагнитного реле, являющегося малонадежным элементом.

Приведенная ниже система свободна от указанных недостатков. Принцип ее работы рассмотрим по структурной схеме, приведенной на рис. 1.32.

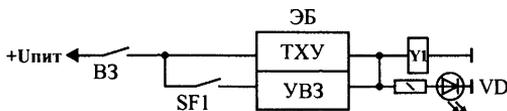


Рис. 1.32. Функциональная схема системы ЭПХХ:

ВЗ - выключатель зажигания; SF1 - микропереключатель; ЭБ - электронный блок, состоящий из тахометрического устройства ТХУ и устройства временной задержки УВЗ; Y1 - электромагнитный клапан карбюратора; VD - светодиод.

Тахометрическое устройство имеет частотную характеристику, показанную на рис. 1.33.

После включения питания выключателем ВЗ на выходе ТХУ сразу же появляется полное напряжение питания 12В ($U_{вых}$) и остается после пуска двигателя до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала (n) не достигнет 1600 об/мин. При достижении этой частоты напряжение на выходе ТХУ исчезает и при дальнейшем увеличении частоты больше не появляется. При уменьшении частоты вращения вала двигателя напряжение на выходе ТХУ появляется при частоте 1200 об/мин. Гистерезис ($\Delta n = 400$ Гц) характеристики тахометрического устройства предотвращает автоколебания частоты вращения вала двигателя на режимах работы вблизи частоты переключения.

Напряжение с выхода ТХУ поступает на электромагнитный клапан карбюратора Y1. Напряжение на клапан поступает также с выхода устройства временной задержки УВЗ, временные диаграммы работы которого показаны на рис. 1.34.

При подаче напряжения $U_{вх}$ на вход УВЗ (от микропереключателя SF1) такое же напряжение ($U_{вых}$) сразу появляется на его выходе (t_1 рис. 1.34). При снятии же напряжения с входа УВЗ (t_2 рис. 1.34) напряжение на его выходе исчезает не сразу, а лишь через некоторое время Δt в момент t_3 . Временная задержка Δt предотвращает остановку двигателя в случае перехода на нейтральную передачу после движения со скоростью, соответствующей частотам вращения вала двигателя больше 1600 об/мин. При этом происходит следующее. Двигатель начинает работать на холостом ходу. Рычаг карбюратора нажимает на кнопку микровыключателя и его контакты размыкаются. Электромагнитный клапан карбюратора обесточивается. Частота вращения вала двигателя резко падает, и канал холостого хода карбюратора не успевает заполниться топливной смесью за время убывания частоты от 1200 об/мин, когда электромагнитный клапан вновь включается, до частоты минимально устойчивых оборотов холостого хода (примерно 500 об/мин), двигатель заглох бы, если бы не указанная задержка Δt , устраняющая этот недостаток.

Когда педаль акселератора нажата, контакты SF1 замкнуты, и на клапан от УВЗ поступает напряжение питания. Кроме того, напряжение на клапан может поступать и от ТХУ, если частота вращения вала двигателя $n < 1600$ об/мин.

При $n > 1600$ об/мин напряжение на клапан поступает только от УВЗ.

Иначе говоря, напряжение на клапан Y1 может поступать или одновременно от УВЗ и ТХУ, или от одного из них. Однако если частота вращения вала двигателя $n > 1600$ об/мин (или $n > 1200$ об/мин при уменьшении частоты вращения вала) и дроссельная заслонка закрыта, что соответствует режиму принудительного холостого хода, напряжение на клапан вообще не поступает.

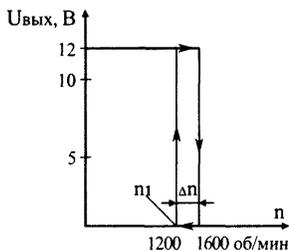


Рис. 1.33. Частотная характеристика ТХУ.

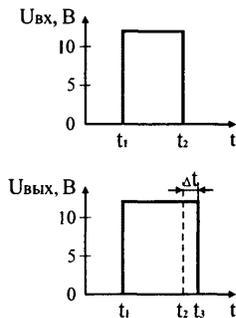


Рис. 1.34. Временные диаграммы работы УВЗ.

Принципиальная электрическая схема электронного блока системы ЭПХХ с цепями подключения на автомобиле приведена на рис. 1.35. Электронный блок, как было указано выше, состоит из тахометрического устройства и устройства временной задержки.

Тахометрическое устройство собрано на транзисторах VT1, VT2, VT3, VT6, VT7, VT8, VT10, VT12 и микросхеме DA1. Оно состоит из следующих узлов: заторможенного мультивибратора на транзисторах VT1, VT2, электронного ключа на транзисторе VT3, компаратора на микросхеме DA1, триггера Шмитта на транзисторах VT6, VT8, электронных ключей на транзисторах VT7, VT10, VT12.

Временные диаграммы работы тахометрического устройства приведены на рис. 1.36.

ТХУ работает следующим образом. После включения питания мультивибратор устанавливается в исходное устойчивое состояние. Транзистор VT1 открыт током в его базу через резистор R3 и диод VD1, а транзистор VT2 заперт. Конденсатор C2 заряжен почти до полного напряжения питания через резистор R6, диод VD1 и переход база - эмиттер транзистора VT1. Плюс напряжения при этом находится на правой по схеме обкладке конденсатора. Транзистор VT3 заперт, и конденсатор C4 заряжен через резисторы R9, R10 до напряжения стабилизации стабилитрона VD7 (t_1 на рис. 1.36). Положительное напряжение с конденсатора C4 через диод VD3 поступает на неинвертирующий вход 10 микро-схемы DA1, на инвертирующий вход 9 которой подается опорное напряжение $U_{оп}$ с делителя R11, R12, причем меньшее по величине напряжения на конденсаторе C4. В результате на выходе 5 микросхемы в исходном состоянии (при неработающем двигателе) имеется положительное постоянное напряжение, которое через диод VD8 и резистор R20 поступает на вход триггера Шмитта и переключает триггер во второе неустойчивое состояние. Транзистор VT6 откроется, а транзистор VT8 закроется. Следовательно, закрывается и транзистор VT10, а транзисторы VT12, VT7 открываются, первый током в его базу через резистор R33, а второй коллекторным током транзистора VT12 через резистор R32. Напряжение питания поступает к электромагнитному клапану и светодиоду.

Вход электронного блока 4 с помощью пружинного зажима «крокодил» подключен к изоляции центрального высоковольтного провода распределителя. Импульсы высокого напряжения (импульсы зажигания), возникающие в момент искрообразования (t_2 на рис. 1.36-а), проходят через емкость между высоковольтным проводом и зажимом «крокодил» (вывод 4), ослабляются делителем напряжения на резисторах R1, R2 и через конденсатор C1 поступают на вход мультивибратора.

Отрицательная полуволна импульса зажигания закрывает диод VD1, вследствие чего транзистор VT1 закрывается, а транзистор VT2 открывается током в его базу через резистор R5. Мультивибратор переключается во второе неустойчивое состояние. Заряженный конденсатор C2 через переход коллектор - эмиттер открытого транзистора VT2 и резистор R4 подключается к диоду VD1 в запирающей полярности и тем самым удерживает мультивибратор в указанном неустойчивом состоянии после окончания действия импульса зажигания. Конденсатор C2 начинает перезаряжаться через резистор R3 и переход коллектор - эмиттер открытого транзистора VT2. Через некоторое время, значение которого определяется постоянной времени цепи R3, C2, напряжение на левой по схеме обкладке конденсатора C2 становится положительным. Диод VD1 и транзистор VT1 отпираются, а транзистор VT2 закрывается. Мультивибратор возвращается в исходное устойчивое состояние (t_3 на рис. 1.36-а).

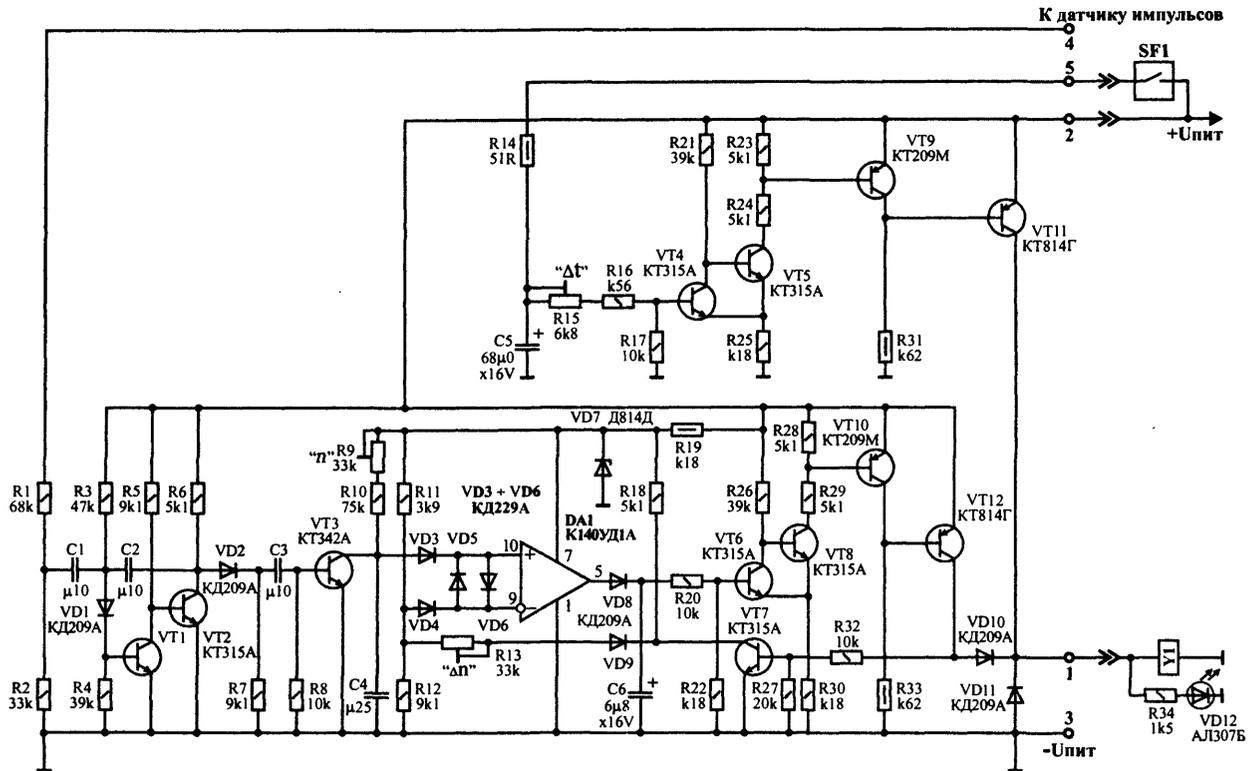


Рис. 1.35. Принципиальная схема электронного блока управления.

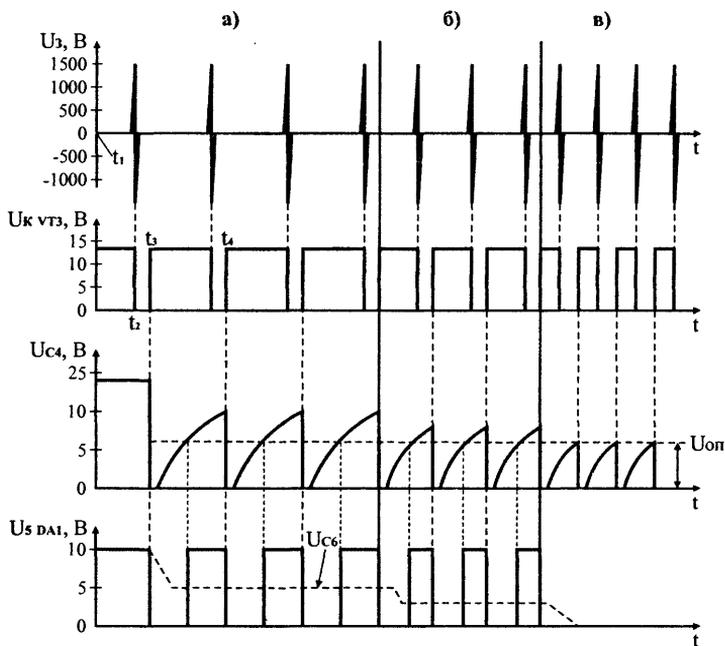


Рис. 1.36. Временные диаграммы работы ТХУ:

а - при низких; б - при средних; в - при высоких оборотах коленчатого вала двигателя.

U_3 - импульс зажигания; $U_{к VT2}$ - напряжение на коллекторе транзистора VT2;

U_{c4} - напряжение на конденсаторе C4; $U_{s DA1}$ - напряжение на выходе 5 микросхемы DA1;

U_{c6} - напряжение на конденсаторе C6; $U_{оп}$ - опорное напряжение на выводе 9 микросхемы DA1.

Таким образом, во время работы двигателя на выходе мультивибратора (на коллекторе транзистора VT2) во время работы двигателя появляется последовательность прямоугольных положительных импульсов, длительность которых обратно пропорциональна частоте искробразования, а промежутки между импульсами имеют фиксированную длительность (примерно 0,5 мс), определенную постоянной времени цепи R3, C2.

Положительные импульсы с выхода мультивибратора поступают через диод VD2 и конденсатор C3 на базу транзистора VT3 и открывает его на время зарядки конденсатора C4 через резистор R6 (примерно на 0,05 мс). В результате конденсатор C4 в течение нескольких микросекунд заряжается через переход коллектор - эмиттер открытого транзистора VT3 (t_2 , t_1 рис. 1.36). После закрытия транзистора VT3 конденсатор C4 снова заряжается через резисторы R9, R10, причем напряжение, до которого он зарядится (t_1 рис. 1.36-а), зависит от длительности положительного импульса на коллекторе транзистора VT2 или, что то же самое, от частоты вращения КВ двигателя. Чем частота выше, тем импульс короче и тем до меньшего напряжения зарядится C4.

При низких частотах вращения коленчатого вала двигателя конденсатор C4 успевает зарядиться до напряжения, превышающего опорное (см. рис. 1.36-а, -б), в результате на выходе 5 микросхемы DA1 появляется последовательность положительных импульсов. Эти импульсы выпрямляются (диод VD8 и конденсатор C6) и через резистор R20 поступают на вход триггера Шмитта, удерживая его во втором неустойчивом состоянии. Транзисторы VT7, VT12 остаются открытыми, и напряжение питания продолжает поступать к электромагнитному клапану и светодиоиду.

При увеличении частоты вращения вала двигателя длительность положительных импульсов на коллекторе транзистора VT2 уменьшается (см. рис. 1.36-б), следовательно, уменьшается и время зарядки конденсатора C4. Теперь он не успевает зарядиться до меньшего напряжения. Длительность импульсов на выходе 5 микросхемы DA1 уменьшается, уменьшается и положительное напряжение, поступающее от выпрямителя VD8, C6 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 С4 не успевает достичь опорного напряжения (см. рис. 1.36-в), и положительное напряжение на входе триггера Шмитта исчезает. Триггер переключается в основное устойчивое состояние. Транзистор VT6 закрывается, а VT8 открывается током в его базу через резистор R26. Транзистор VT10 открывается коллекторным током транзистора VT8 в его базу через резистор R29, а транзисторы VT12 и VT7 закрываются. Электромагнитный клапан и светодиод обесточиваются. Точность работы та-хометрического устройства обеспечивается тем, что зарядка конденсатора С4 и питание делителя опорного напряжения R11, R12 производится от одного и того же и притом стабилизированного источника питания - стабилитрона VD7, а также соответствующим выбором типа конденсатора С4.

Цепь, состоящая из транзистора VT7, диода VD9 и резисторов R13, R18, служит для получения заданной глубины гистерезиса характеристики тахометрического устройства. Когда электромагнитный клапан и светодиод обесточены, транзистор VT7 закрыт, диод VD9 тоже закрыт, и эта цепь не оказывает влияния на работу тахометрического устройства. Когда же, при уменьшении частоты, транзистор VT7 открывается, резистор R13 через диод VD9 и переход коллектор - эмиттер открытого транзистора V7 подключается параллельно резистору R12, вследствие чего величина опорного напряжения на входе 9 микросхемы DA1 уменьшается и переключение схемы (подача питания на электромагнитный клапан и светодиод) происходит теперь уже при большей частоте. С помощью переменного резистора R9 выставляется частота «п» включения электромагнитного клапана и светодиода при уменьшении частоты вращения вала двигателя, а с помощью переменного резистора R13 - величина гистерезиса «Δп».

Диоды VD5, VD6 ограничивают напряжение между входами микросхемы DA1 на допустимом уровне.

Устройство временной задержки (УВЗ) состоит из времязадающей цепи С5, R15, R16, триггера Шмитта на транзисторах VT4, VT5 и электронного ключа на транзисторах VT9, VT11, причем триггер Шмитта и электромагнитный ключ такие же, как и в тахометрическом устройстве. Устройство временной задержки работает следующим образом. Допустим, что контакты микровыключателя МВ разомкнуты. Тогда, после включения питания, триггер Шмитта устанавливается в основное устойчивое состояние - транзистор VT4 закрыт, а VT5 открыт. Следовательно, открыт также транзистор VT9, а транзистор VT11 закрыт. Напряжение к электромагнитному клапану и светодиоду от устройства временной задержки не поступает. После замыкания контактов SF1 (t_1 на рис. 1.34) конденсатор С5 быстро заряжается через низкоомный резистор R14, и транзистор VT4 триггера открывается током базы через резисторы R14, R15, R16. Триггер переключается во второе неустойчивое состояние. Транзисторы VT5, VT9 закрываются, а V23 открывается. Таким образом, напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает сразу же после замыкания контактов SF1. При размыкании же контактов SF1 (t_2 на рис. 1.34) триггер переключается в основное устойчивое состояние не сразу. Конденсатор С5 в течение некоторого времени разряжается через резисторы R15, R16 и переход база - эмиттер транзистора VT4, удерживая его в течение некоторого времени в открытом состоянии. Следовательно, момент открывания транзисторов VT5, VT9 и запириание транзистора VT11 задерживается и происходит примерно через 0,5 секунд после размыкания контактов микровыключателя SF1 (t_3 на рис. 1.34). Задержку можно регулировать с помощью переменного резистора R15. Наличие триггеров Шмитта в тахометрическом устройстве и устройстве временной задержки позволяет повысить достоверность контроля за работой системы - благодаря им напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает скачком, и загорание светодиода однозначно показывает, что электромагнитный клапан сработал (если он, конечно, исправен). Отпускание клапана происходит в момент погасания светодиода.

Диод VD11 устраняет выбросы напряжения, возникающие в обмотке электромагнитного клапана при разрыве тока, тем самым, предохраняя транзисторы VT11 и VT12 от пробоя.

Наладживание правильно собранного из исправных деталей прибора сводится лишь к установке соответствующих значений частоты включения электромагнитного клапана «п», гистерезиса характеристики тахометрического устройства «Δп» и величины временной задержки «Δt».

Для наладживания блока требуется 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.).

«Плюс» источника подключают к выводу 2, а «минус» к выводу 3 блока. Между выводом 1 и корпусом подключают обмотку электромагнитного клапана карбюратора или эквивалентный ей постоянный резистор сопротивлением 90 + 100 Ом на 2 Вт. К выводу 1, также подключают анод

светодиода, а между выводами 2 и 5 включают замыкающие контакты микропереключателя. Генератор импульсов подключают между выводами 4 и 3. Сопротивление резистора R1 на время налаживания уменьшают до 5 ± 10 кОм. Движки переменных резисторов R9 и R13 устанавливают в среднее положение, а R15 - в крайнее левое по схеме рис. 1.35.

Включают питание и от генератора импульсов подают сигнал частотой 5 ± 10 Гц с амплитудой 5 ± 10 В. Светодиод должен гореть. Если он не горит, вращением оси переменного резистора R9 добиваются, чтобы он зажегся, иначе - блок неисправен, произошла ошибка при сборке или использованы неисправные элементы.

Затем увеличивают частоту импульсов генератора до тех пор, пока светодиод не погаснет, и, наоборот, плавно уменьшают ее до зажигания светодиода. Изменяя сопротивление переменного резистора R9, добиваются, чтобы светодиод зажегся при частоте 40 ± 1 Гц. Увеличение сопротивления резистора R9 уменьшает частоту при которой зажигается светодиод.

После этого, изменяя значение резистора R13, добиваются, чтобы светодиод (при увеличении частоты) погасал при частоте 53 ± 1 Гц, т. е. чтобы гистерезис характеристики был в пределах нормы. Уменьшение сопротивления резистора R13 увеличивает зону гистерезиса, а увеличение - уменьшает. Правильно отрегулированное тахометрическое устройство должно иметь частотную характеристику, показанную на рис. 1.32. В случае необходимости частоты градуировки можно рассчитать по формуле: $F = n/30$, где F - частота импульсов генератора, Гц; n - частота вращения вала двигателя, об/мин.

Регулировку ТХУ можно также производить непосредственно на автомобиле, пользуясь имеющимся на моделях ВА3-2103, 2106, 21021 тахометром. Однако такой способ менее точен и более трудоемок.

Работу устройства временной задержки проверяют следующим образом. Частоту от генератора импульсов увеличивают до тех пор, пока светодиод не погаснет $F > 53$ Гц ($n > 1600$ об/мин), после чего нажимают на кнопку микропереключателя. Светодиод сразу же должен зажегся. При отпускании кнопки светодиод должен погаснуть не сразу, а примерно через $0,3 \pm 0,5$ с. Величину задержки можно регулировать переменным резистором R15. При его уменьшении задержка уменьшается. Регулировку величины задержки производят после установки прибора на автомобиле, о чем будет сказано ниже.

Микропереключатель SF1 - МП10. Он устанавливается с помощью двух винтов M2 на специальном кронштейне (рис. 1.37), который закрепляется на шпильках крепления карбюратора, с помощью штатных гаек. Кронштейн должен быть установлен таким образом, чтобы при опущенной педали акселератора рычаг дроссельной заслонки давил бы на кнопку микропереключателя, не смещая его корпус. При этом контакты SF1 должны быть разомкнуты. При малейшем нажатии на педаль акселератора контакты микропереключателя должны замыкаться. Положение микропереключателя относительно рычага дроссельной заслонки регулируется передвижением самого кронштейна относительно шпилек и микропереключателя относительно кронштейна после ослабления соответствующих гаек и винтов. Кроме того, консольную часть кронштейна с микропереключателем, подгибая можно перемещать вниз или вверх.

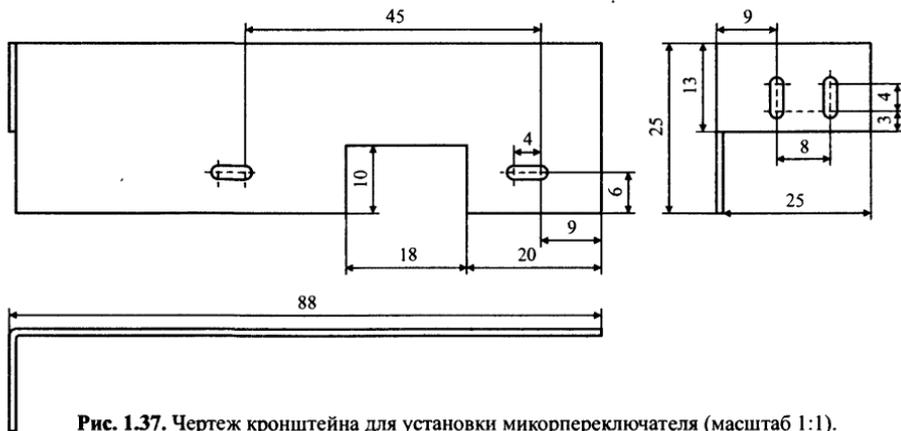


Рис. 1.37. Чертеж кронштейна для установки микропереключателя (масштаб 1:1).

Подключение выводов блока производится в соответствии со схемой на рис. 1.35.

Вывод 4 оканчивается пружинным зажимом - типа «крокодил», зубья которого нужно спилить, чтобы не разрушить изоляцию высоковольтного провода, его надевают на изоляцию центрального высоковольтного провода, идущего от катушки зажигания к распределителю. Выводы 2 и 5 подключают к выводам микропереключателя, причем полярность подключения не имеет значения. Вывод 4 подключают к гнезду провода, снятого с электромагнитного клапана. Вывод 1 подключают к электромагнитному клапану У1 и соединяют с анодом светодиода, катод которого подключают к массе. Когда светодиод не горит, топливная смесь в карбюраторе не поступает. Наблюдая в процессе движения автомобиля за светодиодом, водитель может выбрать оптимальный режим движения, обеспечивающий максимальную экономию топлива.

Проверка и регулировка системы на автомобиле производится при прогревом двигателя с полностью открытой воздушной заслонкой карбюратора.

Одновременно с включением зажигания должен загореться светодиод и продолжать гореть после пуска двигателя и работе его на холостом ходу ($n = 700 + 1000$ об/мин) при опущенной педали 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 R15 уменьшают величину временной задержки «Δt» до тех пор, пока светодиод при резком отпускании педали акселератора не будет кратковременно гаснуть. При этом двигатель может глохнуть или работать некоторое время неустойчиво. С точки зрения экономии горючего, величина временной задержки 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 зажегся лишь при снижении частоты примерно до 1200 об/мин.

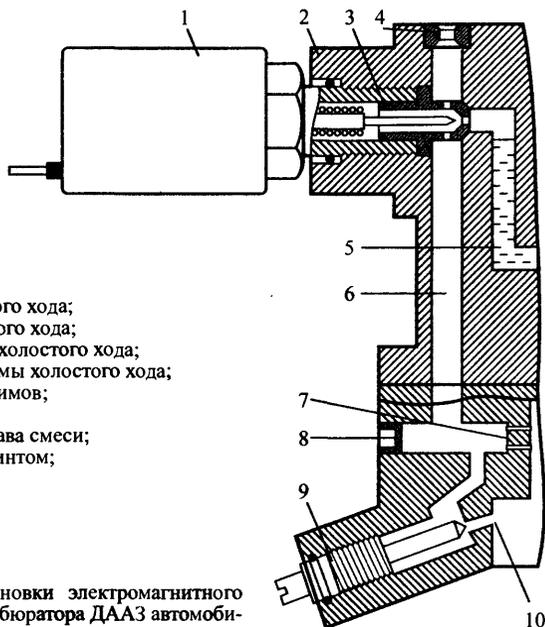
Переменные резисторы применены типа СПО-0,5. Конденсаторы C1, C2, C3 могут быть любого типа на напряжение не менее 25 В. Конденсатор C4 типа К73П-3 на 160 В. От качества этого конденсатора зависит термостабильность ТХУ. Конденсаторы C5 и C6 типа К53-1 на 15 В.

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 (когда светодиод не горит, двигатель топлива не потребляет) позволяет водителю максимально использовать этот режим.

В заключении следует отметить, что если при установке ЭПХХ доработать карбюратор ДААЗ моделей «2103» и «2106» (см. рис. 1.38-а и 1.38-б), перенеся электромагнитный клапан в нижнюю часть системы холостого хода с тем, чтобы он перекрывал не только топливный жиклер (т. е. его закрытие при переходе на режим ПХХ вызывает продувку системы через воздушный жиклер, вследствие чего каналы осушаются, а их содержимое уносится через впускной трубопровод в цилиндры. Это снижает эффективность ЭПХХ и способствует появлению «провалов» при неоптимальной регулировке. То же самое будет происходить в карбюраторе любой модели, если клапан установлен аналогичным образом), а всю систему холостого хода, исключая тем самым ее продувку в режиме ПХХ через воздушный жиклер, то устройство временной задержки УВЗ делается ненужным и микровыключатель SF1 подсоединяется непосредственно к электромагнитному клапану. Эффективность ЭПХХ при этом возрастает.

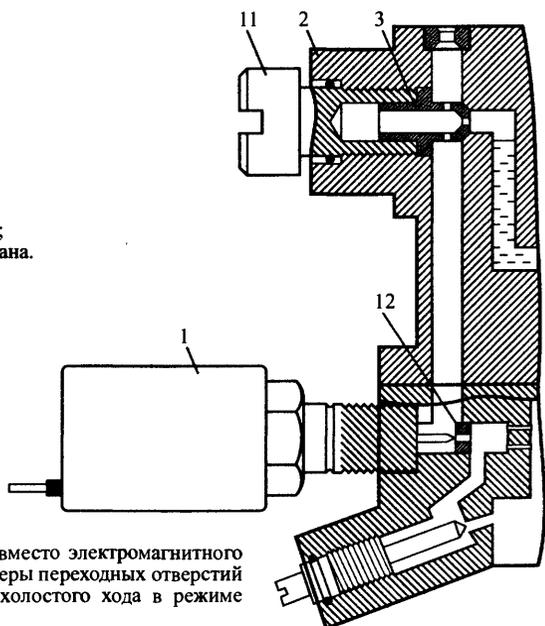
В качестве примера на рисунке 1.38-а и 1.38-б показана переделка карбюраторов ДААЗ. На практике такое решение можно применить ко всем карбюраторам.

Остается лишь напомнить, что резьба на ввертной части электромагнитных клапанов имеет размерность М10 х 1.



- 1 - электромагнитный клапан;
- 2 - корпус карбюратора;
- 3 - топливный жиклёр холостого хода;
- 4 - воздушный жиклёр холостого хода;
- 5 - топливный канал системы холостого хода;
- 6 - эмульсионный канал системы холостого хода;
- 7 - отверстия переходных режимов;
- 8 - технологическая заглушка;
- 9 - регулировочный винт состава смеси;
- 10 - отверстие регулируемое винтом;

Рис. 1.38-а. Штатное место установки электромагнитного клапана системы холостого хода карбюратора ДААЗ автомобилей ВАЗ-2103, ВАЗ-2106 и др.



- 11 - дополнительная заглушка;
- 12 - изготовленное седло клапана.

Рис. 1.38-б. Установка заглушки 6 вместо электромагнитного клапана при переносе его в зону камеры переходных отверстий для полного перекрытия системы холостого хода в режиме ПХХ.

3. Электронный блок управления на микросхеме K553 серии

Электронный блок (см. рис. 1.39) состоит из формирователя импульсов. Преобразователя частоты в напряжение, сравнивающего устройства и электронного ключа, управляющего клапаном. Формирователь собран на транзисторах VT1 ÷ VT3. Его запускают импульсы с ёмкостного датчика, установленного на высоковольтном проводе катушки зажигания. Входная цепь R1, R2 вместе с ёмкостным сопротивлением датчика представляет собой делитель импульсного напряжения.

Формирователь выдает прямоугольные импульсы постоянной длительности и амплитуды с частотой, пропорциональной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Длительность импульсов выбрана примерно равной 1,8 мс из условия, чтобы на самой большой частоте вращения вала (8000 об/мин) скважность импульсов была не менее двух. Длительность можно изменить подборкой конденсатора C2.

Далее эти импульсы поступают в преобразователь, выполненный на диодах VD4, VD5, резисторе R9 и конденсаторе C5. Здесь частота преобразуется в пропорциональное значение постоянного напряжения. Зависимость напряжения на нагрузочном резисторе R9 от частоты следования импульсов и частоты вращения КВ двигателя показана в таблице 1.4.

Табл. 1.4. Зависимость напряжения на нагрузочном резисторе R9 от частоты следования импульсов и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Частота высоковольтных импульсов, Гц	33,3	50	66,6	100	133,3	166,6	266,6
Частота вращения КВ двигателя, об/мин	1000	1500	2000	3000	4000	5000	8000
Постоянное напряжение преобразователя, В	1,3	1,7	2,1	2,7	3,1	3,4	5,5

Преобразователь характеризуется сравнительно малой инерционностью (напряжение устанавливается за 0,1 секунду при резком изменении частоты с 166,6 Гц до 33,3 Гц) и малыми пульсациями выходного напряжения (не более 20 мВ на частоте 50 Гц, т. е. не более 1,2%).

Сравнивающее устройство представляет собой компаратор на ОУ DA1, на один вход которого подано напряжение с преобразователя, а на второй - образцовое. Источником образцового напряжения служит параметрический стабилизатор VD6, R10, C6 и делитель, состоящий из резисторов R11 ÷ R13. Выходной сигнал компаратора управляет работой электронного ключа, собранного на транзисторе VT5 и диоде VD7.

Электронный ключ предназначен для коммутации напряжения питания обмотки электромагнитного клапана, установленного в карбюраторе. Если выходное напряжение преобразователя ниже образцового, т. е. при частоте вращения коленчатого вала ниже определенного значения, например, 1500 об/мин. на выходе компаратора сигнал будет отсутствовать, электронный ключ открыт и открыт электромагнитный клапан на карбюраторе. При этом состоянии ключа не зависит от того, нажата или отпущена педаль привода дроссельной заслонки. При напряжении выше образцового, что соответствует большой частоте вращения коленчатого вала двигателя, электронный ключ и клапан закроются, но при условии, что педаль акселератора будет отпущена. При нажатой педали контакты SF1 замкнуты и электронный ключ, и клапан будут открыты независимо от сигнала компаратора.

Ключ снабжен системой защиты от замыкания в цепи обмотки Y1 клапана. Система состоит из резистора R18, транзистора VT4. Сопротивление резистора R18 определяет ток срабатывания системы. При указанных на схеме типонаминах он равен $0,3 \pm 0,5$ А. После срабатывания системы ключевой транзистор VT5 рассеивает мощность около 7 Вт, поэтому его следует установить на теплоотвод.

Светодиод VD8, монтируемый на приборном щитке автомобиля, индицирует открытое состояние клапана.

Конструкция электронного блока не имеет каких-либо особенностей. Кроме тех, которые определены условиями его эксплуатации (широкие температурные пределы, повышенная влажность, воздействие брызг топлива и масла, пыли, вибраций и ударов и т. п.).

Датчик импульсов может быть выполнен в виде зажима «крокодил» или бандажа из четырех-восьми витков монтажного провода, установленного на высоковольтном проводе вблизи катушки зажигания.

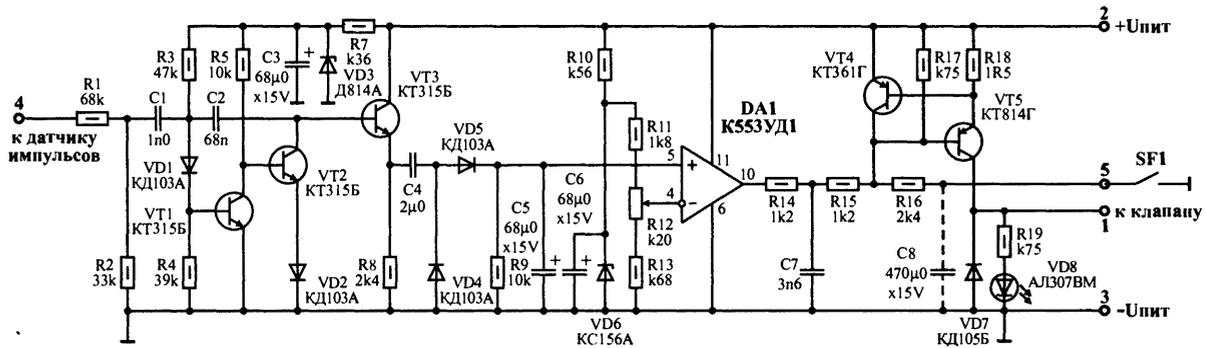


Рис. 1.39. Принципиальная схема электронного блока управления.

В экономайзере использованы постоянные резисторы МЛТ, подстроечный резистор СП5-2, оксидные конденсаторы К53-4 (или К50-16). Остальные конденсаторы КСО, К31-11, К73-9, К73-17. Вместо К553УД1А можно использовать ОУ К553УД1В, К153УД1, 153УД1.

Для налаживания электронного блока необходимы генератор коротких прямоугольных импульсов, например Г5-26, любой низкочастотный осциллограф и вольтметр постоянного тока с большим входным сопротивлением, например В7-26. Налаживание начинают с проверки работы электронного ключа. Вместо обмотки электромагнитного клапана можно включить её эквивалент-резистор сопротивлением $120 + 130$ ом мощностью не менее 2 Вт. Резистор R14 отключают от выхода микросхемы, а резистор R16 - от переключателя SF1. Ключ должен закрыться и напряжение на коллекторе транзистора VT5 должно отсутствовать при замыкании на общий провод свободного вывода из резистора R14 или R16 на коллекторе транзистора VT5 должно появиться напряжение, практически равное напряжению источника питания.

Затем присоединяют амперметр со шкалой 1А параллельно обмотке электромагнитного клапана. Ток короткого замыкания при открытом ключе должен быть в пределах нормы от 0,3 до 0,5А. Припаивают на свое место вывод резистора R14, а выход генератора импульсов подключают к верхнему по схеме выводу резистора R1. Устанавливают выходное напряжение положительных импульсов генератора не менее 15В, длительность не более 0,5 мс, частоту следования - 266,6 Гц. Наблюдают на экране осциллографа форму импульсов на эмиттере транзистора VT3. Они должны быть прямоугольными и иметь длительность около 1,8 мс.

Снимают зависимость постоянного напряжения на резисторе R9 от частоты в пределах от 33,3 до 166,6 Гц. Она должна быть близкой к указанной в таблице 1.4.

Устанавливают частоту генератора равной 50 гц и медленно вращают ручку подстроечного резистора R12 до срабатывания электронного ключа. Этот порог срабатывания будет соответствовать частоте вращения коленчатого вала двигателя 1500 об/мин. С целью повышения топливной экономичности можно этот порог снизить до 1200 об/мин - 1940 гц. Неточность (по частоте) порога срабатывания не превышает 60 об/мин при самых неблагоприятных условиях эксплуатации.

Динамически экономайзер почти безынерционен, т. е. при резком закрытии дросселя на большой частоте вращения вала двигателя клапан закрывается моментально, без заметной задержки. Однако двигатель ещё продолжает работать $3 + 4$ с на оставшемся в карбюраторе топливе. И этого времени достаточно, чтобы водитель, если нужно, успел переключить передачу. Если необходимо увеличить это время, следует сделать задержку срабатывания электронного ключа экономайзера. Включив конденсатор ёмкостью $100 + 500$ мкФ параллельно контакту переключателя SF1 (на схеме показано штриховой линией).

Эксплуатация экономайзера на автомобиле показала высокую надёжность и стабильность работы. Простота конструкции и отсутствие дефицитных деталей делает доступным изготовление экономайзера силами радиолюбителей.

4. Электронные блоки управления на микросхемах К548 серии

Вариант 1

Электронный блок (см. рис. 1.40) состоит из ограничителя импульсов, преобразователя частоты в напряжение, сравнивающего устройства (компаратора напряжения) и усилителя тока, нагруженного обмоткой электромагнита клапана. Входная цепь, состоящая из резисторов R1, R2 и ёмкостного датчика импульсов, выполненного в виде бандажа из $4 + 8$ витков монтажного провода на высоковольтном проводе вблизи катушки зажигания, представляет собой делитель импульсного напряжения. Более удобен съёмный датчик, представляющий собой зажим «крокодил», прицепляемый на высоковольтный провод. Под зажим следует поместить на провод виток из тонкой жести шириной $15 + 20$ мм.

Диоды VD1 + VD3 ограничивают амплитуду входных импульсов, преобразовывают их в прямоугольные и одновременно защищают вход микросхемы от высокого напряжения. Усилитель DA1.1 включен по схеме одновибратора и выполняет преобразование частота - напряжение с обратной зависимостью.

Второй усилитель DA1.2 работает компаратором напряжения. Он сравнивает выходной сигнал одновибратора, снимаемый с делителя напряжения R4 + R6, с образцовым напряжением источника, входящего в состав микросхемы. Конденсатор C3 сглаживает пульсации сигнала с выхода одновибратора.

Резистор R8 образует цепь положительной ОС, необходимой для образования «гисте-

резиса» компаратора. «Гистерезис» обеспечивает чёткое включение и отключение электромагнита клапана при разных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя, не допуская «дребезга» клапана в моменты переключения.

Выходной сигнал компаратора управляет работой усилителя тока на транзисторе VT2. Резистор R10 и стабилитрон VD5 служат для согласования по напряжению входа усилителя с выходом компаратора. Транзистор VT2 работает в режиме переключения. Для его защиты от перегрузки при замыкании в цепи обмотки Y1 электромагнита предусмотрено устройство, собранное на транзисторе VT1. Сопротивление резистора R13 определяет ток срабатывания устройства защиты, который должен быть установлен в пределах $0,3 \div 0,4$ А. При увеличении тока через транзистор VT2 сверх установленного порога открывается транзистор VT1, закрывающий транзистор VT2. В результате аварийный ток замыкания оказывается ограниченным на безопасном уровне.

Светодиод HL1 индицирует открытое состояние клапана. Его целесообразно разместить на панели приборов в кабине автомобиля.

В экономайзере использованы постоянные резисторы МЛТ, подстроечный резистор R5 СП5-2. Оксидные конденсаторы ЭТО-2 (или K52-2, K52-5, K52-7A); остальные КСО, K31-11, K73-9, K73-17. Стабилитрон KC191A может быть заменён на Д814Б, КС482А, КС190Б КС190Д или КС191 с любым буквенным индексом, а КС156А на КС156Г, КС456А, КС168А, КС468А.

Резистор R13 проволочный, намотанный на резистор МЛТ-2 сопротивлением более 300 Ом константановым (или другим высокоомным) проводом диаметром 0,35 мм. Транзистор КТ350А можно заменить любым маломощным кремниевым р-п-р транзистором, например, из серий КТ361, КТ3107, КТ3108. Вместо АЛ307БМ можно использовать любой светодиод из этой серии.

Для налаживания электронного блока экономайзера потребуется источник питания напряжением 13 + 15 В и током нагрузки до 1А (можно использовать автомобильную аккумуляторную батарею), вольтметр постоянного тока с входным сопротивлением не менее 1 МОм (лучше использовать цифровой, например, В7-27, В7-50 и т. п.) и генератор прямоугольных (или синусоидальных) импульсов амплитудой до 20 Гц и выше. Полезным окажется и любой низкочастотный осциллограф.

Вначале проверяют работу усилителя тока. Вместо обмотки электромагнитного клапана Y1 включают в качестве нагрузки резистор сопротивлением 120 + 130 Ом мощностью 2 + 5 Вт либо лампу накаливания на напряжение 12 В и ток 0,3 А (можно использовать автомобильную лампу А12-5 или А12-4). Резистор R10 отключают от выхода микросхемы DA1.2.

После включения питания транзистор VT2 должен быть закрыт, напряжение на его коллекторе при этом отсутствует, светодиод выключен, нагрузка обесточена. При замыкании отключенного конца резистора R10 на общий провод на коллекторе транзистора VT2 должно появиться напряжение, практически равное напряжению источника питания. Затем припаивают на своё место вывод резистора R10.

При отсутствии входного сигнала на компараторе транзистор VT2 должен быть закрыт. При появлении входного сигнала напряжением 1,3 В и более (этот уровень определяется внутренним стабилизатором микросхемы) транзистор VT2 открывается.

При указанных на схеме номиналах резисторов R4 + R6, отключенном датчике импульсов и питающем напряжении 13,2 В (номинальное напряжение аккумуляторной батареи) на выводе 7 микросхемы будет напряжение 7,45 В, а в точке соединения резисторов R4 и R5 - около 4,3 В. Измерения выполнены высокоомным цифровым вольтметром относительно общего провода. Эти значения контрольные и могут свидетельствовать о правильной сборке и работе устройства.

Напряжение на конденсаторе C3 в верхнем положении движка резистора R5 равно 4,3 В, в нижнем - около 1,5 В.

При подаче импульсного сигнала с амплитудой 3 + 5 В (прямоугольного или синусоидального) на вход устройства напряжения на конденсаторе C3 в зависимости от частоты f (в герцах) будет равно $U_n = U_0 \cdot (1 - \tau f)$,

где U_n - входное напряжение компаратора, В, при отсутствии входных сигналов, устанавливаемого резистором R5; τ - постоянная времени цепи зарядки-разрядки конденсатора C2, с.

Постоянная времени $\tau = R_n \cdot C_2$,

где R_n - сопротивление в омах цепи зарядки и разрядки конденсатора C2, являющегося параметром микросхемы и равное для K548УН1 $R_n = 430$ кОм; C2 - ёмкость конденсатора C2, Ф.

Для C2 = 0,015 мкФ $\tau = 6,45 \cdot 10^{-3}$ с.

Частота импульсов f и частота вращения коленчатого вала двигателя n , об/мин, связаны зависимостью $f = n/30$.

Подставив значение τ и f в первую формулу, получим $U_0 = U_n / 1 - 2,15 \cdot 10^{-4} \cdot n$.

А так как порог срабатывания компаратора 1,3 В, то его входное напряжение при отсутствии входных импульсов должно быть установлено равным $U_0 = 1,3/1 - 2,15 \cdot 10^{-4} \cdot n$.

Отсюда следует простой способ предварительной регулировки электронного блока при отсутствии входных импульсов. Так, для срабатывания блока на частоте вращения $n = 1500$ об/мин, которую рекомендуют в качестве оптимальной, $U_0 = 1,92$ В.

С целью повышения топливной экономичности можно установить, например, $n = 1200$ об/мин, что соответствует $U_0 = 1,75$ В. Однако при этом следует иметь в виду, что при пониженной частоте переключения блока несколько усложнится вождение автомобиля, потребуются приобрести определенные навыки.

Затем на вход устройства подают переменное напряжение (прямоугольное или синусоидальное) амплитудой 3 + 5 В и частотой соответственно 50 или 40 Гц. При этом на конденсаторе С3 должно быть постоянное напряжение около 1,3 В. При понижении частоты f должен переключиться компаратор и открыться транзистор VT2, о чём будет свидетельствовать появление напряжения на нагрузочном резисторе (лампе) и включении светодиода. При увеличении частоты сверх порогового значения должно происходить обратное переключение компаратора.

Разность значений частоты («гистерезис»), при которых происходит включение и отключение, должна быть в пределах 3 + 5 Гц. Если она окажется больше, следует увеличить сопротивление резистора R8, и наоборот.

Окончательно правильность регулировки и работу блока проверяют после установки его на автомобиль. Частоту вращения коленчатого вала двигателя, при которой срабатывает устройство, контролируют по тахометру автомобиля и светодиоду HL1.

Вариант 2

Второй вариант является по сути дела доработкой выше описанного блока.

Конденсатор С2 заменен другим, емкостью 0,01 мкФ. Дело в том, что одновибратор, собранный на усилителе DA1.1, должен обеспечить постоянно уменьшающееся напряжение на конденсаторе С3 с увеличением частоты срабатывания экономайзера. Но длительность импульса с выхода одновибратора слишком рано становится сравнимой с длительностью периода следования запускающих импульсов, из-за чего происходит ненужный подъём напряжения на частоте вращения около 2500 об/мин. Почти до уровня срабатывания компаратора, собранного на усилителе DA1.2. Это приводило к нестабильности в работе блока.

Ёмкость фильтрующего конденсатора С3 уменьшена до 10 мкФ, так как при ёмкости этого конденсатора в исходном блоке в 50 мкФ задержка срабатывания экономайзера была слишком большой - около 5 секунд. Необходимой фильтрации напряжения управления компаратором легко достигнуть включением конденсатора между выходом усилителя DA1.2 и его инвертирующим входом (С6 на схеме рис. 1.41).

Максимально допустимый выходной ток каждого усилителя микросхемы K548УН1 - 3 мА, поэтому для надежного срабатывания электромагнитного клапана выходные транзисторы VT1 и VT2 включены по схеме составного транзистора. В исходном варианте пришлось бы подбирать выходной транзистор VT2 со статическим коэффициентом передачи тока 100 и более, что для многих радиолюбителей задача не из лёгких.

Предложенная система защиты (в первом варианте) выходного транзистора от перегрузки при случайном замыкании выхода блока на корпус неэффективна, поскольку не исключает порчи транзистора. В предлагаемом варианте блока для защиты экономайзера от возможных замыканий использован плавкий предохранитель на 0,5 А, что вполне оправдано, поскольку максимально допустимый ток выходного транзистора VT2 более чем 10 раз превышает ток, при котором перегорает предохранитель, а резистор R13 ограничивает этот ток на допустимом уровне на время перегорания предохранителя.

В компаратор введен делитель напряжения на резисторах R15, R16. Это сделано для того, чтобы облегчить настройку компаратора на нужную величину «гистерезиса» подборкой резистора R15.

Кстати, при отсутствии делителя и резисторе R8 номиналом 15 МОм на испытуемом экземпляре микросхемы K548УН1 «гистерезис» превысил 10 Гц, что в 5 раз больше ожидаемого.

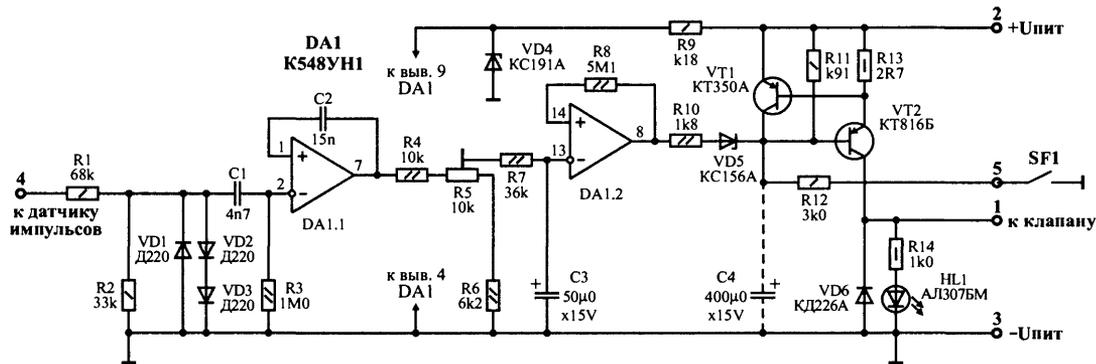


Рис. 1.40. Принципиальная схема электронного блока управления - вариант 1.

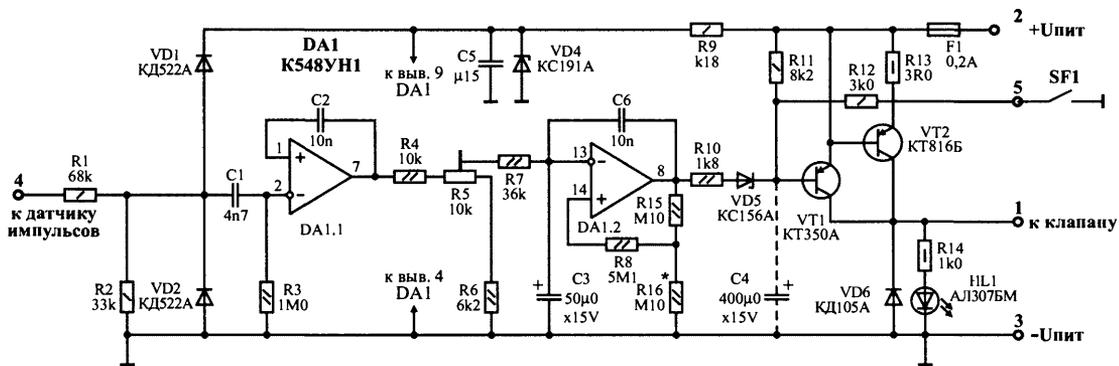


Рис. 1.41. Принципиальная схема электронного блока управления - вариант 2.

5. Электронный блок управления на микросхемах К561 серии

Блок имеет (рис. 1.45-а) подавитель импульсных помех на входе, транзисторный ключевой усилитель на выходе и узел ввода "гистерезиса" по частоте.

Основные технические характеристики:

Напряжение питания	10 + 16 В;
Потребляемый ток	20 мА;
Коммутируемый ток	0,4 А;
Частота входных импульсов:	
выключения клапана	50 Гц;
включения клапана	43,3 Гц.

После включения зажигания блок управления устанавливается в исходное положение и включает электромагнитный клапан. При нажатии на педаль акселератора замыкаются контакты микропереключателя, которые дублируют подачу питания на электромагнит.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя до 1500 об/мин (что соответствует увеличению частоты размыканий контактов прерывателя до 50 Гц) блок срабатывает, отключая напряжение питания от клапана, но он остается включенным через контакты микропереключателя. Если теперь педаль акселератора отпустить (режим торможения двигателем), то контакты микропереключателя разомкнутся - обесточат электромагнит клапана и подача топлива к цилиндрам двигателя прекратится.

После уменьшения частоты вращения вала двигателя до 1300 об/мин (частота размыканий прерывателя 43,3 Гц) блок включает электромагнит клапана и подача топлива возобновится.

Как видно из сказанного выше, описываемый блок обладает свойством "гистерезиса" по частоте поступающих с прерывателя импульсов. При отсутствии "гистерезиса" электронный блок вблизи порога срабатывания будет воспринимать эту частоту то как повышенную по отношению к пороговой, то как пониженную. Из-за этого вместо четкого однократного срабатывания будет многократное переключение клапана. Следует заметить, что достичь четкости срабатывания устройства можно более просто, применив метод "зашелки", но в этом случае схема подключения блока к бортовой сети автомобиля будет отличаться от заводской и без переделки электропроводки не обойтись.

Принципиальная схема блока изображена на рис. 1.45-а. Импульсы с прерывателя системы зажигания поступают на формирователь прямоугольных импульсов, состоящий из элементов VD1, VD2, R1 + R3, C1, C2. Он обеспечивает защиту блока от перегрузки и от отрицательных выбросов входных импульсов. Далее сигнал поступает на подавитель импульсных помех, собранный по схеме одновибратора на логических элементах DD1.1, DD1.2. Подавитель помех реагирует на спад входного импульса и удерживает низкий логический уровень на счетном входе триггера DD2.1 в течение 4 мс (см. диаграммы сигналов на рис. 1.42).

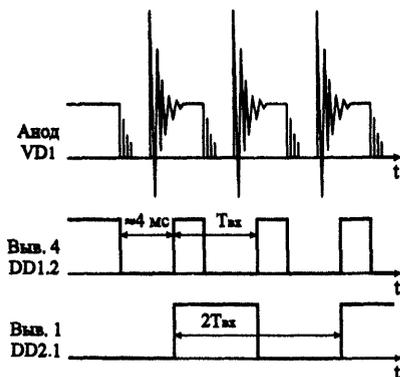


Рис. 1.42. Диаграммы сигналов на элементах схемы.

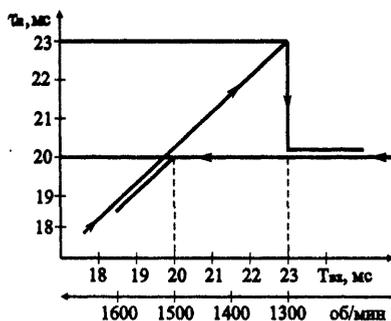


Рис. 1.43. Зависимость длительности выходных импульсов от входных.

Этого времени достаточно для прекращения действия импульсных помех от дребезга контактов прерывателя, искрения при их размыкании, колебательных процессов в системе зажигания.

Триггер DD2.1, включенный по схеме делителя на 2, формирует на выходе импульсы длительностью, равной периоду входного сигнала $T_{вх}$, необходимые для работы устройства сравнения. Оно собрано на триггере DD2.2. По спаду этих импульсов запускается формирователь на элементах DD1.3, DD1.4, длительность выходных импульсов которого связана с длительностью входных определенным образом. При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя от значения, соответствующего холостому ходу, до 1500 об/мин и более длительность выходных импульсов формирователя равна $T_n = 20$ мс при $T_{вх} \geq 20$ мс (соответствует частоте ≤ 1500 об/мин) и равна $T_{вх}$ при $T_{вх} \leq 20$ мс (≥ 1500 об/мин). Если теперь уменьшить частоту вращения вала до значения < 1300 об/мин, длительность импульсов будет равна $T_{вх}$ при $T_{вх} \leq 23$ мс (≥ 1300 об/мин) и 20 мс при $T_{вх} > 23$ мс (< 1300 об/мин). Эта зависимость изображена на диаграмме рис. 1.43.

В исходном состоянии на инвертном выходе триггера DD2.2 действует низкий логический уровень, транзистор VT1 открыт и шунтирует резистор R8, формирователь импульсов DD1.3, DD1.4 настроен на длительность выходного импульса 20 мс. На частоте вращения 1500 об/мин достигается равенство длительности импульсов на выходе элемента DD1.4 и выходе триггера DD2.1 значению 20 мс, но на выходе элемента DD1.4 импульсы запаздывают на время задержки в формирователе импульсов. Поэтому в момент прихода фронта импульса на С-вход триггера DD2.2 на его D-входе еще будет сигнал 0 (рис. 1.44-а). Триггер DD2.2 переключится, на его инверсном выходе появится сигнал высокого уровня, и транзистор VT1, закрывшись, перестроит формирователь DD1.3, DD1.4 на длительность импульсов 23 мс.

При уменьшении частоты вращения вала двигателя до 1300 об/мин наступит момент, когда во время прихода импульса на С-вход триггера DD2.2 на его D-входе уже будет уровень 1. Триггер установится в исходное состояние, транзистор VT1 откроется и формирователь вновь окажется настроенным на 20 мс (рис. 1.44-б).

Сигнал с прямого выхода триггера DD2.2 управляет ключевым усилителем на транзисторах VT2, VT3, нагрузкой которого служит электромагнит клапана экономайзера. Появление сигнала логической 1 на прямом выходе триггера DD2.2 вызовет срабатывание клапана, а сигнала 0 - отключение.

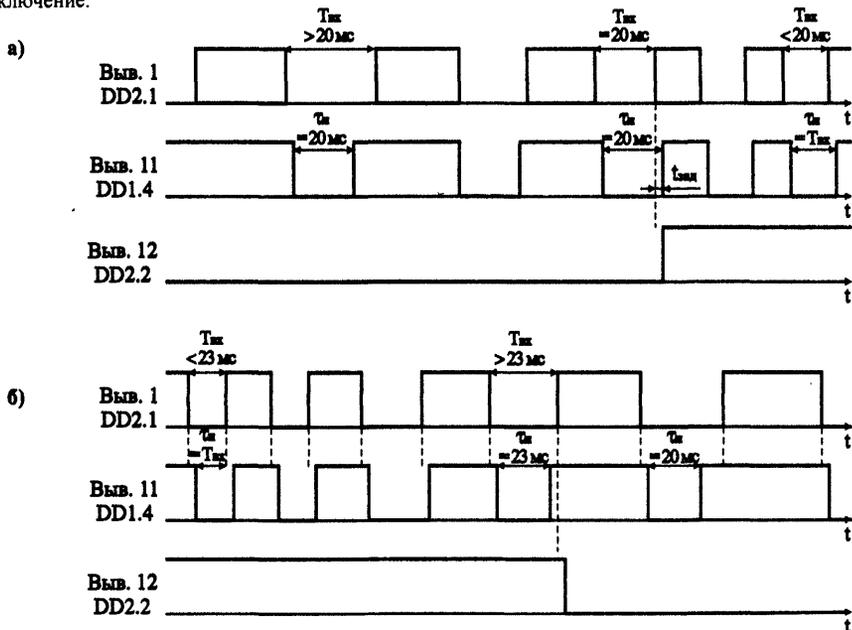


Рис. 1.44. Диаграммы сигналов на выводах микросхем.

Ключевой усилитель имеет особенность, заключающуюся в том, что резистор R12 и эмиттер транзистора VT3 подключены к бортовой сети автомобиля, напряжение в которой обычно изменяется в пределах 12 + 14,5 В, в то время как триггер питается стабилизированным напряжением 10 В. Нагрузочная способность микросхем КМОП мала, поэтому статический коэффициент передачи тока транзистора VT2 должен быть не менее 200.

Если дополнить ключевой усилитель эмиттерным повторителем (см. рис. 1.45-б), можно применить транзисторы с умеренным значением статического коэффициента передачи тока базы.

Транзистор KT315Б в устройстве можно заменить на KT342А, KT342Б; KT814А - на любой из этой серии или на KT816А - KT816В. Микросхемы серии К561 можно заменить на соответствующие из серий К564, К176, К164. При использовании микросхем серий К176 или К164 необходимо напряжение питания микросхем уменьшить до 9 В, а стабилитрон Д814Г заменить на Д814В. В электронном блоке экономайзера применены резисторы МЛТ; конденсаторы С1 - КСО-5, С2 - КД, С3, С4 - К10-17, С6 - КЛС, С5 и С7 - К53-1А.

Для налаживания электронного блока управления экономайзером необходимы генератор импульсов и осциллограф. Сначала осциллограф подключают к выходу элемента DD1.2, подавая с генератора на вывод 1 элемента DD1.1 сигнал частотой 30 + 200 Гц, проверяют длительность выходных отрицательных импульсов. Она должна быть примерно равна 4 мс (рис.3). Если необходимо, подбирают резистор R4. Если известно точно значение емкости конденсатора С3, то номинал резистора R4 можно рассчитать по формуле: $R4 = 5,8/C3$, где R4 - в кОм, С3 - в мкФ.

После этого резистор R10 отключают от выхода триггера и замыкают на общий провод, а осциллограф подключают к этому выходу триггера. При включении питания на инверсном выходе триггера DD2.2 должен быть низкий логический уровень. На верхней по схеме вход элемента DD1.1 подают импульсы частотой следования 50 Гц и, подбирая резистор R7 (а при необходимости и R6), добиваются появления на инверсном выходе триггера DD2.2 высокого уровня.

Затем резистор R10 отключают от общего провода и подсоединяют к плюсовому проводу питания микросхем. На вход устройства подают сигнал частотой 43 Гц и подбирают резистор R8, добиваясь появления сигнала 0 на инверсном выходе триггера DD2.2. После этого восстанавливают соединение резистора R10 с триггером и проверяют срабатывание триггера. Для этого плавно увеличивают частоту импульсов генератора. При частоте 50 Гц на инверсном выходе триггера DD2.2 должен установиться сигнал 1. Теперь уменьшают частоту импульсов. При прохождении частоты 43 Гц сигнал 1 на инверсном выходе триггера должен смениться на 0. После этого блок готов к работе. При отсутствии осциллографа подключают параллельно диоду VD3 лампу накаливания на напряжение 12 В и ток 0,3 А (или светодиод). На частоте 50 Гц лампа должна гаснуть, а на частоте 43 Гц - загораться.

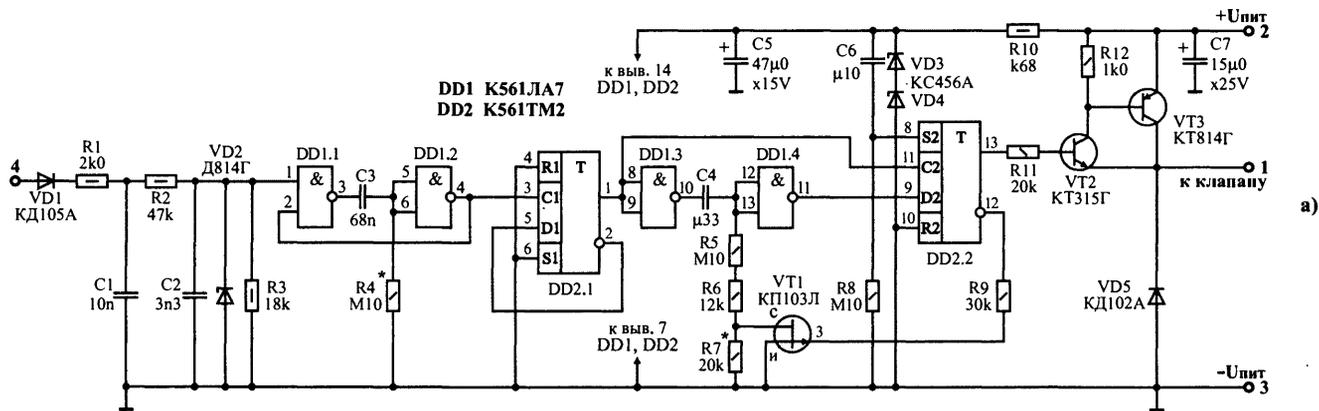
Описанный электронный блок может работать и без микропереключателя, если заменить электромеханический способ контроля за закрытием дроссельной заслонки на вакуумный. И в заключение отметим, что описанный блок управления экономайзером можно использовать без переделки на автомобилях с системой "Каскад".

Примечание.

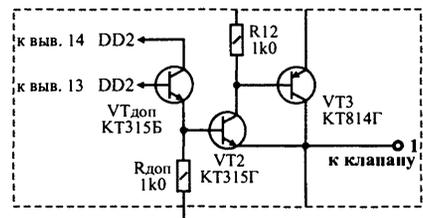
Из-за того, что транзисторы VT2 и VT3 (см. рис. 1.45-а) работают в режиме близком к активному, на них бесполезно рассеивается мощность и заметно понижается напряжение на обмотке клапана. Экономайзер будет работать надежнее, если транзисторы перевести в ключевой режим. Для этого эмиттер транзистора VT2 надо соединить с общим проводом, а между коллектором и точкой подключения резистора R12 к базе транзистора VT3 ввести резистор сопротивлением около 240 Ом мощностью 1 Вт (см. рис. 1.45-в). Транзистор VT2 при этом может быть использован со статическим коэффициентом передачи тока базы не более 100.

Неудачен и способ выделения текущего значения периода повторения импульсов системы зажигания. Дело в том, что переключения в этом устройстве происходят не в моменты размыкания контактов прерывателя, как следовало бы, а несколько позже, когда затухает колебательный процесс в первичной цепи системы зажигания. Скорость же протекания этого процесса зависит от ряда факторов и поэтому различна. В результате при выделении периода повторения импульсов системы зажигания (посредством триггера DD2.1) возникают дополнительные погрешности. Это ведет к ухудшению стабильности порогов срабатывания блока.

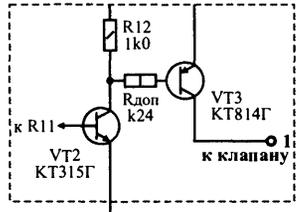
Кроме того, ключевой усилитель блока находится под угрозой отказа при случайном замыкании выходной цепи на корпус автомобиля. Такие ситуации на практике весьма вероятны, поэтому все блоки управления промышленного изготовления снабжены узлом защиты от замыкания цепи нагрузки.



а)



б)



в)

Рис. 1.45. Принципиальная схема электронного блока управления экономайзером.

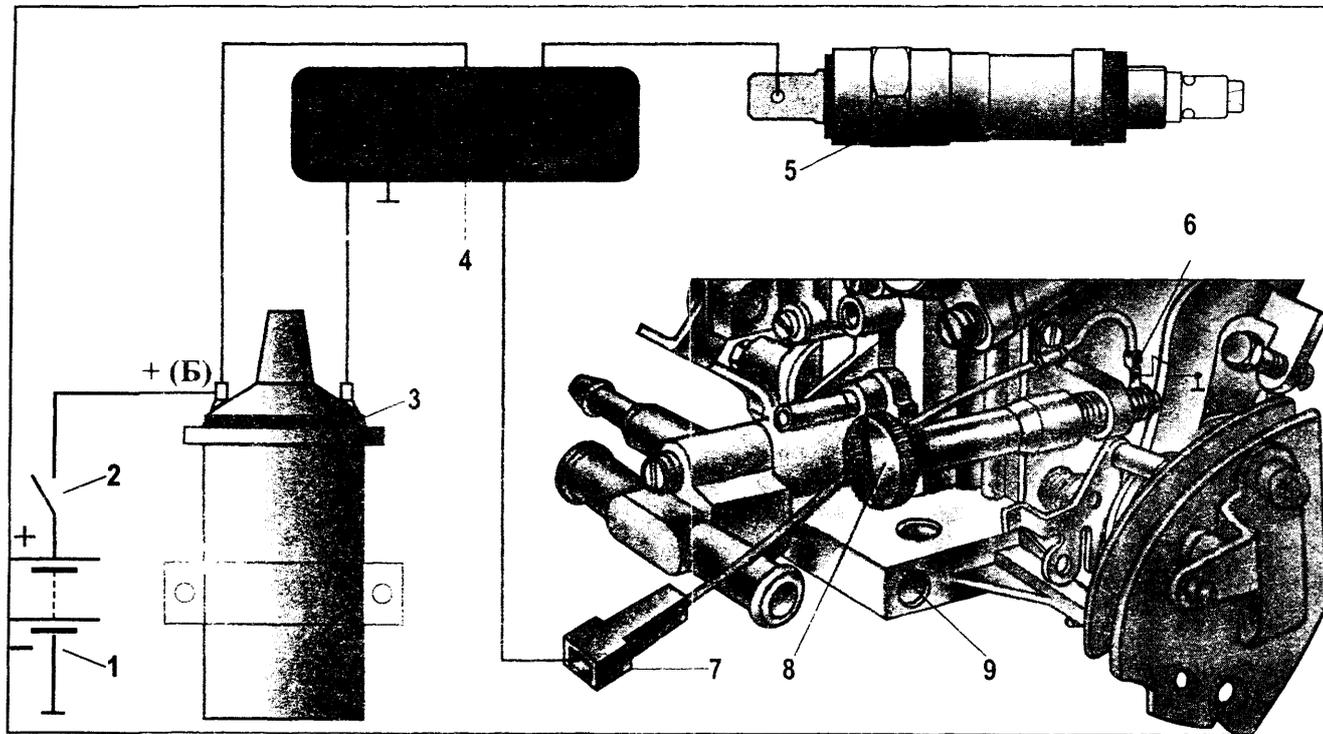


Рис. 1.46. Схема подключения семиштырькового блока управления ЭПХХ:

1 - аккумулятор; 2 - выключатель зажигания; 3 - катушка зажигания; 4 - электронный блок управления; 5 - электромагнитный клапан; 6 - датчик-винт; 7 - клеммная колодка датчика-винта; 8 - регулировочный винт количества; 9 - регулировочный винт качества (состава смеси).

1.2.3. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА С СЕМИШТЫРЬКОВЫМИ БЛОКАМИ УПРАВЛЕНИЯ

Система ЭПХХ, применяемая на автомобилях с карбюраторами типа “Солекс” (рис. 1.46), отличается от рассмотренных выше систем и состоит из датчика-винта (6), электромагнитного клапана (5) и электронного блока управления (4).

На режиме торможения автомобиля двигателем (т. е. при движении по инерции с включенной передачей и отпущенной педалью управления карбюратором), называемом также принудительным холостым ходом (ПХХ), условия сгорания рабочей смеси в цилиндрах резко ухудшаются, в отработавших газах возрастает содержание продуктов неполного сгорания - в основном оксид углерода (СО) и углеводородов (СН), непроизводительно расходуется топливо. Система ЭПХХ предназначена для уменьшения выброса токсичных веществ с отработавшими газами, с также для снижения расхода топлива. Отключение топливоподачи через систему холостого хода на режиме ПХХ позволяет решить обе эти проблемы.

Отключение топливоподачи на ПХХ производится при помощи установленного в крышке карбюратора электромагнитного клапана на топливном жиклере холостого хода (5). Подачей тока в обмотку электромагнитного клапана управляет электронный блок (4), соединенный в электрическую цепь с клапаном, источником питания, катушкой зажигания, датчиком положения дроссельной заслонки на карбюраторе, а также “массой” автомобиля.

Импульсы тока от катушки зажигания (3) дают информацию о частоте вращения, а датчик (6) положения дроссельной заслонки (датчик-винт) представляющий собой контакт на упорном винте (8) дроссельной заслонки, механически замыкаемый на “массу” при полностью закрытой заслонке, сигнализирует о переходе карбюратора в режим холостого хода.

Режим принудительного холостого хода, при котором обмотка электромагнитного клапана (5) обесточивается и подача топлива через систему холостого хода прекращается, наступает, когда блок управления (4) регистрирует одновременное наличие двух факторов: повышенная частота вращения коленчатого вала (более 2100 об/мин) и закрытая дроссельная заслонка.

Режим ПХХ прекращается и подача топлива возобновляется, если водитель:

- не нажимая на педаль управления дроссельной заслонкой уменьшит скорость движения, выключит сцепление или, включив нейтраль, перейдет на холостой ход (сработает отключение режима ПХХ по частоте вращения);

- нажмет на педаль управления дроссельными заслонками и продолжит движение с высокой частотой вращения (произойдет отключение режима ПХХ по положению дроссельной заслонки).

Для повышения устойчивости работы двигателя, исключения рысков, отключение топливоподачи происходит при одной частоте вращения (около 2100 об/мин), а включение - при другой, на 150 - 200 об/мин меньшей.

Обесточивание электромагнитного клапана происходит также и при выключении зажигания, чем исключается дизелинг - возможность возникновения работы двигателя с самовоспламенением.

Порядок работы ЭПХХ представлен в таблице 1.5.

Экономия топлива благодаря ЭПХХ составляет 0,2 + 0,5 л на 100 км пробега. Дизелинг же может привести к весьма неприятным последствиям - из-за возможных “обратных ударов” (преждевременных вспышках в цилиндрах при движении поршня вверх в такте сжатия). Поэтому не рекомендуется убирать систему ЭПХХ (заменяя клапан заглушкой или удаляя его запорную иглу), не только по экологическим соображениям.

Табл. 1.5. Порядок работы ЭПХХ.

Режим работы двигателя	Относительная частота вращения КВ	Положение дроссельной заслонки	Состояние электромагнитного клапана	Положение контактов датчика-винта	Подача топлива
Холостой ход	Пониженная	Закрыта	Включен	Замкнуты	Есть
Нагрузочный	Повышенная	Открыта	Включен	Разомкнуты	Есть
ПХХ	Повышенная	Закрыта	Выключен	Замкнуты	Нет

Датчик-винт (2108-1107240) - выполняет такую же функцию, что и микропереключатель в системе "Каскад", только у датчика-винта при закрытой дроссельной заслонке, контакты замкнуты, а при открытой - разомкнуты.

Датчику-винту присущи две основные неисправности:

- короткое замыкание на массу;
- отсутствие контакта с массой при отпущенной педали акселератора.

Первый дефект проявляется в дёрганье автомобиля, из-за автоколебаний (об этом явлении рассказано в описании системы "Каскад"), а второй - в ухудшении торможения двигателем, из-за прекращения работы ЭПХХ.

Обе неисправности можно устранить при помощи тестера или контрольной лампочки, один вывод которой соединен с "плюсом" аккумуляторной батареи, а второй - с выводом (7) датчика-винта (отключённым от жгута проводки автомобиля).

При полностью отпущенной педали акселератора лампочка должна гореть (при этом не мешает проверить, что привод дроссельной заслонки не препятствует её полному закрытию, т. е. - что заслонка не зависает на приводе). Если "контролька" не горит, то, значит, возможен внутренний обрыв с его выводом. При отсутствии обрыва необходимо повернуть датчик-винт до момента загорания контрольной лампочки. Если частота вращения коленчатого вала на холостом ходу при этом будет завышена (по сравнению с её значением, указанным в руководстве по эксплуатации автомобиля), то необходимо отрегулировать карбюратор.

После открытия дроссельной заслонки (педаль газа нажата) лампочка должна гаснуть. Если этого не происходит, значит, датчик-винт имеет внутреннее короткое замыкание и его надо заменить.

Электромагнитный клапан (2108-1107420) - является исполнительным элементом ЭПХХ, запорная игла которого перекрывает подачу топлива через жиклёр холостого хода карбюратора. Включение и отключение клапана осуществляет электронный блок управления.

Промышленностью выпускается два типа клапанов для карбюраторов "Солекс", они достаточно хорошо отличаются по внешнему виду (рис. 1.47)

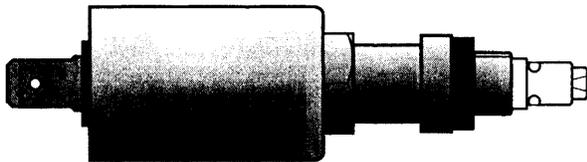


Рис. 1.47. Внешний вид одного из электромагнитных клапанов для карбюраторов "Солекс".

При замене лучше покупать больший (рис. 1.47), с диаметром хвостовой части - 20 мм (обмотка из более толстого провода), но можно и тонкий (рис. 1.46), диаметром - 13 мм.

Однако качество этих клапанов не радует. Поэтому лучше подбирать их прямо около магазина, заранее договорившись о замене. При продаже их нередко проверяют на щелчок от стоящего у продавца аккумулятора, но один-два щелчка говорят только о целостности обмотки электромагнита. А как он будет вести себя на машине - совсем другое дело. Например, после установки в карбюратор, игла может застревать в жиклере.

Жиклеры холостого хода имеют маркировку в диапазоне 38 - 44. Чем больше номер, тем больше диаметр центрального отверстия жиклера и выше предельные обороты холостого хода. При замене электромагнитного клапана, жиклёр следует устанавливать с той же маркировкой, что и на сломанном клапане или переставить родной жиклёр на новый клапан. Жиклер должен плотно удерживаться в клапане. Иногда для этого нужно немного разогнуть его хвостовую часть, вставив лезвие ножа в прорезь.

Установка электромагнитного клапана.

Очень важно правильно установить клапан на карбюратор.

Заворачивание клапана от руки часто бывает одной из причин неустойчивых оборотов

холостого хода. Так как слабо затянутый клапан, болтающийся в резьбе, плохо сжатая резинка и, как следствие, подсос воздуха и обеднение смеси.

Ошибочна также методика, предложенная в статье “Капризный клапан” из журнала “За рулем”: “Положим, двигатель работает на холостом ходу при отключенном электропитании клапана. Неспеша доварачивайте его: пока смесь нормализуется, обороты увеличиваются, а когда мотор заглохнет - значит, клапан затянут. После этого пустите двигатель и, подключая и отключая провод, убедитесь в том, что клапан действительно работает”. Дело в том, что мотор заглохнет, когда конец жиклера только начал входить в посадочное место в карбюраторе, но еще не дошел до конца.

Иногда эту рекомендацию дополняют. “После этого при необходимости доверните клапан еще на один оборот”. А вот это уже опасно. Если электромагнитный клапан перетянуть, можно, во-первых, испортить жиклер холодного хода (рис. 1.48), во-вторых, испортить посадочное место, куда входит жиклер, в-третьих, сорвать резьбу в крышке карбюратора.

Результаты: в первом случае - жиклер просто меняется на новый, во втором - замена крышки карбюратора, в третьем - замена или ремонт крышки (рассверлить и поставить резьбовую втулку).



Рис. 1.48. Пример деформации жиклёра, при перетяжке электромагнитного клапана.

В “Руководстве по техническому обслуживанию и ремонту” указан момент затяжки электромагнитного клапана $0,4 \text{ кг} \cdot \text{с} \cdot \text{м}$ ($3,68 \text{ Н} \cdot \text{м}$).

Если же у Вас нет динамометрического ключа, то лучше всего воспользоваться методикой описанной ниже.

Нужно снять с электромагнитного клапана резиновый уплотнитель, без усилия ввинтить рукой до упора, считая обороты и запомнить, в каком положении оказался контакт. Затем одеть уплотнитель, завинтить сначала рукой, затем ключом на 13- до того же положения, не дальше. При заведенном двигателе клапан можно чуть-чуть отвернуть (не более 120 градусов), добиваясь максимальных оборотов.

Контроль работоспособности и типичные неисправности.

Работоспособность электромагнитного клапана сначала проверяют на заглушенном двигателе при включенном зажигании, снимая и одевая провод, идущий к его контакту. При этом должен быть хорошо слышен щелчок.

Если щелчков нет, нужно снять с установленного в карбюратор клапана провод от блока управления и соединить контакт клапана другим проводом напрямую с плюсовой клеммой аккумулятора. Появление щелчков указывает либо на обрыв провода в жгуте между клапаном и блоком управления, либо на плохой контакт в разъеме, либо на неисправность блока управления. Отсутствие щелчков говорит о неисправности электромагнитного клапана, возможно произошел обрыв обмотки (сопротивление обмотки клапана должно быть в пределах $70 \pm 80 \text{ Ом}$ - для толстых клапанов и $30 \pm 40 \text{ Ом}$ - для тонких).

На заведенном двигателе (холостой ход) при снятии провода с контакта клапана, двигатель должен заглохнуть. Если этого не происходит, нужно повторить установку клапана в карбюратор. Бывает, что щелчки есть, а игла не полностью выходит из электромагнита. Возможно также, что карбюратор неправильно отрегулирован, и питание двигателя на холостом ходу осуществляется в обход системы холодного хода - за счет приоткрытой заслонки первой камеры. На это указывает также отсутствие реакции (изменения оборотов XX) при вращении винтов качества и количества смеси.

Нередко засоряется жиклер холодного хода. Его центральное отверстие можно прочистить проволокой от многожильного медного монтажного провода, промыть ацетоном или аэрозольным очистителем карбюратора и продуть.

Необходимо также следить за состоянием запорной иглы клапана. Если на ней обнаружены заусенцы - необходимо притереть иглу к седлу жиклёра клапана (используя притирочную пасту).

Состояние резинового уплотнителя, тоже влияет на работу системы ЭПХХ. При расслаивании уплотнителя, начинается подсос воздуха, смесь обедняется. Это проявляется в падении оборотов холодного хода и может сопровождаться “плаванием” оборотов на XX.

Иногда при движении может чуть-чуть ощущаться запах бензина - при его появлении необходимо проверить резиновый уплотнитель и если он повреждён - заменить его.

Лучше всего использовать "родные" уплотнители - которые при сборке карбюратора устанавливает завод изготовитель. Из тех, что предлагаются в розничной продаже, красные более бензостойкие, чем черные.

Известны случаи, когда подсос воздуха шел через корпус клапана - трещины в эпоксидке вокруг клеммы или просто из-за плохого уплотнения.

Проверка электромагнитного клапана, снятого с автомобиля, производится по схеме представленной на рис. 1.49. При включении источника питания должен быть слышен щелчок клапана, а амперметр должен регистрировать ток, который не должен превышать 0,3 + 0,4 А при напряжении питания 14 В (для тонких клапанов) и 0,15 А - для толстых.



Рис. 1.49. Схема для проверки электромагнитного клапана.

В случае выхода из строя электромагнитного клапана в пути и если нет возможности замены его на месте, придётся удалить запорную иглу клапана, выдернув её пассатижами или обломав её пластмассовый наконечник. После этого завернуть клапан на место.

Карбюратор «Солекс», по сравнению с карбюратором «Озон», обеспечивает более высокие экономические показатели. Однако ему присущ один существенный недостаток, касающийся работы ЭПХХ, отключающего подачу топлива в режиме принудительного холостого хода (ПХХ) двигателя.

Дело в том, что место перекрытия подачи топлива встроенным в карбюратор электромагнитным клапаном у «Солекса» находится значительно выше места вывода топливно-воздушной смеси из канала холостого хода. Поэтому при переводе двигателя с принудительного холостого хода на холостой ход приходится возобновлять подачу топлива задолго до момента наступления режима холостого хода. Это необходимо для того, чтобы канал холостого хода карбюратора успел заполниться топливно-воздушной эмульсией, иначе при указанной смене режима двигатель остановится. По этой причине требуемый порог включения электромагнитного клапана оказывается чрезмерно высоким (при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1900 об/мин).

Поскольку порог отключения электромагнитного клапана должен превышать порог включения на 200 + 300 об/мин, в блоке управления 50.3761, предназначенном для работы с карбюратором «Солекс», он принят равным 2100 об/мин. Это означает, что экономайзер может прекратить подачу топлива лишь в том случае, если при отпуске педали акселератора частота вращения коленчатого вала превышает 2100 об/мин.

Электронный блок управления (50.3762) 4 получает информацию о частоте вращения КВ через вывод 1 с первичной обмотки катушки зажигания (3) и от датчика-винта (6) о положении первой дроссельной заслонки карбюратора. Датчик-винт соединяет с "массой" вывод 5 блока при закрытой заслонке (педаль газа отпущена). К выводам 2 и 4 подводится напряжение питания блоку. Управляющий сигнал на электромагнитный клапан подаётся с 6 вывода блока.

Когда датчик винт не замкнут на "массу", т. е. первая дроссельная заслонка не закрыта, электронный блок подает питание на клапан при любой частоте вращения КВ. Когда датчик-винт замкнут на массу (педаль газа отпущена - дроссельная заслонка закрыта, т. е. при торможении двигателем, движении под уклон с включенной передачей - при переходе на принудительный холостой ход), то в этом случае включение электромагнитного клапана зависит от частоты вращения КВ. Если в момент закрытия первой дроссельной заслонки частота вращения была выше 2100 об/мин, то блок управления отключит клапан, и включит его когда частота вращения КВ снизится до 1900 об/мин или если нажать на педаль газа.

Для проверки блока управления необходимо на холостом ходу снять провод с контакта датчика-винта и соединить его с "массой". Затем медленно открывая дроссельную заслонку, повысить обороты до порога отключения. Это делается для того, что бы добиться возникновения автоколебаний (двигатель при этом должен работать с пульсирующей частоты вращения КВ - она хорошо заметна на слух). Если этого не удастся добиться, то блок управления неисправен.

Исправность блока можно проверить и вольтметром, включённым между 6 выводом блока управления и корпусом (“массой”) автомобиля (т. е. параллельно клапану). На минимальной частоте холостого хода, напряжение показываемое вольтметром должно быть не менее 10 В. Затем, нажимая на педаль газа, увеличивают частоту вращения коленчатого вала двигателя до 4000 об/мин и резко отпускают педаль. До тех пор пока обороты КВ не упадут до 1900 об/мин напряжение, регистрируемое вольтметром, не должно превышать 0,5 В.

Ни в коем случае нельзя использовать вместо вольтметра контрольную лампу. Выходная цепь блока не рассчитана на ток контрольной лампы, и практически однозначно выйдет из строя. Лучше в таком случае использовать светодиод (о том как правильно подключить светодиод рассказывалось в предыдущей главе).

В случае когда известно, что неисправен электронный блок управления, можно установить временную перемычку между его выводами 4 и 6. Что позволит без проблем добраться до места ремонта.

Ниже приведены принципиальные схемы и монтажные платы заводских блоков управления ЭПХХ и разработанные частными авторами принципиальные схемы - способные, в случае самостоятельного изготовления, заменить промышленные образцы.

Многие блоки имеют сходную конструкцию, а по разводке контактов полностью совпадают. Поэтому при необходимости один блок можно заменить на другой, но при обязательном условии: предполагаемый для замены блок должен иметь пороги срабатывания не ниже, чем у заменяемого, иначе после отпущения педали газа (акселератора), двигатель при выходе на холостой ход может заглохнуть. Необходимо отметить, что при такой замене произойдёт некоторое снижение эффективности работы экономайзера. Это связано с ранним возобновлением подачи топлива при торможении двигателем. Поэтому всё же лучше использовать блок управления того же типа (или отремонтировать вышедший из строя) или купленный блок настроить на соответствующие вашему двигателю пороги срабатывания, либо изготовить блок самостоятельно настроив на указанные в таблице 1.3 пороги срабатывания.

Семиштырьковые блоки можно заменять и на четырёхштырьковые (о которых рассказано выше), включив их по схеме приведённой на рис. 1.87.

Модификации блоков отличаются только значениями порогов срабатывания, см. табл. 1.3.

Примечание.

Алгоритм поиска неисправностей в системе управления экономайзером принудительного холостого хода показан на рис. 1.88.

1. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах К425 серии

Внешний вид блоков показан на рис. 1.50 (Внешний вид блоков обычно отличается, лишь маркировкой модификаций и товарным знаком завода производителя).

Принципиальные схемы представлены на рис. 1.51, 1.54, рис. 1.58.

Монтажные платы приведены на рис. 1.52, 1.53, рис. 1.55, 1.56, 1.57 и 1.59.

Характеристики блоков указаны в табл. 1.3.



Рис. 1.50. Внешний вид семиштырьковых блоков управления (масштаб 1:2).

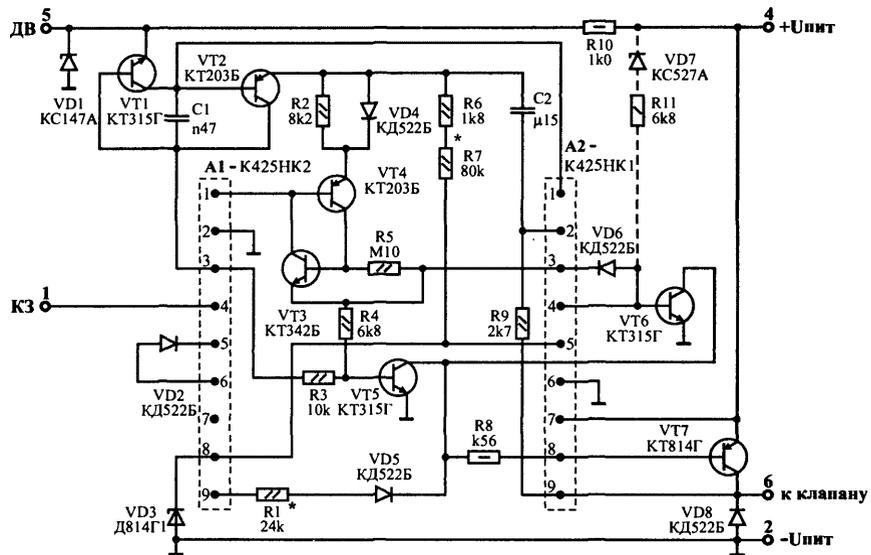


Рис. 1. 51. Принципиальная схема блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций (номиналы деталей приведены для плат представленных на рис. 1.52 и 1.53).

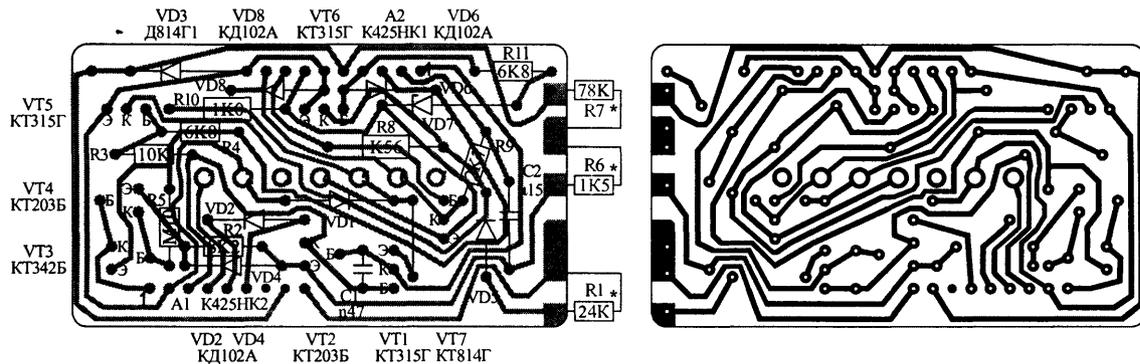


Рис. 1.52. Монтажная плата блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций - вариант 1 (масштаб 1:1).

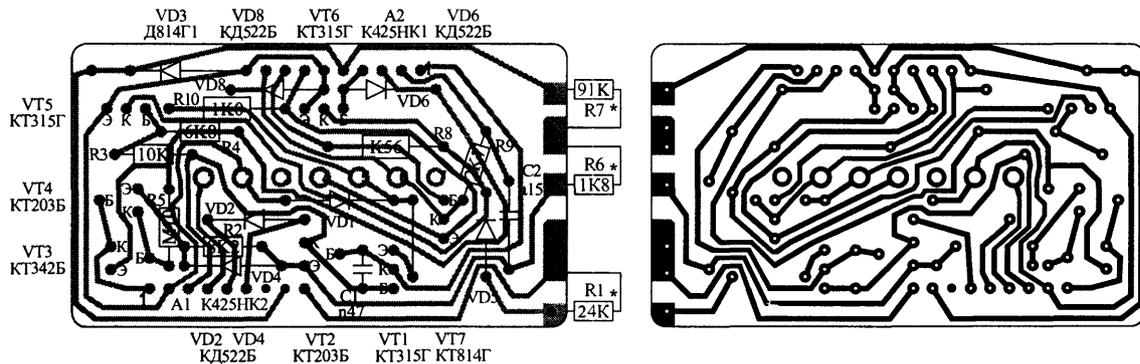


Рис. 1.53. Монтажная плата блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций - вариант 2, в блоке отсутствует цепочка VD7, R11 (масштаб 1:1).

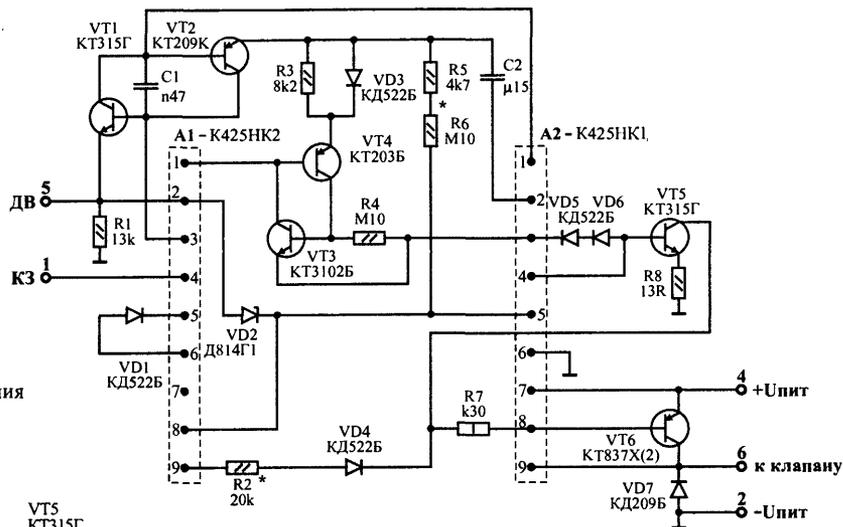


Рис. 1.54. Принципиальная схема блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций (номиналы деталей приведены для плат представленных на рис. 1.55, 1.56, 1.57).

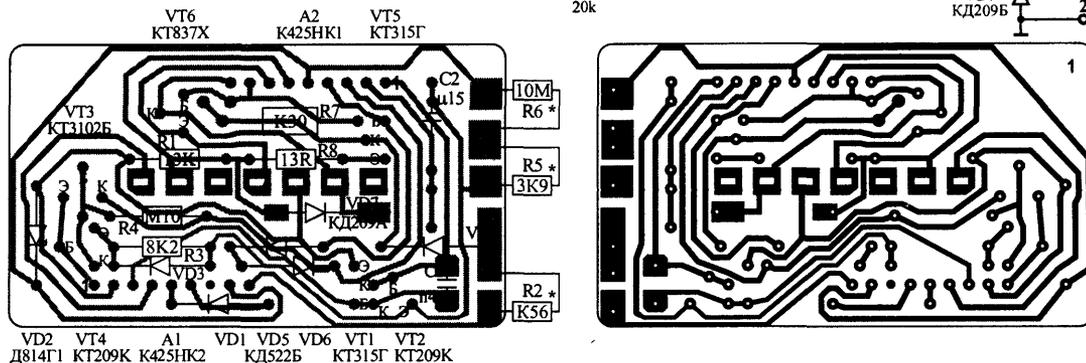


Рис. 1.55. Монтажная плата блока управления 50.3761 - вариант-1 (масштаб 1:1).

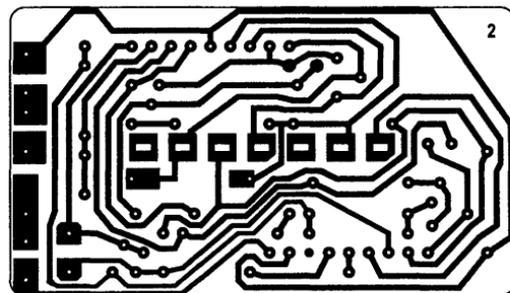
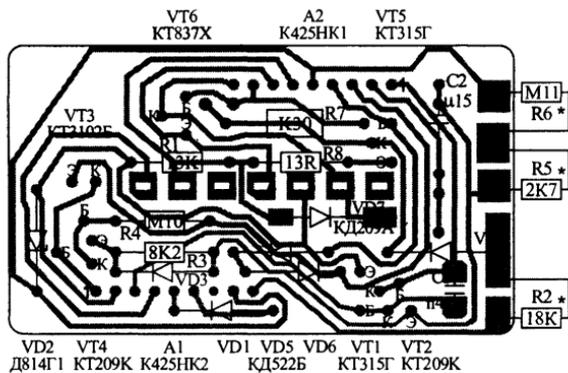


Рис. 1.56. Монтажная плата блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций - вариант 2 (масштаб 1:1).

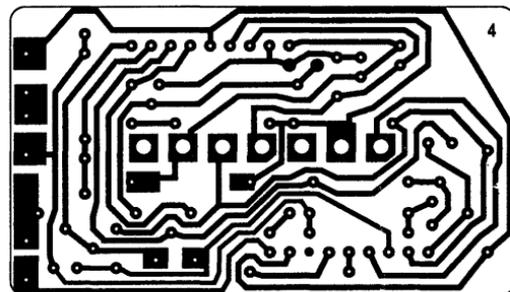
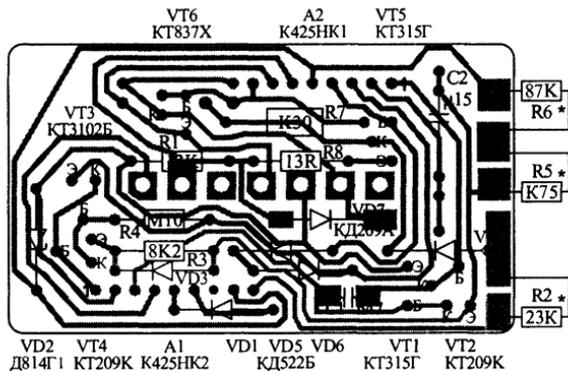


Рис. 1.57. Монтажная плата блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций - вариант 4 (масштаб 1:1).

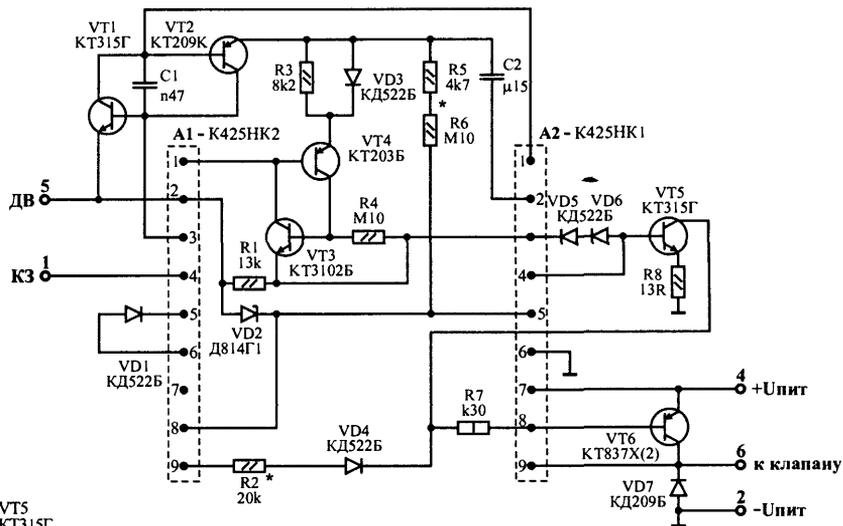


Рис. 1.58. Принципиальная схема блока управления 50.3761 - ТУ 37.459.063-84 и его модификаций (номиналы деталей приведены для платы представленной на рис. 1.59).

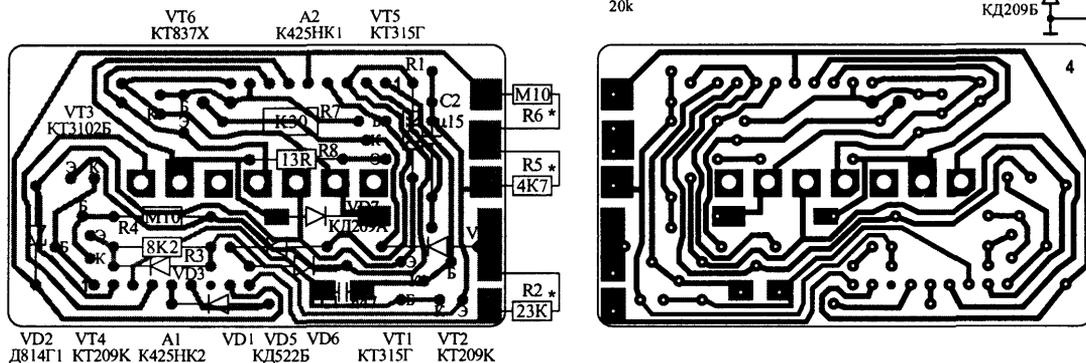


Рис. 1.59. Монтажная плата блока управления 50.3761 - вариант-4 (масштаб 1:1).

2. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах K554 серии



Рис. 1.60. Внешний вид блока 5003.3761

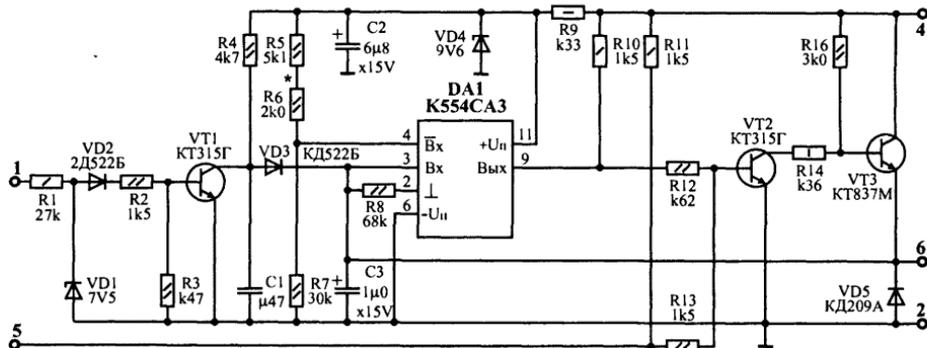


Рис. 1.61. Принципиальная схема блока управления 5003.3761 (ТУ 37.459.063-84).

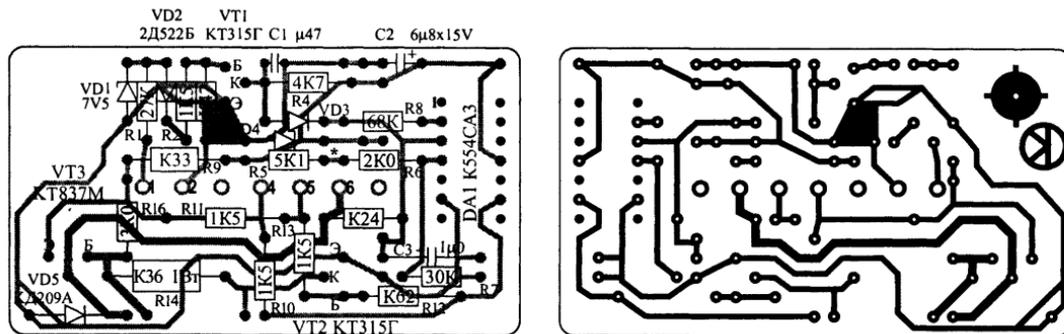


Рис. 1.62. Монтажная плата блока управления 5003.3761 (масштаб 1:1).

3. Электронный блок управления ЭПХХ 50.3761 и его модификации на микросхемах К561 серии

Внешний вид заводских блоков управления показан на рис. 1.50, 1.65, 1.68, 1.71.

Принципиальные схемы заводских блоков представлены на рис. 1.63, 1.66, 1.69, 1.72, 1.74.

Монтажные платы заводских блоков приведены на рис. 1.64, 1.67, 1.70, 1.73, 1.75.

Характеристики блоков указаны в табл. 1.3 (Модификации блоков отличаются только значениями порогов срабатывания).

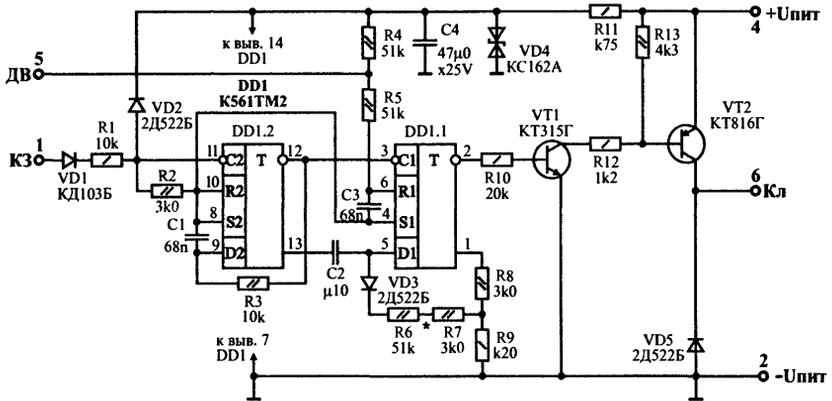


Рис. 1.63. Принципиальная схема блока управления 5003.3761 (ТУ 37.459.063-84).

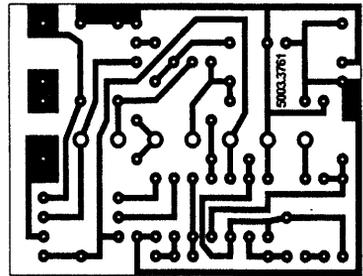
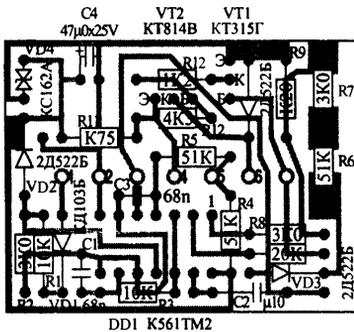


Рис. 1.64. Монтажная плата блока управления 5003.3761 - масштаб 1:1.



Рис. 1.65. Внешний вид блока управления 5003.3761 - масштаб 1:2.

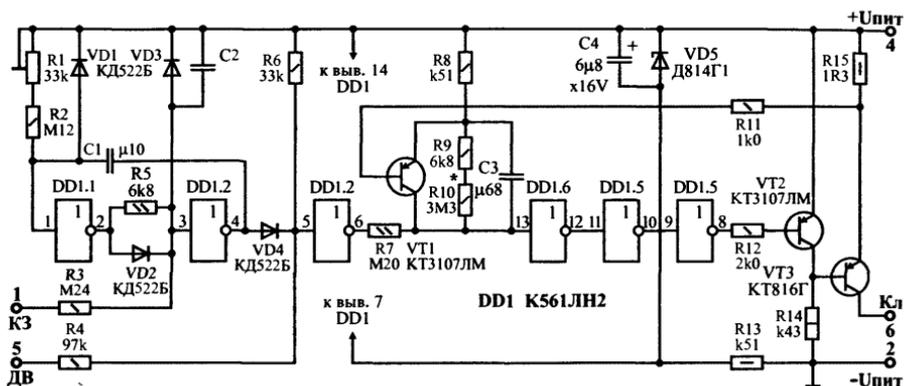


Рис. 1.66. Принципиальная схема блока управления 5003.3761 (ЮАЦИ 468 332 001. ТУ).

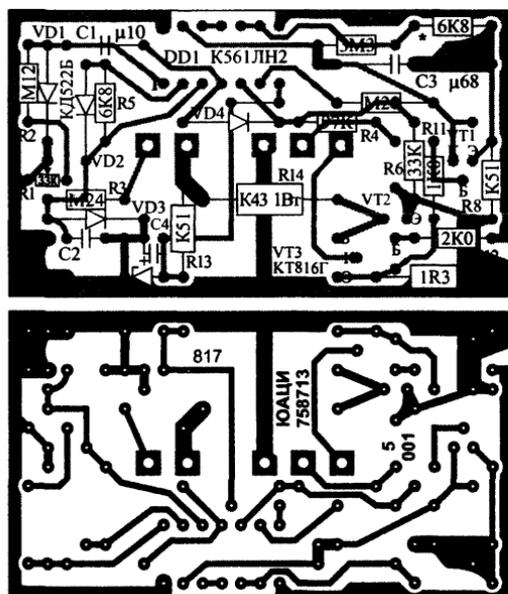


Рис. 1.67. Монтажная плата блока управления 5003.3761 - масштаб 1:1.



Рис. 1.68. Внешний вид блока управления 5003.3761 - масштаб 1:2.

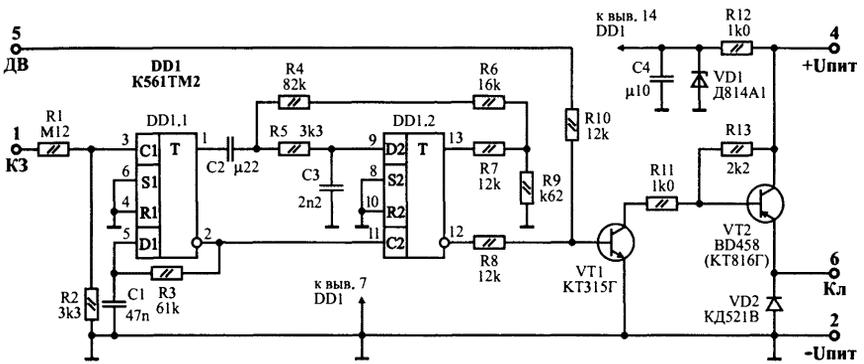


Рис. 1.69. Принципиальная схема БУ ЭПХХ 31.3763 (5003) - ТУ 4573-010-12007355-2000.

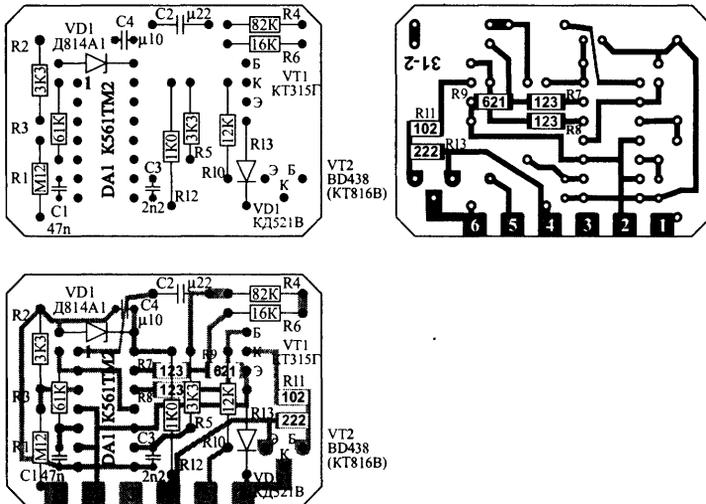


Рис. 1.70. Монтажная плата БУ ЭПХХ 31.3763 (5003) - масштаб 1:1.



Рис. 1.71. Внешний вид БУ ЭПХХ 31.3763 (5003) - масштаб 1:2.

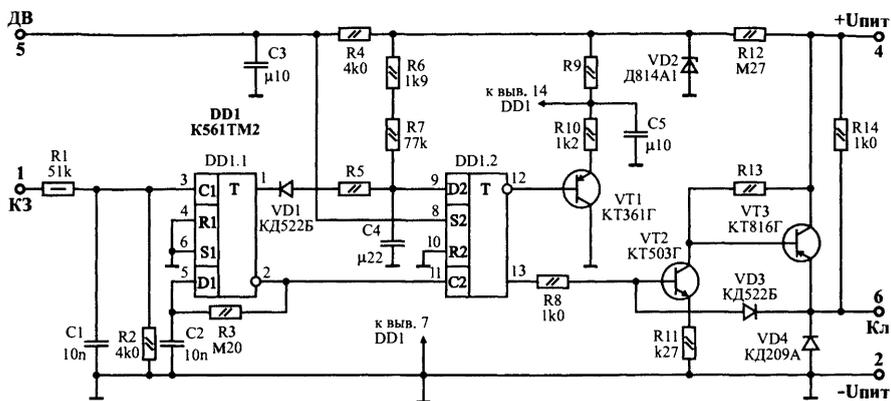


Рис. 1.72. Принципиальная схема блока управления 5013.3763 (ТУ 37.456.063-84).

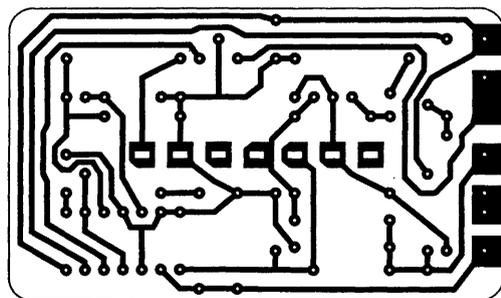
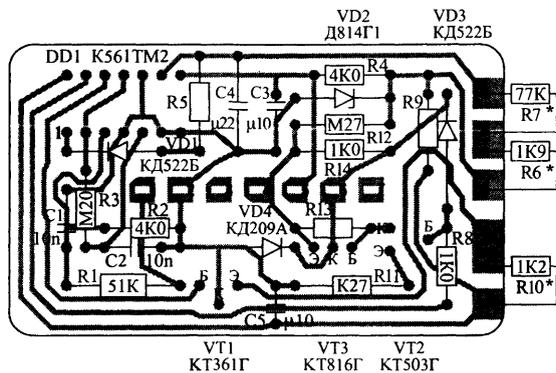


Рис. 1.73. Монтажная плата блока управления 5013.3763 (ТУ 37.456.063-84) масштаб 1:1.

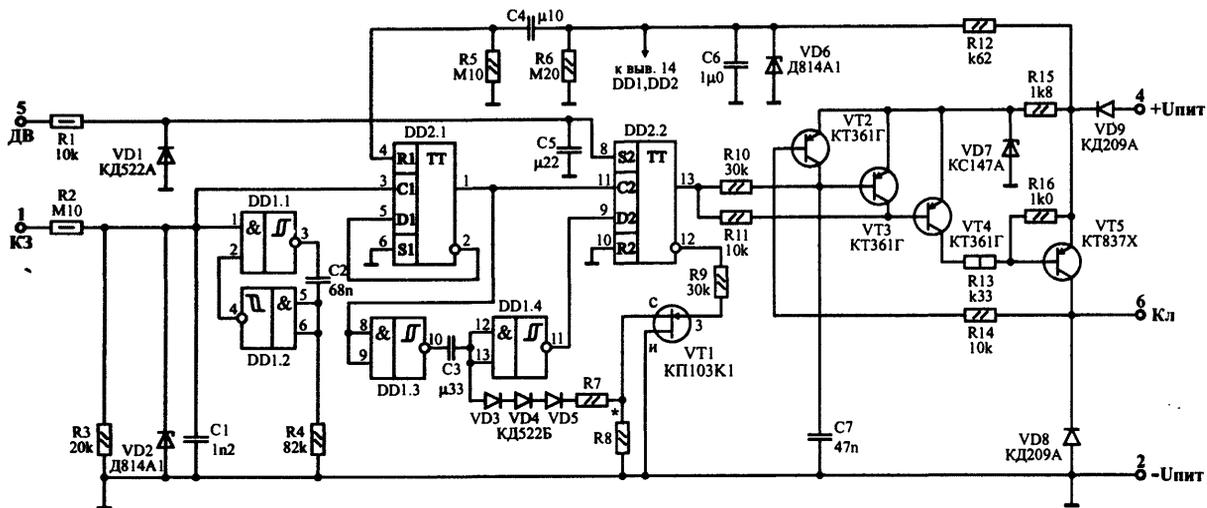


Рис. 1.74. Принципиальная схема блока управления 50.3761 и его модификация (Краснодар, з-д "ЗИП").

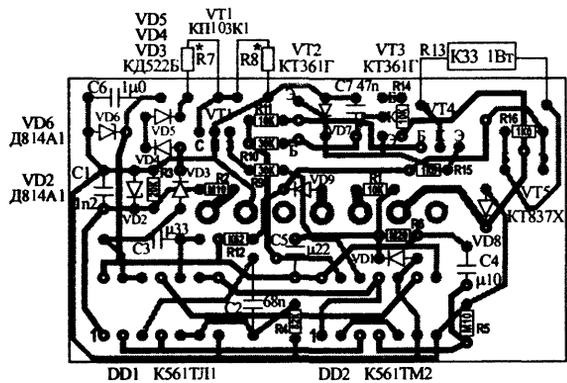
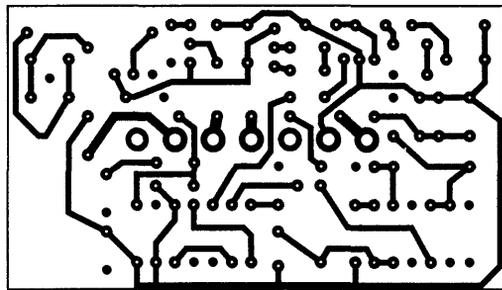
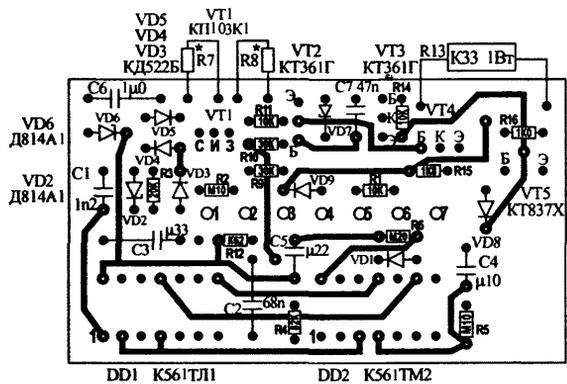


Рис. 1. 75. Монтажная плата блока управления 50.3761 и его модификаций (Краснодар. з-д "ЗИП"), масштаб 1:1.

Аналог блока управления 50.3761 и его модификаций на микросхемах К561 серии

Для замены блока управления 50.3761 можно использовать устройство, схема которого изображена на рис. 1.76.

Порядок работы блока:

Сигнал с катушки зажигания поступает на контакт 1 блока управления. Формирователь, выполненный на диодах VD1, VD2, резисторах R1 + R4, конденсаторах C1 + C4, элементе DD1.1 и триггере DD2.1, преобразует этот сигнал в последовательность импульсов, поступающих на вход С триггера DD2.2. Он предназначен для выделения текущего значения периода повторения Т импульсов системы зажигания. Так как вход D триггера соединен с инверсным выходом, то при поступлении сигнала низкого уровня на вход 5 триггер работает в счетном режиме. При этом на его выходах формируются импульсы длительностью, равной Т, с периодом повторения 2Т. Временные диаграммы, поясняющие работу устройства, показаны на рис. 1.63.

На конденсаторе C5, резисторах R5, R6 и элементе DD2 собран ограничитель длительности импульсов. Пороговая длительность $T_{\text{паузы}}$ между выходными импульсами элемента DD1.1 зависит от параметров времязадающей цепи R5, R6, C5 и равна $\tau = 15,8$ мс (соответствует пороговой частоте вращения 1900 об/мин). Текущая длительность паузы изменяется по следующему закону: $t_n = \tau$ при $T > \tau$ и $t_n = T$ при $T < \tau$. Триггер DD3.1 использован в качестве элемента сравнения периода Т с длительностью t_n .

При нажатой педали акселератора (дроссельная заслонка открыта) контакты датчика-винта разомкнуты, поэтому на вход 2 блока управления сигнала не поступает. При этом триггер DD3.1 находится в состоянии 0 и сравнения величин Т и t_n не происходит, хотя импульсы на выходах триггера DD2.2 и элемента DD1.2 формируются (рис. 1.77-а).

После отпущения педали акселератора (дроссельная заслонка закрыта) контакты датчика-винта замыкаются и начинается процесс сравнения величин Т и t_n . При $T < \tau$ (повышенная частота вращения) триггер DD3.1 удерживается в нулевом состоянии до тех пор, пока не начнет выполняться условие $T > \tau$ (т. е. пока частота вращения коленчатого вала не уменьшится до уровня порога включения). При этом триггер DD3.1 переключится в состояние 1. На этом процесс сравнения величин Т и t_n заканчивается.

Таким образом, описанный процесс сравнения происходит однократно. Его началу предшествует размыкание контактов датчика и последующее их замыкание.

При $T < \tau$ (повышенная частота вращения) после начала процесса сравнения размыкание и замыкание контактов датчика уже не влияют на триггер DD3.1 - он остается в нулевом состоянии (рис. 1.77-б).

При нажатой педали акселератора триггер DD3.2 находится в состоянии 1. После отпущения педали он переключается в состояние 0. Элемент DD1.3 включен так, что сигнал 0 на его выходе появляется при $T < \tau$ лишь в том случае, если предварительно нажатая педаль акселератора отпущена. При этом транзистор VT2 закрыт, обеспечивая отключение подачи топлива в режиме принудительного холостого хода двигателя. В остальных случаях этот транзистор открыт, а подключенный к выходу блока управления электромагнитный клапан включен.

При $T < \tau$ (пониженная частота вращения) размыкание контактов датчика возвращает триггеры DD3.1, DD3.2 соответственно в состояние 1 и 0. Поскольку вход R одного и вход S другого, а также входы С попарно объединены, они переключаются синхронно. Поэтому при многократном нажатии и отпущении педали акселератора в режиме холостого хода двигателя не приводит к появлению на выходе элемента DD1.3 сигнала низкого уровня (рис. 1.77-в), т. е. не происходит ложного отключения подачи топлива.

Известно, что импульсы зажигания формируются недостаточно равномерно. Поэтому в распространенных блоках управления экономайзером при недостаточной величине гистерезиса медленное изменение частоты вращения вблизи порога срабатывания вызывает многократное срабатывание устройства вместо однократного. Введение гистерезиса по частоте вращения служит средством борьбы с этим нежелательным явлением. Связь прямого выхода триггера DD3.1 с входом S триггера DD2.2 и переключение триггера DD3.1 контактами датчика-винта исключает необходимость введения гистерезиса. Поэтому блок управления выполнен только с порогом включения и в этом заключается особенность блока, - что позволяет повысить эффективность работы экономайзера путем ликвидации порога отключения (2100 об/мин), превышающего порог включения на 200 об/мин. Кроме того, упрощается налаживание блока, которое сводится только к подборке резистора R6.

Другая особенность блока управления в принципиальном устранении явления автоколебаний. Это объясняется тем, что при отпущенной педали акселератора отключение подачи топлива может происходить лишь однократно. Для повторного отключения требуется нажать, а затем отпустить педаль акселератора.

Устройство можно собрать в корпусе блока 50.3761. Для повышения температурной стабильности порога включения использован конденсатор К73-9 (С5). Питание микросхем стабилизировано стабилитроном VD4 на уровне около 9 В. Это обеспечивает работоспособность блока управления при изменении напряжения бортовой сети автомобиля в пределах от 10 до 15 В. Конденсаторы С8, С9 и диод VD6 служат для защиты устройства от коммутационных всплесков напряжения в бортовой сети. Цепь R7, R8, С6, С7, VD3 предназначена для защиты устройства от импульсных помех, возникающих на втором входе (вывод 5) блока управления при разомкнутых контактах датчика-винта. Диод VD7 защищает транзистор VT2 от всплеска напряжения самоиндукции при отключении электромагнитного клапана.

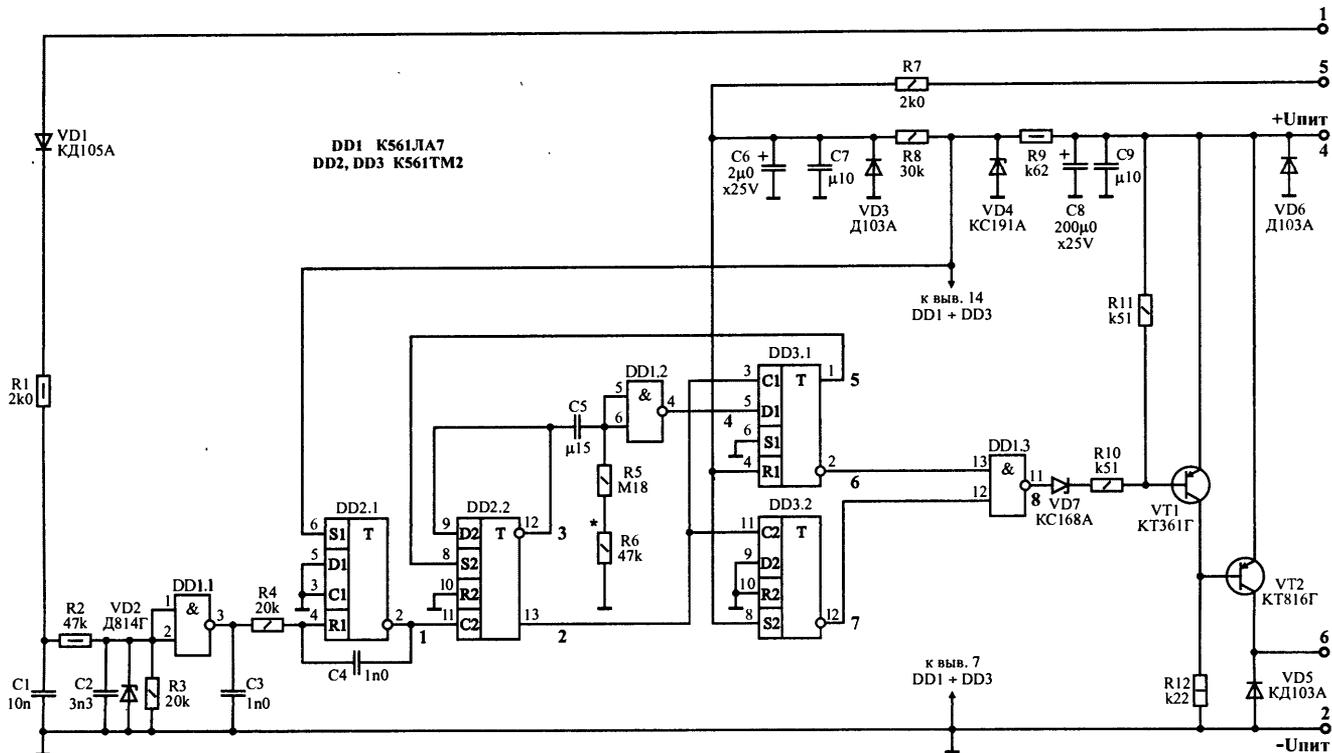


Рис. 1.76. Принципиальная схема аналога блока управления экономайзером.

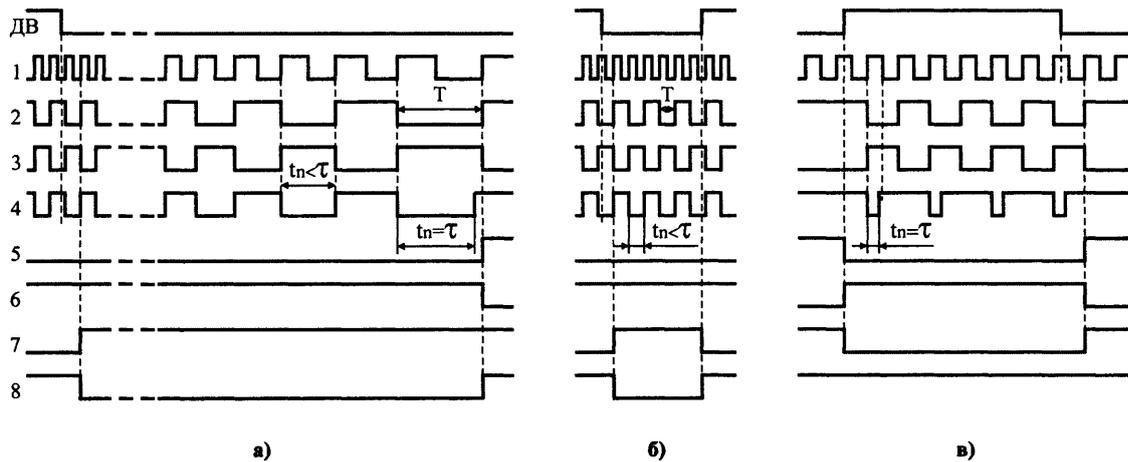


Рис. 1.77. Временные диаграммы, поясняющие работу блока управления (ДВ - сигнал датчика-винта), контрольные точки 1 + 8 выделены на схеме жирными цифрами.

Упрощённый аналог блока управления 50.3761 и его модификаций

Аналог блока управления, описанный выше, не имеет защиты выхода от замыкания на корпус автомобиля. Кроме того, после включения зажигания (до пуска двигателя) блок устанавливается в произвольное состояние (этот недостаток не имеет принципиального значения, однако он неприятен своей непредсказуемостью). Наконец, он сложен, что затрудняет его повторение малоподготовленными радиолюбителями.

Перечисленные недостатки устранены в блоке, собранном по схеме на рис. 1.78 и являющемся аналогом блока 50.3761.

В блоке использована всего одна микросхема. Узел выделения текущего значения периода повторения импульсов построен не на триггерах, период измеряется по интервалу времени между следующими один за другим короткими импульсами. Сравнение длительности импульсов происходит также без помощи триггеров.

Кроме того, здесь отсутствует гистерезис по частоте вращения, а бесконтрольные срабатывания ликвидированы иным способом - однократным переключением в течение каждого торможения двигателем. Этот способ уже хорошо зарекомендовал себя в блоке 1102.3761 управления экономайзером грузовиков ЗИЛ-130 (описание см. на стр. 105), поэтому целесообразно использовать его и на легковых автомобилях. Тем более, что наладить такой блок значительно легче (впрочем, как и выше описанный блок, где применен тот же принцип) - ведь требуется подобрать только один резистор.

Принцип работы блока управления

После включения зажигания (без пуска двигателя) на выходе логического элемента DD1.1 устанавливается высокий уровень и конденсатор C5 заряжается через резистор R7. На выходе элемента DD1.3 при этом будет низкий уровень, а на выходе DD1.4 - высокий. Поэтому транзисторы VT2, VT3 ключевого усилителя открыты и электромагнитный клапан экономайзера включен вне зависимости от состояния элемента DD1.2 (или, иначе говоря, от положения педали акселератора).

Входной формирователь этого блока такой же, как и у описанного выше. При работе двигателя на резисторе R3 выделяются импульсы высокого уровня, фронт которых совпадает с моментом размыкания контактов прерывателя. Цепь C3, R4 укорачивает эти импульсы.

На холостом ходе двигателя педаль акселератора отпущена и контакты датчика-винта (подключенные к выводу 5 блока) замкнуты, поэтому на выходе элемента DD1.2 действует напряжение высокого уровня. Элемент DD1.1 не пропускает на выход импульсов с верхнего по схеме входа (благодаря связи выхода элемента DD1.3 и нижним входом DD1.1), поэтому конденсатор C5 полностью заряжен через резистор R7. На выходе элемента DD1.4 по-прежнему будет высокий уровень, транзисторы VT2, VT3 открыты, а электромагнит клапана экономайзера включен (есть подача топлива через систему холостого хода в карбюраторе).

Если теперь нажать на педаль акселератора (контакты датчика-винта карбюратора «Солекс» разомкнутся и вывод 5 блока будет отключен от корпуса автомобиля), то на выходе элемента DD1.2 появится низкий уровень, но вне зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя на выходе элемента DD1.4 останется высокий уровень к двигателю поступает топливо.

Если же после этого педаль акселератора отпустить при частоте вращения коленчатого вала, превышающей порог включения (для блока 50.3761 это 1900 об/мин.), то на выходе элемента DD1.2 и DD1.3 будет высокий уровень, и элемент DD1.4 переключится - его выходной уровень изменится с высокого на низкий - транзисторы VT2, VT3 закроются и клапан экономайзера остановит подачу топлива. Таким образом, система выявит наличие принудительного холостого хода двигателя.

После прихода на верхний по схеме вход элемента DD1.1 короткого (около 0,7 мс) импульса, сформированного входной цепью, конденсатор C5 быстро разряжается через резистор R8 и диод VD3. После окончания импульса, когда разрядка конденсатора C5 практически завершена, он вновь заряжается, но через резистор R7. Этот процесс идет довольно медленно, поскольку сопротивление резистора R7 велико. При повышенной частоте вращения коленчатого вала конденсатор C5 не успевает зарядиться настолько, чтобы высокий уровень на выходе элемента DD1.3 изменился на низкий. Но после её уменьшения до порогового значения элемент DD1.1 вновь переключается (сигналом на нижний по схеме вход) в состояние низкого уровня на выходе и процесс сравнения длительности импульсов заканчивается. Одновременно на выходе элемента DD1.4 появляется высокий уровень, что приводит к возобновлению подачи топлива в двигатель.

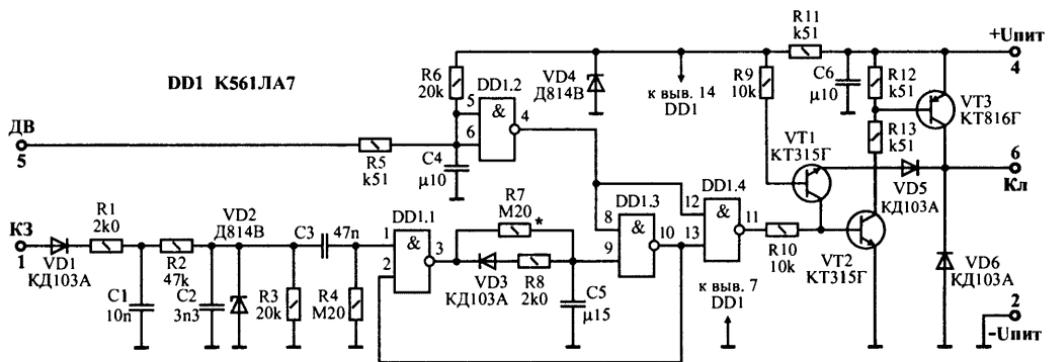


Рис. 1.78. Принципиальная схема упрощенного аналога блока управления экономайзером.

Как уже говорилось выше, из-за того, что место перекрытия подачи топлива встроенным в карбюратор электромагнитным клапаном у «Солекса» находится значительно выше места вывода топливо-воздушной смеси из канала холостого хода. Поэтому при переводе двигателя с принудительного холостого хода на холостой ход приходится возобновлять подачу топлива задолго до момента наступления режима холостого хода. Это необходимо для того, чтобы канал холостого хода карбюратора успел заполниться топливо-воздушной эмульсией, иначе при указанной смене режима двигатель остановится. По этой причине требуемый порог включения электромагнитного клапана оказывается чрезмерно высоким (при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1900 об/мин).

Поскольку порог отключения электромагнитного клапана должен превышать порог включения на $200 \div 300$ об/мин, в блоке управления 50.3761, предназначенном для работы с карбюратором «Солекс», он принят равным 2100 об/мин. Это означает, что экономайзер может прекратить подачу топлива лишь в том случае, если при отпуске педали акселератора частота вращения коленчатого вала превышает 2100 об/мин.

Однако статистика показывает, что весьма высокий процент реальных случаев принудительного холостого хода характеризуется меньшей частотой вращения коленчатого вала. Как уже отмечалось выше, несколько повысить эффект применения экономайзера можно, отказавшись от порога отключения. Однако это является лишь частичным решением данной проблемы.

На рис. 1.79 показан график, характеризующий относительный эффект - применения экономайзера в зависимости от заданного порога включения. График получен экспериментально на автомобиле «Москвич» модели 2140 (при использовании блока управления, не имеющего порога отключения). Эксперимент проводился при движении автомобиля в так называемом городском цикле. Эффект определялся путем регистрации доли времени работы экономайзера относительно суммарного времени поездки по электронному секундомеру, причем длительность работы экономайзера измерялась с дискретностью 0,1 с, а общее время - 10 с.

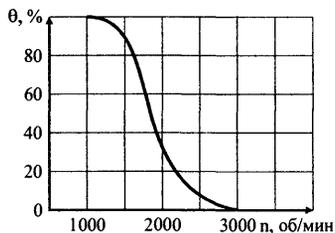


Рис. 1.79. График, характеризующий относительный эффект - применения экономайзера в зависимости от заданного порога включения.

Из графика видно, что при пороге включения $n = 1900$ об/мин эффект применения экономайзера - всего около одной трети от потенциально возможной экономии. Хотя сама экономия топлива, даваемая экономайзером, сравнительно мала, не следует забывать, что это устройство резко снижает токсичность отработавших газов. Поэтому и для сохранения чистоты атмосферы следует стремиться к уменьшению порога включения. Тем более, что при этом одновременно улучшаются тормозные качества двигателя.

Следует отметить, что при пороге включения, равном 1245 об/мин (стандартное значение для упомянутой модели автомобиля), эффект применения экономайзера приближается к 100%. Однако указанные особенности карбюратора «Солекс» заставляют повышать порог включения примерно в 1,5 раза, а значит, идти на заведомое снижение эффекта.

Опыт показывает, что остановка двигателя при низком пороге включения возможна лишь в том случае, когда при снижении частоты вращения в режиме принудительного холостого хода трансмиссия разомкнута. При этом частота вращения вала двигателя уменьшается очень быстро. Можно было бы измерять угловое замедление коленчатого вала, и при большом значении замедления обеспечивать высокий порог включения, а при малом - низкий. Однако неравномерность следования импульсов системы зажигания делает эту идею практически неосуществимой.

Вместе с тем существует весьма простое решение проблемы. Действительно, необходимо иметь два порога срабатывания: верхний $п_{вкл}$ и нижний $п_{откл}$. Однако измерять замедление вала вовсе необязательно. Достаточно в режиме принудительного холостого хода после того, как

частота вращения снизится до уровня Поткл, возобновлять подачу топлива на короткий отрезок времени t_n (около 1с), а затем снова прекращать её (разумеется, если этот режим движения ещё длится). При снижении частоты вращения вала до уровня Пвкл должно происходить окончательное возобновление подачи топлива.

Принципиальная схема блока управления экономайзером, реализующего описанный принцип работы, показана на рис. 1.80. Блок разработан на основе первой схемы из упомянутых выше аналогов блоков управления (см. стр. 76), собранных на микросхемах K561 серии.

Сигнал с катушки зажигания здесь также поступает на вывод 1 блока управления, и на инверсном выходе триггера DD2.1 возникает последовательность импульсов той же частоты, что и у импульсов системы зажигания.

Триггер DD2.2 предназначен для выделения периода T их повторения. При низком уровне на входе S2 этого триггера он работает в счетном режиме в следствие наличия связи его входа D2 с инверсным выходом. При этом на выходе триггера DD2.2 формируются импульсы длительностью, равной T , причем период их повторения равен $2T$.

На конденсаторе C5, резисторах R5, R6 и логическом элементе DD1.2 выполнен формирователь образцовых интервалов времени, задающий значение пвкл (его устанавливают подборкой резистора R6). Такой же формирователь собран на конденсаторе C6, резисторах R7, R8 и элементе DD1.3. Он задает значение Поткл (устанавливают подборкой резистора R8).

Триггеры DD3.1 и DD4.1 сравнивают период T с длительностью паузы между импульсами соответственно на выходе элементов DD1.2 и DD1.3. Сравнение происходит так же, как в устройстве из упомянутой статьи.

Формирователь, построенный на конденсаторе C9, резисторах R11, R12 и элементе DD5.4, служит для задания интервала времени t_n (около 1с).

При нажатой педали акселератора (дроссельная заслонка открыта) контакты датчика-винта разомкнуты, поэтому вывод 5 блока управления свободен (отключен от корпуса). При этом триггеры DD3.1, DD4.1 и DD3.2, DD4.2 блокированы соответственно в состоянии 0 и 1. На выходе элементов DD1.4, DD5.4 и DD5.1 будет присутствовать высокий уровень, поэтому на выходе элемента DD5.3 также высокий уровень, а значит, транзистор VT2 будет открыт и топливо беспрепятственно протекает через электромагнитный клапан карбюратора.

Из-за нажатия на педаль акселератора частота вращения вала двигателя в этой или иной мере повышена - это зависит от глубины нажатия на педаль и нагрузки на двигатель - по сравнению с её значением в режиме холостого хода двигателя. Если теперь педаль акселератора отпустить, то возможны три варианта реакции блока в зависимости от исходной частоты вращения коленчатого вала в момент отпущения педали.

Вариант 1: $n < 1245 \text{ об/мин} = \text{пн}$. При этом триггеры DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2 переключатся в противоположное состояние. На выходе каждого из элементов DD1.4, DD5.4 и DD5.1 останется тот же уровень, что и при нажатой педали акселератора. Поэтому на выходе элемента DD5.1 по-прежнему будет высокий уровень и подача топлива не прекратится.

Вариант 2: $1245 \text{ об/мин} < n < 1900 \text{ об/мин} = \text{пв}$. При этом триггер DD3.1 останется в том же состоянии, что и при нажатой педали акселератора, а триггеры DD3.2, DD4.1, DD4.2 переключатся в противоположное состояние. На выходе элемента DD1.4, а значит, и на выходе элемента DD5.4 останется высокий уровень. На выходе элемента DD5.1 появится уровень 0, поэтому на выходе элемента DD5.3 также будет низкий уровень. Это соответствует прекращению подачи топлива.

После снижения частоты вращения вала до 1245 об/мин триггер DD3.1 переключится в единичное состояние. При этом на выходе элемента DD5.3 также будет высокий уровень, что соответствует возобновлению подачи топлива.

Вариант 3: $n < 1900 \text{ об/мин}$. При этом триггер DD3.2 переключится в состояние, противоположное тому, в котором он был при нажатой педали акселератора, а триггеры DD3.1, DD4.1, DD4.2 останутся в том же состоянии. На выходе элементов DD1.4, DD5.1 появится низкий уровень, а на выходе DD5.4 - по-прежнему высокий. Поэтому на выходе элемента DD5.3 будет низкий уровень, соответствующий прекращению подачи топлива.

После снижения частоты вращения вала до 1900 об/мин триггер DD4.1, а за ним и DD4.2 переключатся в противоположное состояние. Это приведет к появлению на выходе элемента DD1.4 уровня 1, а на выходе DD5.4 - 0. Поэтому на выходе элемента DD5.3 появится высокий уровень, одновременно возобновится подача топлива.

Через 1 секунду на выходе элемента DD5.1 снова появится сигнал 1, поэтому на выходе элемента DD5.4 высокий уровень сменится на низкий, подача топлива будет вновь прекращена.

После снижения частоты вращения вала до 1245 об/мин триггер DD3.1 переключится в единичное состояние. При этом на выходе элемента DD5.1 появится уровень 1, что соответствует, теперь уже окончательно - возобновлению подачи топлива.

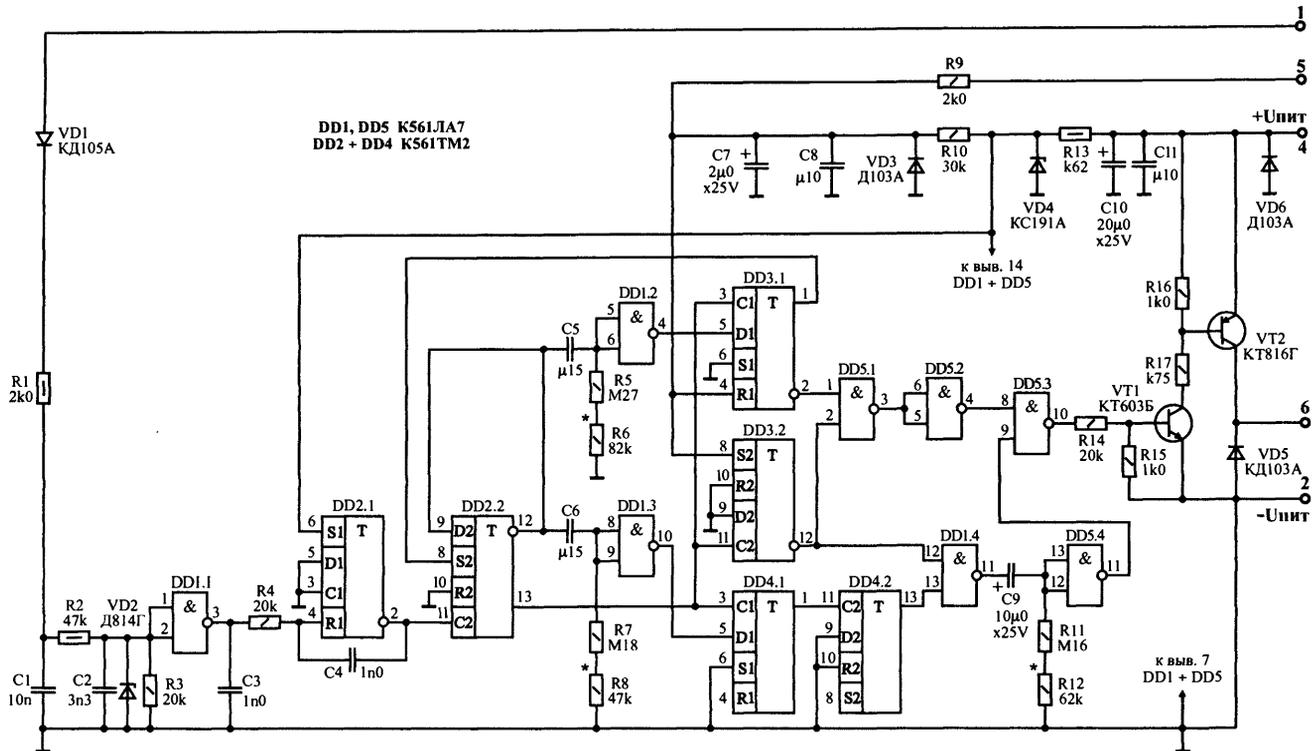


Рис. 1.80. Принципиальная схема усовершенствованного блока управления экономайзером.

Триггеры DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2 могут переключаться лишь синхронно. С одной стороны, либо вход R, либо вход S каждого из них объединены между собой, поэтому при нажатой педали акселератора они блокируются в том или ином состоянии одновременно; с другой стороны при отпущенной педали акселератора (при замкнутом на корпус выводе 5 блока управления) их переключение по входу С может происходить лишь при появлении фронта импульса на выходе триггера DD2.2. Тем самым исключается всякая возможность появления на выходе блока управления ложных импульсов из-за воздействия на педаль акселератора.

Связь между выходом триггера DD3.1 и входом триггера DD2.2 обеспечивает однократное переключение первого из них при отпущенной педали акселератора. Благодаря этому при n , близком к 1245 об/мин, отсутствуют многократные переключения электромагнитного клапана, вызванные неравномерностью следования импульсов системы зажигания. С той же целью введен триггер DD4.2, который после отпущения педали акселератора также может срабатывать лишь однократно (вследствие связи его входа D2 с корпусом). Поэтому при n , близком к 1900 об/мин, несмотря на то, что триггер DD4.1 может переключаться несколько раз, первое его переключение в единичное состояние приводит к переключению триггера DD4.2 в состояние 0, благодаря чему обеспечивается четкая работа электромагнитного клапана. Все это избавляет от необходимости введения «гистерезиса» по частоте вращения.

Более подробно взаимодействие узлов можно проследить по таблице 1.6, где указано состояние выходов триггеров и логических элементов в зависимости от положения педали акселератора и частоты вращения КВ двигателя.

Табл. 1.6. Состояние выходов триггеров и логических элементов в зависимости от положения педали акселератора и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Уровень сигнала на выходе микросхем	Педаль акселератора				
	Нажата	Отпущена			
	При частоте вращения коленчатого вала двигателя, об/мин				
	Любой	Менее 1245	Более 1245 но менее 1900	1900	Более 1900
DD3.1, выход 1	0	1	0	0	0
DD3.1, выход 2	1	0	1	1	1
DD3.2, выход 12	0	1	1	1	1
DD4.1, выход 1	0	1	1	1	0
DD4.2, выход 13	1	0	0	0	1
DD5.1	1	1	0	0	0
DD5.2	0	0	1	1	1
DD1.4	1	1	1	1	0
DD5.4	1	1	1	0	1
DD5.3	1	1	0	1	0

На рис. 1.81 показаны тахограммы, поясняющие процесс возобновления подачи топлива при использовании экономайзера с описанным блоком управления. При выключенной трансмиссии частота вращения вала снижается очень быстро (около 900 об/мин за 1 с). Поэтому её уменьшение от 1900 до 1245 об/мин происходит быстрее, чем за секунду. При этом фактический порог возобновления подачи топлива будет равным 1900 об/мин. Сопротивление резистора R10 должно быть выбрано так, чтобы при указанном переходном процессе не наблюдалось бы повторного срабатывания электромагнитного клапана (при $n = 1245$ об/мин). Подборку следует вести при хорошо прогретом двигателе, когда угловое замедление коленчатого вала будет минимально. При этом блок управления должен быть подключен к клапану, поскольку экономайзер оказывает влияние на тормозные качества двигателя (при его работе угловое замедление увеличивается).

При замкнутой трансмиссии частота вращения вала двигателя в режиме принудительного холостого хода снижается весьма медленно. Поэтому после её уменьшения до 1900 об/мин будет происходить кратковременное, а после снижения до 1245 об/мин - окончательное возобновление подачи топлива. Длительность кратковременного импульса по сравнению с продолжительностью этого режима, как правило, очень мала, значит, фактический порог возобновления подачи топлива будет равен 1245 об/мин.

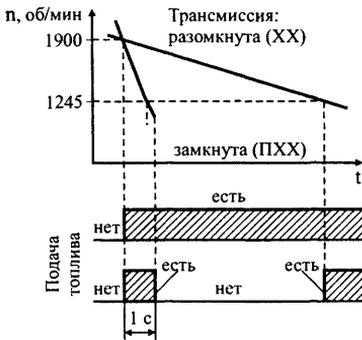


Рис. 1.81. Тахограммы, поясняющие процесс возобновления подачи топлива при использовании системы ЭПХХ с описанным блоком управления.

Кратковременное возобновление подачи топлива в режиме длительного торможения двигателем, конечно, приводит к некоторым потерям топлива. Однако эти потери незначительны, зато обеспечивается готовность карбюратора и впускного трубопровода двигателя к последующему возобновлению подачи топлива.

Как было показано выше, если при переходе в режим принудительного холостого хода частота вращения коленчатого вала двигателя будет меньше 1900 об/мин, то возобновление подачи топлива произойдет при нижнем пороге включения. Однако этот случай не является критичным с точки зрения непредвиденной остановки двигателя. Хотя такие ситуации встречаются часто, обычно они непродолжительны и не приводят к заметному осушению впускного трубопровода и охлаждению цилиндров двигателя. Поэтому после них переход двигателя на холостой ход происходит без проблем.

Следует иметь в виду, что чрезмерно большая длительность кратковременного топливного импульса вредна не только с точки зрения экономии топлива, но и потому, что при езде с недостаточно прогретым двигателем приводит к неприятным хлопкам в выпускном тракте двигателя. Это объясняется тем, что при возобновлении подачи топлива в цилиндры двигателя вначале попадает обедненная топливо-воздушная смесь, которая не может воспламениться и выбрасывается в выпускной тракт. Если длительность t_n велика, то начавшиеся затем вспышки в цилиндрах поджигают эту порцию смеси, которая сгорает с легким хлопком. По указанным причинам длительность топливного импульса должна быть минимально необходимой.

В заключении укажем, что подобный блок управления целесообразно применять и в системе, в которой используется электромагнитный клапан, предназначенный для отключения подачи топлива после выключения зажигания. При необходимости пороги срабатывания могут быть подобраны опытным путем.

Модернизированный аналог блока управления 50.3761 и его модификаций

Аналог блока управления 50.3761 описанный в первой статье (стр. 76), по сравнению с заводским, обеспечивает лучшую топливную экономичность, поскольку возобновляет подачу топлива при меньшей частоте вращения КВ. Однако он довольно сложен для повторения.

Упрощенный аналог блока управления собран всего на одной микросхеме (стр. 80), но он не может снизить потребление топлива в такой же мере, как первый блок.

На рис. 1.82 представлена схема блока, разработанная на основе упрощенного блока управления, в которой за счёт некоторого усложнения простыми средствами реализованы преимущества первого блока управления.

Модернизированный блок собран на трёх микросхемах, в нём не использованы триггеры, которые на автомобиле могут давать сбои из-за высокого уровня помех.

Входная RCD-цепь (резисторы R2, R4, R5, конденсаторы C1, C3, диод VD1, стабилитрон VD2) - традиц. Она формирует из импульсов сложной формы, возникающих на катушке зажигания, однократные положительные импульсы. Период T (в миллисекундах) их повторения, как известно, связан с частотой вращения n (в об/мин.) коленчатого вала двигателя зависимостью $T = 30\,000/n$. Поэтому верхнему порогу включения (1900 об/мин.) будет соответствовать период 15,8 мс, а нижнему (1245 об/мин.) - 24,1 мс.

На логических элементах DD1.1, DD1.3 и DD1.2, DD1.4 собраны формирователи, настроенные на интервалы времени 24,1 и 15,8 мс соответственно. Формирователи запускаются импульсами с периодом T через дифференцирующие цепи C4, R6 и C5, R7. Логический элемент DD2.1 включен инвертором. На его выходе низкий уровень напряжения, когда педаль акселератора нажата, и высокий, когда отпущена. В первом случае формирователи не работают, во втором они сравнивают период T со значениями 15,8 и 24,1 мс соответственно. Результат этого сравнения снимают с выхода элементов DD2.2 и DD3.1 соответственно.

Так, при нажатой педали акселератора на выходе обоих формирователей высокий уровень напряжения. А при отпущенной педали на выходе элемента DD2.2 (DD3.1) высокий уровень, если $T < 15,8$ мс ($< 24,1$ мс), и низкий, если $T > 15,8$ мс ($> 24,1$ мс). Сигнал с выхода элемента DD3.1 подведен к верхнему по схеме входу элемента DD2.4 через инвертор DD2.2. На нижний вход элемента DD2.4 поступает сигнал с выхода элемента DD3.3, на котором совместно с элементом DD2.3 выполнен ещё один формирователь, настроенный на интервал времени 1 с.

Сигнал с выхода элемента DD2.4, усиленный по току, управляет работой электромагнитного клапана. Усилитель тока, собранный на транзисторах VT2, VT3, работает в переключательном режиме. Транзистор VT1 вместе с диодами VD7, VD8 составляют узел, защищающий мощный транзистор VT3 при случайном замыкании выхода блока управления на корпус автомобиля; работа этого узла подробно описана в (2).

При нажатой педали акселератора на выходе элемента DD2.1 присутствует низкий уровень, поэтому на выходе элемента DD3.1 - высокий уровень, а DD3.2 - низкий. Следовательно, на выходе элемента DD2.4 будет высокий уровень, транзисторы VT2, VT3 открыты и привод электромагнитного клапана в карбюраторе «Солекс» включен (клапан открыт).

Если же теперь педаль акселератора отпустить, то реакция блока управления на это действие будет зависеть от достигнутой к этому моменту частоты вращения и скорости её снижения после отпуска педали.

Так, при $n > 1900$ об/мин и замкнутой трансмиссии машины (т. е. когда n уменьшается, а значит, T увеличивается сравнительно медленно) порядок будет следующим. Сперва конденсаторы C6 и C7 не успевают зарядиться (соответственно через резисторы R8 и R11) полностью. Поэтому на выходе элементов DD1.1 и DD1.2 действует импульсный сигнал, а на выходе элементов DD1.3 и DD1.4 пока высокий уровень. Это означает, что на выходе элементов DD2.2 и DD3.1 низкий уровень, а DD3.2 и DD3.3 - высокий. Следовательно, на выходе элемента DD2.4 присутствует низкий уровень, транзисторы VT2, VT3 закрыты, и электромагнитный клапан закрыт.

После уменьшения частоты вращения до 1900 об/мин конденсатор C6 из-за увеличения периода T успевает зарядиться настолько, что на выходе элемента DD1.4 появляется импульс низкого уровня. В результате действия обратной связи этого выхода с нижним входом элемента DD1.2 на его выходе вместо импульсного сигнала появляется высокий уровень (конденсатор C6 заряжается полностью), а на выходе элемента DD1.4 остается низкий уровень.

Значит, на выходе элемента DD2.2 возникает высокий уровень, приводящий к срабатыванию формирователя на элемент DD2.3, DD3.3, и приблизительно на 1 секунду высокий уровень на выходе элемента DD3.3 сменяется низким. Иначе говоря, на выходе элемента DD2.4 появляется импульс высокого уровня длительностью в 1 секунду, приводящий к кратковременному открытию транзисторов VT2, VT3 и клапана в карбюраторе. По окончании этого импульса транзисторы снова закрываются.

Но при дальнейшем уменьшении частоты вращения до уровня 1245 об/мин период T увеличивается уже настолько, что вследствие зарядки конденсатора C7 на выходе элементов DD1.1 и DD1.3 появляются высокий уровень (конденсатор C7 заряжается полностью) и низкий соответственно. В результате действия обратной связи, как и в предыдущем случае, на выходе элемента DD2.4 будет постоянный высокий уровень, а транзисторы VT2, VT3 будут открыты (клапан включен).

Когда же после отпуска педали акселератора частота вращения более 1900 об/мин, но уменьшается быстро (трансмиссия разомкнута), то время за которое она достигнет 1245 об/мин, будет меньше 1 секунды. Поэтому срабатывание формирователя на элементах DD1.1, DD1.3 происходит до окончания этой выдержки. Следовательно клапан в карбюраторе «Солекс» в этой неблагоприятной ситуации - двигатель может остановиться - будет включен при 1900 об/мин, (а не при 1245 об/мин).

Если же в момент отпускания педали акселератора частота вращения более 1245 об/мин, но менее 1900 об/мин, то срабатывать будет лишь формирователь на элементах DD1.1, DD1.3. То есть включение клапана будет происходить при 1245 об/мин.

Реакция блока управления на положение педали акселератора и частоту вращения коленчатого вала двигателя представлена в таблице 1.7.

Более подробно познакомиться с принципом работы подобного (но более сложного) блока управления и его регулировкой можно в статье, в которой описан первый аналог блока управления.

Табл. 1.7. Состояние выходов триггеров и логических элементов в зависимости от положения педали акселератора и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Уровень сигнала на выходе микросхем	Педаль акселератора				
	Нажата	Отпущена			
	При частоте вращения коленчатого вала двигателя, об/мин				
	Любой	Менее 1245	Более 1245 но менее 1900	1900	Более 1900
DD2.1	0	1	1	1	1
DD1.2	И	1	1	1	И
DD1.4	1	0	0	0	1
DD2.2	1	1	1	1	0
DD2.3	0	0	0	1	1
DD3.3	1	1	1	0	1
DD1.1	И	1	И	И	И
DD1.3	1	0	1	1	1
DD3.1	1	1	0	0	0
DD3.2	0	0	1	1	1
DD2.4	1	1	0	1	0

Примечание.

И - импульсный сигнал при работающем двигателе. При неработающем двигателе, но включённом зажигании, здесь уровень 1.

Число микросхем в этом блоке можно уменьшить до двух. Элементы DD2.3, DD2.4, конденсатор С8 и резисторы R11, R12 должны быть в этом случае соединены несколько иначе (рис. 1.82-б). Взамен микросхемы DD3 добавлены два диода - VD9, VD10 и резистор R19.

Работает этот вариант блока почти так же. Разница лишь в том, что вместо двух логических элементов DD3.1, DD3.3 здесь использовано устройство совпадения на диодах VD9, VD10 и резисторе R19. К тому же в формирователе односекундной выдержки взамен двух элементов (DD2.3, DD3.2) с интегрирующей цепью использован один элемент (DD2.3) с дифференцирующей цепью. Диод VD5 не нужен, поэтому изъят.

Блок 501.3761 (и его разновидность 5013.3761) предназначен для работы с карбюраторами «Солекс» на некоторых моделях машин ВАЗ. Отличие его от блока 50.3761 состоит в том, что он реализует порог отключения 1900 об/мин, а порог включения равен 1700 об/мин.

Поскольку в блоке по схеме на рис. 1.82 порог отключения не используется, при установке его вместо блока 501.3761 резистор R6 (определяющий «верхний» порог включения) должен иметь сопротивление примерно 240 кОм, а сопротивление резистора R11 (задающего выдержку времени 1 с) следует, наоборот, немного уменьшить, поскольку уменьшение частоты вращения от 1700 до 1245 об/мин происходит быстрее (чем от 1900 об/мин).

Принципиальная схема и монтажная плата заводского блока управления 5013.3761 собранного на микросхеме КР1086 серии, представлены на рис. 1.85, 1.86.

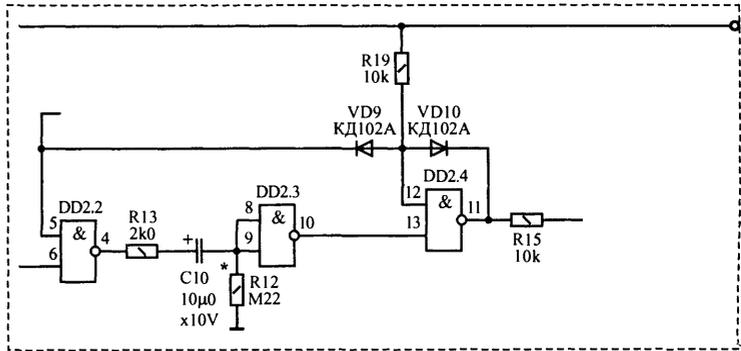
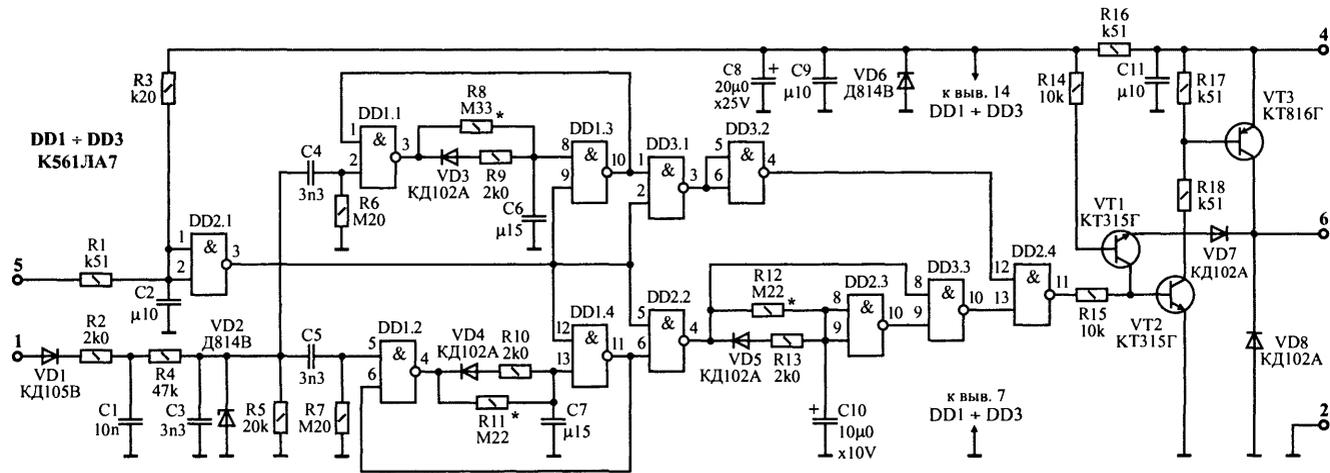


Рис. 1.82. Принципиальная схема модернизированного блока управления экономайзером.

Унифицированный аналог блока управления 502.3761 и его модификаций

Что касается блока 502.3761 (или 5023.3761), то он предназначен для работы на автомобиле АЗЛК - 21412 с карбюратором «Озон». Дело в том, что в последнее время большинство «Москвичей» комплектуют «Озоном». И если на машинах АЗЛК - 2141 (с «вазовским» двигателем) устанавливают блок управления 25.3761, подключенный по традиционной для «Озона» схеме (рис. 1.2), а на АЗЛК - 21412 (с «суфимским» двигателем) с «Солексом» - по присущей этому карбюратору схеме (рис. 1.46), то на той же машине АЗЛК - 21412, но уже с «Озоном», схема подключения блока экономайзера (рис. 1.25) лишь напоминает ту и другую. Здесь вывод 5 блока (502.3761) постоянно соединен с корпусом машины. Установленный на карбюраторе «Озон» микропереключатель SF1 напрямую коммутирует обмотку пневмоэлектрклапана.

В блоке 502.3761 порог отключения задан равным 1500 об/мин, а включения - 1245 об/мин, то есть для «Озона» вопрос о снижении порога включения не стоит. Но у способа его подключения и у самого «озоновского» блока управления есть ряд недостатков.

Так, непосредственная коммутация обмотки клапана Y1 контактами микропереключателя SA1 довольно быстро их разрушает. Кроме того, наличие порога отключения не позволяет использовать резерв экономии топлива. Наконец, в этой системе не исключен автоколебательный режим работы двигателя, при котором во время движения на малой скорости происходят неожиданные для водителя рывки.

Этих недостатков не будет, если взамен блока 502.3761 использовать с «Озоном» самодельный блок по схеме на рис. 1.83, а подключить его по схеме на рис. 1.84. В этом варианте микропереключатель подключен к выводу 5 блока.

Блок управления выполнен на базе упрощенного блока управления, описанного выше; он собран всего на одной микросхеме, причем без применения триггеров. При нажатой педали акселератора контакты микропереключателя замкнуты, поэтому на выходе элемента DD1.2 (рис.4) низкий уровень. Значит, на выходе элемента DD1.4 высокий уровень, транзисторы VT2, VT3 открыты, электромагнитный клапан также открыт. На выходе элемента DD1.3 - высокий уровень, а на выходе элемента DD1.1 действует импульсный сигнал.

Отпускание педали акселератора размыкает контакты микропереключателя и на выходе элемента DD1.2 низкий уровень сменяется высоким. Если частота вращения коленчатого вала ω 1245 об/мин ($T = 24,1$ с), то на выходе элемента DD1.3 остается высокий уровень. Значит, на выходе элемента DD1.4 появляется низкий уровень, транзисторы VT2, VT3 и клапан закрываются. После уменьшения частоты вращения до 1245 об/мин на выходе элемента DD1.3 появится низкий уровень, а DD1.4 высокий. При этом клапан снова откроется.

Точно так же можно доработать и блоки с четырёхконтактным разъёмом, настроив резистором R7 порог включения в соответствии с табл. 1.2. Укажем лишь, что параметры блока 2523.3761 (для машин Ижевского автозавода) те же, что и блока 252.3761. Следует иметь в виду, что вместо выводов 1, 2, 4 и 6 разъёма по рис. 1.70 в этих блоках следует использовать соответственно выводы 4, 3, 2 и 1. Провод от микропереключателя SF1, к 5 выводу, придется ввести в блок отдельно, минуя разъём.

После этой доработки блока не только повысится экономия горючего, но и увеличится срок службы микропереключателя. Кроме этого, такой типичный дефект механизма карбюратора «Озон», как западание толкателя его микропереключателя, теперь не приведет к появлению рывков машины вследствие автоколебаний. В заключение следует подчеркнуть, что включить так (рис. 1.84) стандартный блок 502.3761 нельзя - он выйдет из строя.

Примечание.

Для того, чтобы существенно уменьшить влияние импульсных помех на работу электронного блока экономайзера, необходимо цепь питания каждой микросхемы шунтировать керамическим конденсатором ёмкостью 47п + 68п, монтируемым на плате вблизи микросхемы (лучше всего конденсатор припаять непосредственно к выводам питания микросхемы).

Кроме этого, для той же цели стабилитрон цепи питания микросхем в каждом блоке (VD4 схема на рис. 1.69, например) следует шунтировать двумя конденсаторами: оксидным ёмкостью 20µ0 на напряжение 25 В и керамическим ёмкостью 47п + µ10.

Указанные меры целесообразно применять во всех устройствах, особенно цифровых, предназначенных для работы на автомобиле.

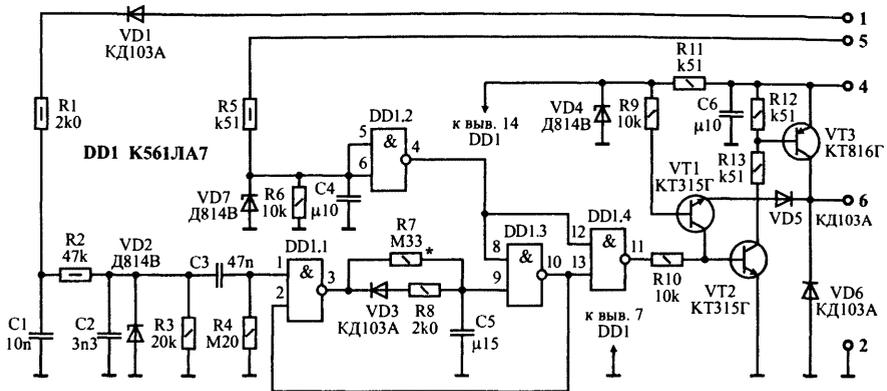


Рис. 1.83. Принципиальная схема унифицированного блока управления экономайзером.

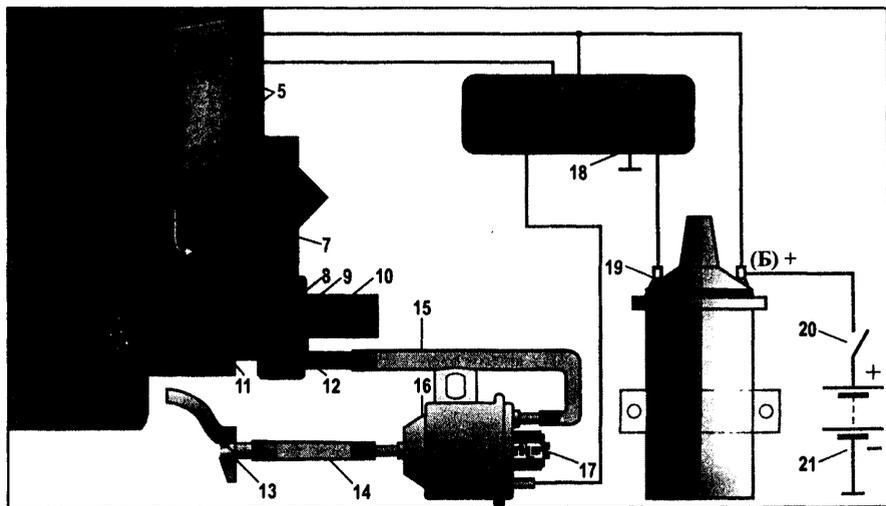


Рис. 1.84. Схема подключения унифицированного блока управления:

- 1 и 2 - рычаги управления привода дроссельной заслонки; 3 - рычажок МП;
- 4 - микропереключатель (МП); 5 - винты крепления МП; 6 - дроссельная заслонка;
- 7 - винт качества; 8 - вакуумная полость экономайзера; 9 - крышка клапана экономайзера;
- 10 - винт количества; 11 - игла клапана экономайзера; 12 - диафрагма; 13 - впускной коллектор;
- 14 - трубка соединяющая впускной коллектор с пневмоэлектроклапаном;
- 15 - трубка соединяющая пневмоэлектроклапан с экономайзером;
- 16 - пневмоэлектроклапан (второй вывод клапана подключён к массе, на рисунке не показан);
- 17 - разгрузочный выход; 18 - электронный блок управления; 19 - катушка зажигания;
- 20 - выключатель зажигания; 21 - аккумуляторная батарея.

Блок управления 5013.3761 (ТУ 37.459.063-84), собранный на микросхеме КР1086 серии, для карбюратора 21073-1107010 "Солекс" (автомобиль ВА3-21213).

В блоке используется микросхема КР1086СС1 - частотный крмпаратор, содержащая кварцевый тактовый генератор, делитель частоты и частотомер (тип корпуса - DIP-16 или 2103.16-9).

Электрические характеристики микросхемы КР1086СС1

$$U_{15} = 5 + 6,5 \text{ В}; U_{0L1} \leq 1 \text{ В}; U_{15} = 2,5 + 4,5 \text{ В}; I_{ss} = 6 + 13 \text{ мА}; U_{ss} = 10 + 16 \text{ В}.$$

Одна из наиболее часто встречаемых неисправностей при использовании этого блока - падение оборотов ХХ до нуля после перегазовки. Если карбюратор и клапан ХХ исправны, а блок выдает импульсы управления клапаном, то необходимо добавить дополнительный электролитический конденсатор не менее 47 мкф (на рисунке 1.70 показано пунктиром). Можно так же добавить керамический конденсатор емкостью не менее 0,33 мкф (правый).

Это обусловлено рядом причин:

- В бортовой сети присутствуют импульсные помехи доходящие до 150 + 200 вольт от системы зажигания, особенно во влажную погоду.

- В момент подачи напряжения на клапан появляется местный бросок напряжения не-смотря на то, что катушка клапана шунтируется диодом.

Такая доработка позволяет избавиться от неприятно-го падения оборотов после резкого сброса газа.

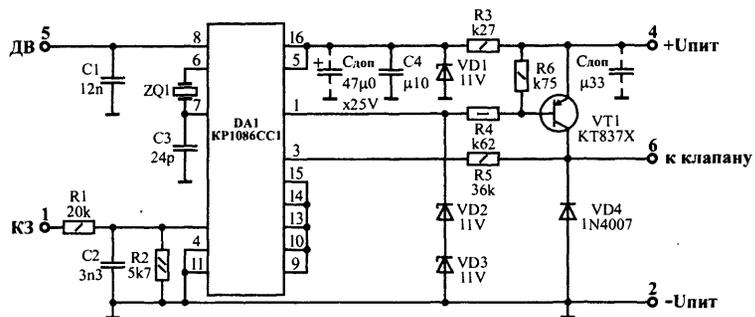


Рис. 1.85. Принципиальная схема блока управления 5013.3763 (ТУ 37.456.063-84).

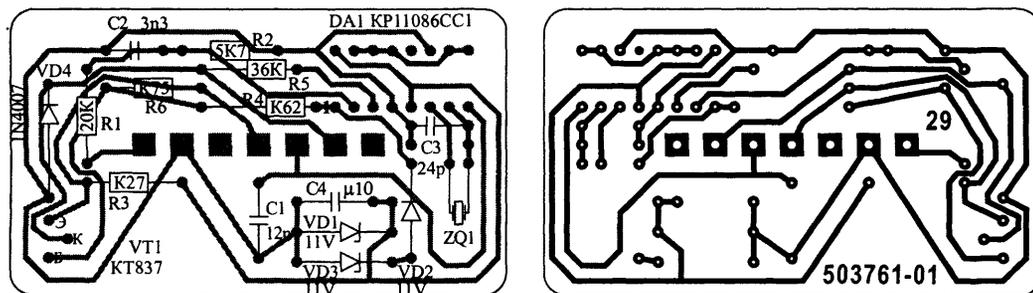


Рис. 1.86. Монтажная плата блока управления 5013.3763 (ТУ 37.456.063-84) - масштаб 1:1.

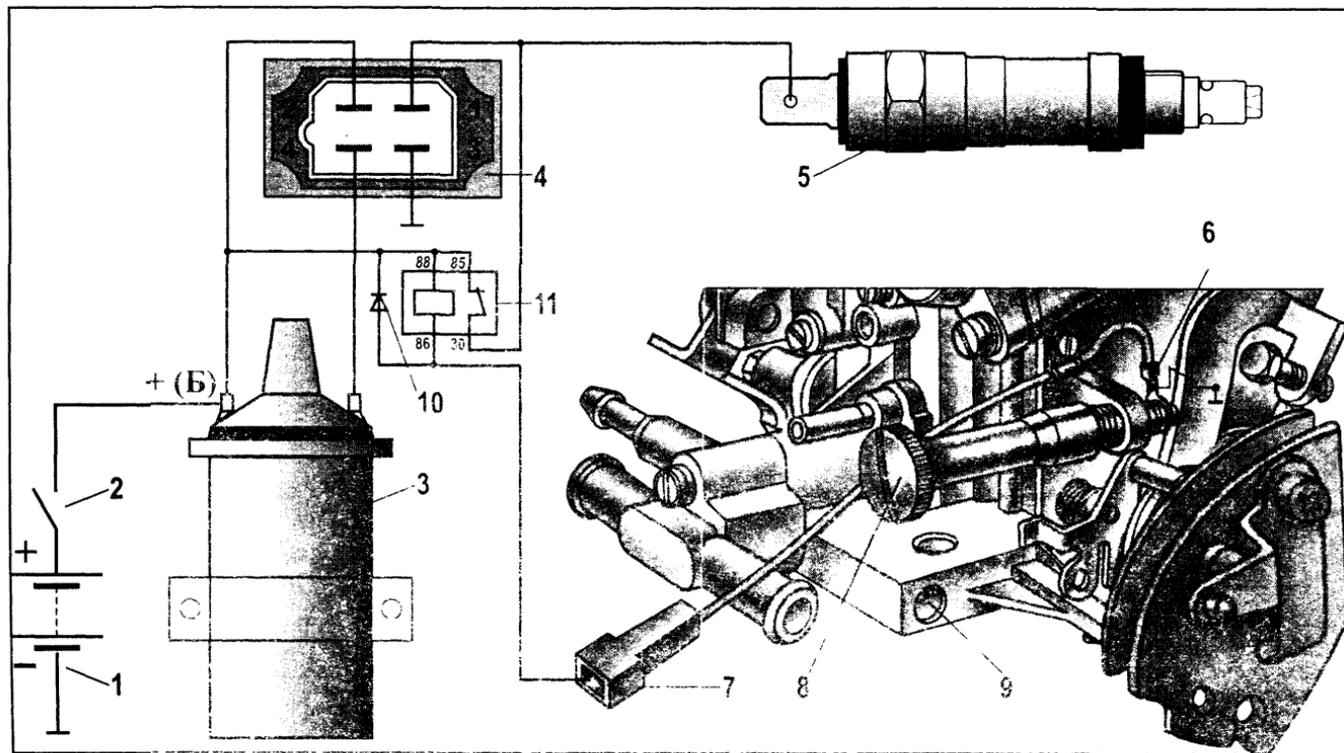


Рис. 1.87. Схема подключения четырёхштырькового блока вместо семиштырькового блока управления ЭПХХ:

- 1 - аккумулятор; 2 - выключатель зажигания; 3 - катушка зажигания; 4 - электронный блок управления; 5 - электромагнитный клапан;
 6 - датчик-винт; 7 - клеммная колодка датчика-винта; 8 - регулировочный винт количества; 9 - регулировочный винт качества (состава смеси);
 10 - кремниевый диод (КД102А, КД103А, КД208А, КД209А, Д226Б) - подавляющий искрение на контактах датчика-винта;
 11 - автомобильное реле (112.3747, 112.3747-10, 111.3747, 111.3747-10 или РС525, РС702).

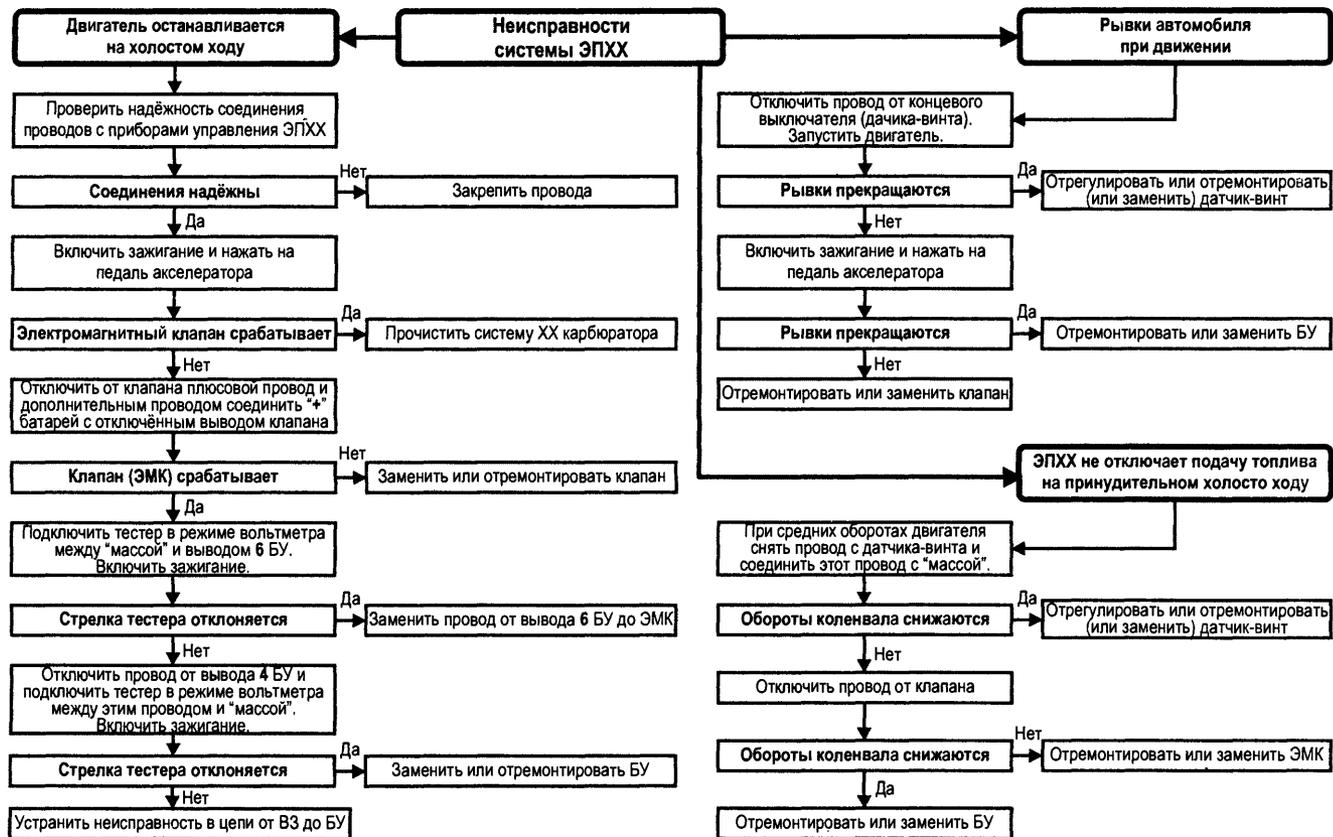


Рис. 1.88. Алгоритм поиска неисправностей в системе ЭПХХ, с семиштырьковыми блоками.

1.2.4. СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО (СТУПЕНЧАТОГО) ВПУСКА ВОЗДУХА АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3102

А теперь обратимся к так называемой системе впуска дополнительного воздуха, которой оснащен автомобиль ГАЗ-3102. Такое устройство называют также ограничителем разрежения во впускном трубопроводе двигателя. Оно вступает в действие на режимах принудительного холостого хода двигателя. Однако, если традиционный экономайзер на этих режимах отключает подачу топлива в двигатель, то ограничитель разрежения подает во впускной коллектор двигателя дополнительный воздух; разрежение в коллекторе при этом резко уменьшается, поэтому подача топлива из карбюратора почти полностью прекращается, тем самым уменьшая расход топлива и снижая токсичность отработавших газов в режиме принудительного холостого хода. Таким образом, ограничитель разрежения автомобиля ГАЗ-3102 вполне можно считать одним из вариантов экономайзера.

Схема подключения системы впуска дополнительного воздуха автомобиля ГАЗ-3102 представлена на рис. 1.89.

Здесь использованы два электромагнитных клапана Y1 (1) и Y2 (3), управляемые индивидуально электронным блоком управления 14. Оба клапана нормально закрытые; если их обмотки обесточены, то воздуха не пропускают. Клапан Y1 имеет меньшую пропускную способность, Y2 - большую.

Система эффективно работает только при своевременном техническом обслуживании.

Основные неисправности системы: ослабление крепления проводов на клеммах; нарушение работоспособности электромагнитов клапанов 1 и 3 и электронного блока; потеря герметичности клапанов 4 и 5; нарушение регулировки вакуумного выключателя 12.

Неисправности, возникающие в системе, характеризуются следующими основными признаками: хлопки в глушителе; "дергание" автомобиля в начале движения; значительное ухудшение приемистости; снижение мощности двигателя.

При техническом обслуживании системы, проверяют крепление проводов на клеммах электронного блока 14, катушки зажигания 15, электромагнитных клапанов 1 и 3, контактах 9, установленных в крышке 8, и производят проверку действия всех аппаратов системы. Проверяют состояние предохранителя 16.

Проверка работоспособности электромагнитов клапанов. Электромагниты клапанов 1 и 3 проверяют на неработающем двигателе. Соединяют проводником клемму каждого электромагнита с плюсовым выводом аккумуляторной батареи. В момент подключения провода к клемме исправного электромагнита будет прослушиваться щелчок, возникающий вследствие удара якорька и клапана о корпус электромагнита. Неисправный электромагнит заменяют.

Проверка герметичности клапанов. Герметичность клапанов 4 и 5 проверяют при работе двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала. Для проверки отсоединяют шланг 2 от воздушного фильтра карбюратора и закупоривают отверстие шланга пробкой. Если при этом не наблюдается снижение частоты и равномерности вращения коленчатого вала, то клапаны герметично закрывают отверстия в седлах. При нарушении герметичности клапанов производят их притирку вместе с седлами. Последние установлены в корпусе 6, закрепленном на впускном трубопроводе 7. Если при проверке электромагнитов 1 и 3 и клапанов 4 и 5 неисправности не обнаружены, то следует проверить работоспособность электронного блока 14.

Регулировка вакуумного выключателя. Прогревают двигатель до $80 \pm 90^\circ\text{C}$. Проверяют его работу на холостом ходу и, если необходимо, регулируют минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала. Отсоединяют шланг 2 от воздушного фильтра. К клемме электромагнита 1 (заднего по ходу автомобиля) подсоединяют провод от лампы мощностью не более 1,5 Вт. Другой провод от лампы соединяют с корпусом автомобиля. Рабочий провод, подключенный к клемме этого электромагнита, снимать не надо. Ослабляют контргайку регулировочного винта 13 и вывертывают винт до ощущения легкого вращения. Пускают двигатель и устанавливают малую частоту вращения коленчатого вала. Плавно вывертывают упорный винт рычага привода дроссельных заслонок карбюратора (винт "количества") до момента загорания лампы (в мигающем режиме). При этом вращении винта увеличивается частота вращения коленчатого вала до 1700 об/мин. Затем плавно вывертывают регулировочный винт 13 до момента выключения лампы, после чего его вывертывают еще на $1/6 + 1/4$ оборота и, придерживая отверткой, закрепляют контргайку. После этого упорным винтом рычага дроссельных заслонок карбюратора восстанавливают минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала двигателя.

Проверка контакта в вакуумном выключателе. Для проверки контакта между контактной пластиной 10, закрепленной на диафрагме 11, и клеммами 9 отключают провод от клеммы,

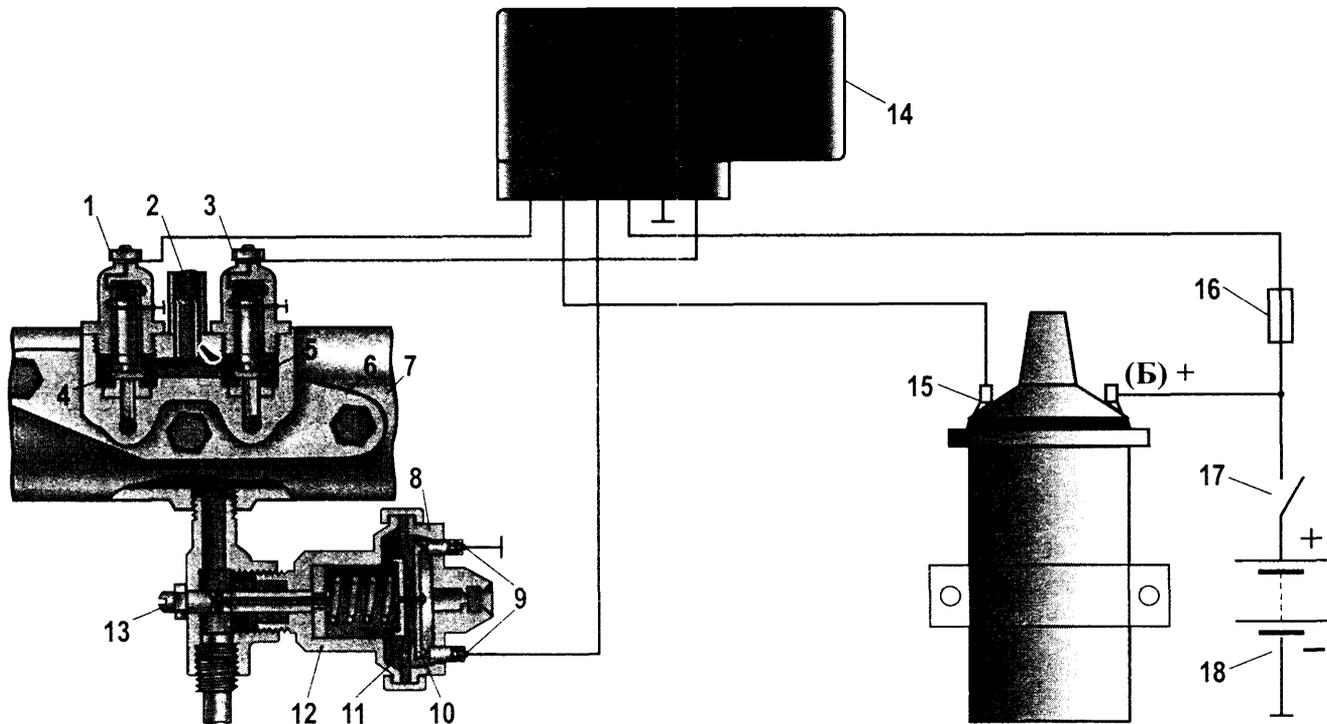


Рис. 1.89. Схема подключения системы впуска дополнительного воздуха автомобиля ГАЗ-3102:

- 1 и 3 - электромагнитные клапаны Y1 и Y2; 2 - трубка идущая к воздушному фильтру; 4 и 5 - клапана; 6 - корпус; 7 - впускной трубопровод; 8 - крышка вакуумного выключателя; 9 - контакты; 10 - контактная пластина; 11 - диафрагма; 12 - вакуумный выключатель SF1; 13 - регулировочный винт; 14 - электронный блок; 15 - КЗ; 16 - предохранитель (плавкая вставка); 17 - выключатель зажигания; 18 - аккумулятор.

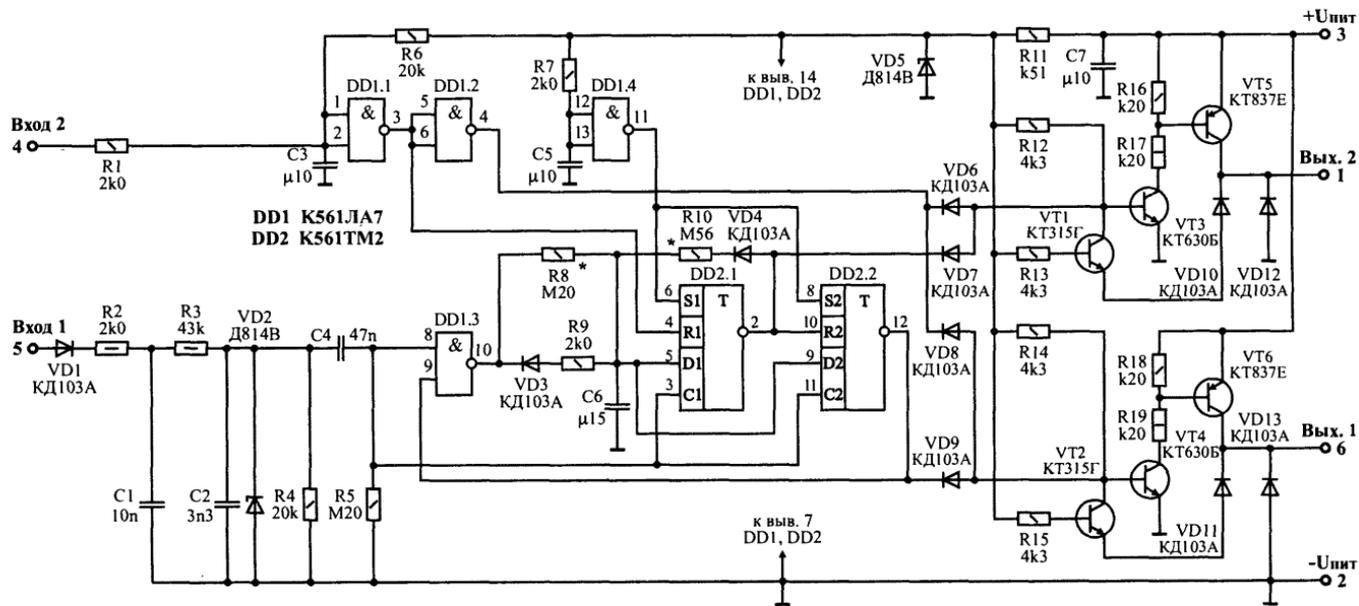


Рис. 1.90. Принципиальная схема аналога электронного блока 37.3761 системы выпуска дополнительного воздуха автомобиля ГАЗ-3102.

соединенный с электронным блоком, и подсоединяют к ней провод от контрольной лампы. Другой провод от лампы подсоединяют к плюсовому выводу аккумуляторной батареи. Лампа должна гореть. После пуска двигателя на средней частоте вращения коленчатого вала вследствие возрастания разрежения во впускном трубопроводе 7 двигателя, диафрагма 11 прогнется в сторону пружины, контактная пластина 10 отойдет от клемм 9 и лампа погаснет.

Электронный блок 37.3761. Он настроен так, что на режиме принудительного холостого хода подача воздуха через клапан Y2 прекращается при снижении частоты вращения коленчатого вала до 2500 об/мин., а через Y1 - до 1700 об/мин. Блок для работы получает информацию с катушки зажигания и (по разрежению во впускном коллекторе) со специального вакуумного выключателя SF1.

Вакуумный выключатель 12 представляет собой контактный датчик давления, выполненный в виде диафрагменного (мембранного) механизма. Регулировочным винтом 13 с контргайкой его настраивают так, что при небольшом разрежении в коллекторе (в нагруженном режиме работы двигателя) его контакты замкнуты, а после увеличения разрежения примерно до 50 кПа (355 мм рт.ст.) они размыкаются, что соответствует режимам холостого и принудительного холостого хода двигателя.

Стандартному блоку управления 37.3761 присущ ряд конструктивных недостатков. Во-первых, в нем отсутствует защита от замыкания выходов на корпус автомобиля, а конструкция электромагнитных клапанов системы такова, что такое замыкание при ремонте или проверке системы вполне реально. После замыкания хотя бы одного из выходов на корпус блок неизбежно отказывает.

Во-вторых, в каждом из каналов регистрации пороговой частоты вращения (а их два) применен пиковый детектор, обладающий заметной инерционностью. При быстром уменьшении частоты вращения коленчатого вала (после размыкания трансмиссии автомобиля) обычно возникает большая динамическая погрешность срабатывания блока, достигающая 15 ÷ 20 % от порогового значения. Это приводит к дополнительной неточности момента прекращения подачи дополнительного воздуха.

Наконец в блоке отсутствует гистерезис срабатывания по частоте вращения, значит, в процессе торможения двигателем прекращение подачи дополнительного воздуха может сопровождаться многократными паразитными срабатываниями клапанов вместо четкого отключения.

Аналог блока 37.3761 разработан с учетом этих недостатков. Схема аналога показана на рис. 1.90. В момент включения зажигания, формирователь (состоящий из цепи R7, C5 и логического элемента DD1.4), вырабатывает короткий импульс высокого уровня, который устанавливает триггеры DD2.1 и DD2.2 в единичное состояние. Инверсный выход каждого из них связан через диод с входом своего ключевого усилителя. Поэтому транзисторы VT3, VT5 и VT4, VT6 закрыты, обмотки электромагнитных клапанов обесточены, двигатель готов к работе.

Входной формирователь блока принципиально ни чем не отличается от описанных выше. Здесь также при работе двигателя на верхний из схемы вход элемента DD1.3 поступает короткий импульс высокого уровня с частотой искрообразования.

На холостом ходе двигателя контакты 9 вакуумного выключателя (подключенного к входу 2 - 4 контакт блока) разомкнуты и на выходе элемента DD1.1 будет низкий уровень. Поэтому состояние триггеров DD2.1 и DD2.2 останется неизменным, а значит, дополнительный воздух не поступает в двигатель. Так как напряжение низкого уровня с инверсного выхода триггера DD2.2 приложено и к нижнему по схеме входу элемента DD1.3, он не пропускает на выход импульсов с верхнего входа.

Если теперь нажать на педаль газа, контакты 9 вакуумного выключателя замкнутся. Вход 2 блока будет замкнут на корпус автомобиля, и на выходе элементов DD1.2 и DD1.1 появится соответственно сигнал высокого и низкого уровней, триггеры DD2.1 и DD2.2 переключатся в нулевое состояние. Однако, поскольку выход элемента DD1.2 связан через диоды с базой транзисторов VT3 и VT4, оба ключевых усилителя по-прежнему закрыты и дополнительный воздух в двигатель не поступает.

Если же после того, как коленчатый вал разгонится до частоты вращения более 2500 об/мин., акселератор отпустить, то на выходе элемента DD1.1 вновь появится низкий уровень, а на выходе элемента DD1.2 - высокий (поскольку контакты вакуумного выключателя снова разомкнутся). А вот триггеры DD2.1 и DD2.2 по-прежнему останутся в нулевом состоянии. Сопротивление резисторов R8 и R10 выбрано так, что при частоте вращения более 2500 об/мин. К моменту прихода импульса на верхний вход элемента DD1.3 и на вход С триггеров конденсатор C6 не может разрядиться настолько, чтобы произошло переключение триггера DD2.1 в единичное состояние. (Заметим, что триггер DD2.2 и вовсе не может перейти в единичное состояние до тех пор, пока в

это состояние не переключится триггер DD2.1.) В этом состоянии блока диоды VD6 + VD9 будут закрыты, поэтому ключевые усилители открыты и оба клапана пропускают воздух во впускной коллектор двигателя. Иначе говоря, блок перешел в режим принудительного холостого хода двигателя.

Теперь периодически происходит медленная зарядка конденсатора С6 через резистор R8 и цепь VD4 R10 с последующей быстрой разрядкой его через цепь R9-VD3. Как только частота вращения коленчатого вала уменьшится до 2500 об/мин., триггер DD2.1 переключится в единичное состояние. После этого зарядка конденсатора С6 будет происходить еще более медленно - только через резистор R8. Сразу же после переключения триггера DD2.1 откроется диод VD6, что приведет к закрыванию транзисторов VT3, VT5, поэтому клапан с большим проходным сечением (передний по ходу автомобиля) закроется, ограничивая поступление воздуха в двигатель.

Многочисленные неконтролируемые переключения в режиме принудительного холостого хода у описываемого блока исключены, поскольку переход триггера DD2.1 из нулевого состояния в единичное может произойти лишь один раз за цикл.

После дальнейшего уменьшения частоты вращения коленчатого вала до 1700 об/мин триггер DD2.2 также переключится в единичное состояние. При этом диод VD8 откроется, транзисторы VT4, VT6 закроются и клапан с меньшим проходным сечением также отключится, полностью прекращая поступление в двигатель дополнительного воздуха.

Одновременно с этим происходит закрывание элемента DD1.3 по нижнему входу и сравнение длительности импульсов завершается. Чтобы оно началось вновь, необходимо перевести двигатель в нагрузочный режим, разогнать коленчатый вал более чем до 1700 об/мин, а затем снова перейти на принудительный холостой ход. Таким образом, отключение второго клапана так же происходит четко, без каких либо паразитных срабатываний.

Оба ключевых усилителя оснащены устройством защиты выходного транзистора при случайном замыкании выхода на корпус автомобиля.

Порядок работы системы впуска дополнительного воздуха автомобиля ГАЗ-3102 поясняет таблица 1.8.

Проверка работоспособности электронного блока. Отсоединяют от контактов 9 вакуумного выключателя 12 провод, соединяющий выключатель с корпусом автомобиля. Подключают к клемме каждого электромагнита 1 и 3 по одной лампе мощностью не более 1,5 Вт. Другой провод от ламп соединяют с корпусом автомобиля. Рабочие провода с клемм электромагнитов не снимают. Пускают и прогревают двигатель до температуры 80 + 90 °С. Затем плавно увеличивают частоту вращения коленчатого вала до свечения обеих ламп: сначала должна загореться лампа, подключенная к электромагниту 1 (примерно при 1700 об/мин), а потом лампа, подключенная к электромагниту 3 (примерно при 2500 об/мин). Если при повышении частоты вращения коленчатого вала до оборотов выше средних лампы не загораются или загорается только одна из них, то электронный блок 14 неисправен и подлежит замене или ремонту.

Табл. 1.8. Порядок работы системы впуска дополнительного воздуха автомобиля ГАЗ-3102.

Режим работы двигателя	Относительная частота вращения КВ	Положение дроссельной заслонки	Состояние электромагнитных клапанов	Положение контактов вакуумного выключателя	Подача топлива
Холостой ход	Пониженная	Закрыта	Выключены	Разомкнуты	Есть
Нагрузочный	Повышенная	Открыта	Выключены	Замкнуты	Есть
Принудительный холостой ход	Повышенная	Закрыта	Включены	Разомкнуты	Нет

1.3. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

САУ ЭПХХ автомобилями ЗИЛ, оснащенных карбюратором К90, состоит из электронного блока управления 1102.3761, электромагнитных клапанов 3202.3747 и неподвижного контакта 130-3761.026-1. Блок управления установлен в кабине автомобиля ЗИЛ-130 на правой боковой стенке. Два электромагнитных клапана (по числу камер карбюратора) установлены так, что при их включении каналы системы холостого хода карбюратора полностью перекрываются и подача топлива по ним прекращается. Неподвижный контакт является упором для винта регулирования частоты вращения холостого хода двигателя.

САУ ЭПХХ переключает подачу топлива, если одновременно выполняются три условия:

- частота вращения коленчатого вала двигателя выше некоторого выбранного значения (1000 об/мин для ЗИЛ-130);
- педаль подачи топлива полностью отпущена (дрессельная заслонка закрыта и контакты датчика-винта SF1 замкнуты);
- температура жидкости в системе охлаждения двигателя выше 65 °С.

Последнее условие связано с тем, что при подогреве двигателя на режиме холостого хода частота вращения его вала повышается и без корректировки по температурному фактору может быть воспринята САУ ЭПХХ как частота вращения принудительного холостого хода.

На рис. 1.92 представлена схема САУ ЭПХХ автомобилями ЗИЛ. Через вывод Х5 штекерного разъема на блок управления САУ ЭПХХ поступают импульсы от вывода К коммутатора ТК102 контактно-транзисторной системы зажигания. Частота этих импульсов пропорциональна частоте вращения вала двигателя (для восьми цилиндрового двигателя ЗИЛ-130 частота вращения превышает частоту следования импульсов системы зажигания в 15 раз). Таким образом, датчиком частоты вращения вала двигателя для САУ ЭПХХ является система зажигания. Использование системы зажигания в качестве датчика частоты вращения коленчатого вала является традиционной.

Датчиком температуры охлаждающей двигатель жидкости является датчик ТК100В. Его выходное напряжение подается в блок управления через вывод 2 штекерного разъема Х1. Цепь неподвижного контакта SF1 замкнута, когда дроссельная заслонка полностью закрыта. При всех других положениях заслонки эта цепь разомкнута.

Импульсы напряжения положительной полярности от системы зажигания через диод VD7 и резисторы R29, R5 заряжает конденсатор С7. При прохождении тока заряда через переход база эмиттер транзистора VT3 он открывается на короткое время. При этом полностью разряжается конденсатор С2. Вследствие этого включается в работу схема преобразования частоты следования импульсов (частоты вращения вала двигателя) в напряжение. Схема содержит транзистор VT1, конденсатор С2 и резисторы R1, R2. После того как транзистор VT3 закроется, конденсатор С5 заряжается через резисторы R1, R2. Напряжение на конденсаторе тем больше, чем больше пауза между импульсами системы зажигания, так как при следующем импульсе транзистор VT1 вновь откроется и конденсатор С2 разрядится. Следовательно, напряжение на конденсаторе С2 обратно пропорционально частоте вращения вала двигателя, чем меньше эта частота, тем больше напряжение.

Напряжение с конденсатора С2 поступает на неинвертирующий вход 10 компаратора DA1, собранного на микросхеме К140УД1А. На инвертирующий вход 9 компаратора подается опорное напряжение с двигателя R3, R4, примерно равное половине напряжения питания компаратора, которое поддерживается постоянным с помощью стабилитрона VD1. Напряжение на выходе 5 компаратора появляется только тогда, когда меняющийся по времени сигнал на неинвертирующем входе будет равен или больше опорного напряжения на инвертирующем входе. При появлении сигнала на выходе компаратора открывается транзистор VT4. Таким образом, если частота вращения вала двигателя такова, что напряжение на входе 10 компаратора меньше опорного напряжения, транзистор VT4 закрыт.

При понижении частоты вращения вала двигателя ниже порогового значения уровень напряжения на конденсаторе С2 превышает уровень опорного напряжения, и на время этого превышения компаратор DA1 открывает транзистор VT4.

Настройка схемы на выбранное пороговое значение частоты вращения КВ проводится подбором резисторов R1 и R20.

Второй компаратор DA2 собран также на микросхеме К140УД1А. На его инвертирующий вход 9 подается опорное напряжение, а на неинвертирующий вход 10 - напряжение от датчика

1



2

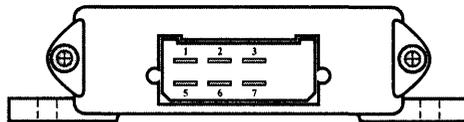


Рис. 1.91. Внешний вид блока управления ЭПХХ 1102.3734:
1 - ТУ37.003.1046-82; 2 - ГОСТ 3940-84
(масштаб 1:2).

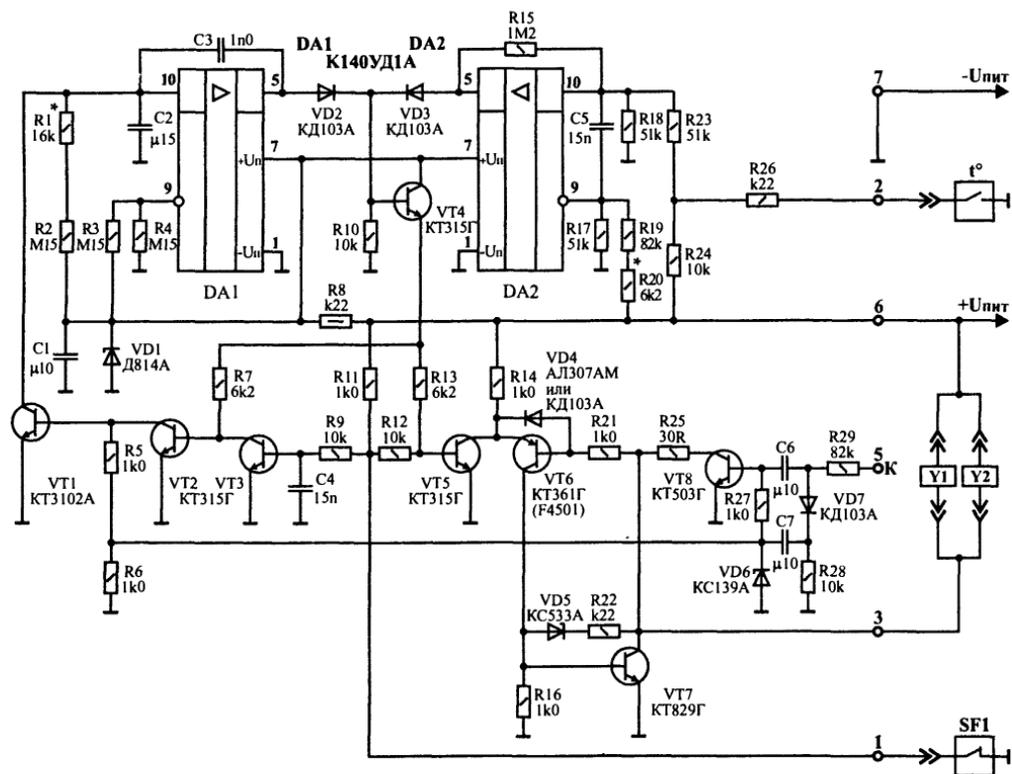


Рис. 1.92. Принципиальная схема блока управления ЭПХХ 1102.3734 - ТУ37.003.1046-82 (ГОСТ 3940-84).

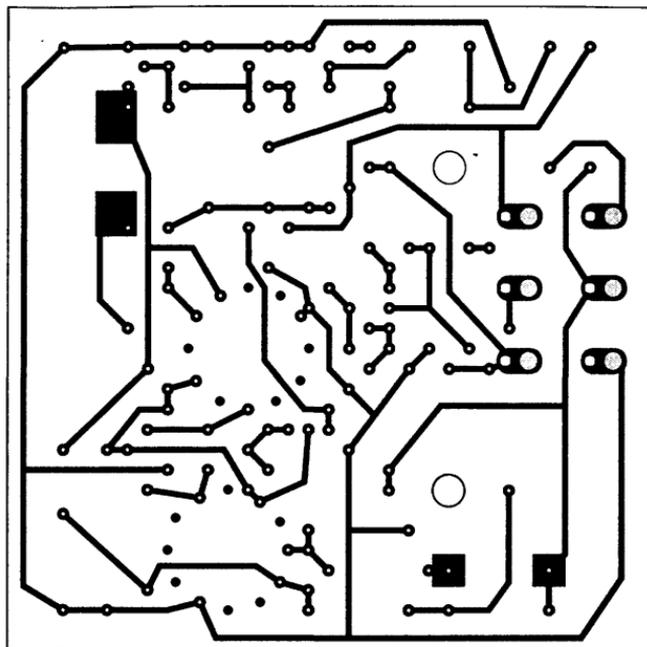
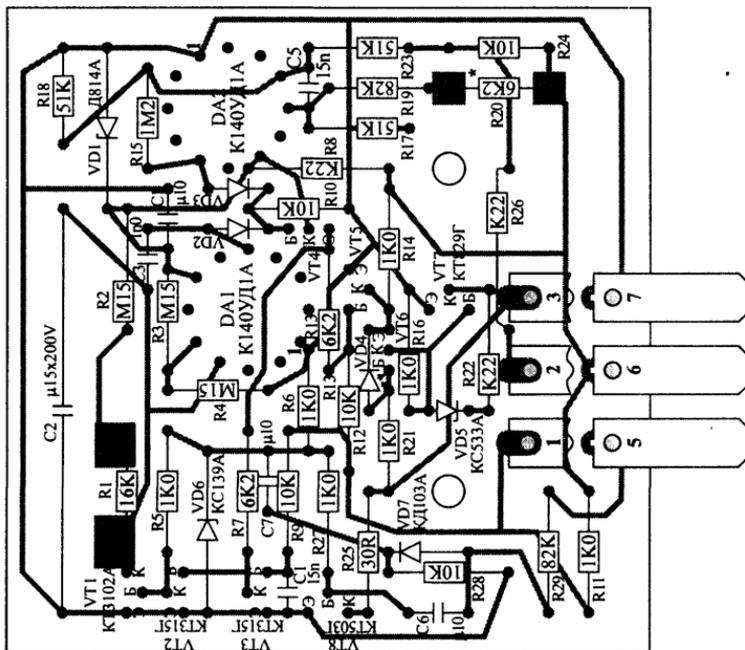


Рис. 1.93. Монтажная плата блока управления ЭПХХ 1102.3734 - ТУ37.003.1046-82 (ГОСТ 3940-84), масштаб 1:1.

температуры охлаждающей жидкости. Если температура воды ниже, чем 65°C, то напряжение на входе 10 компаратора DA2 будет выше, чем на входе 9, и выходное напряжение этого компаратора переведет транзистор VT4 в открытое состояние. На транзисторе VT4 реализована схема «ИЛИ» - он открыт, если на цепь его базы поступает напряжение или от компаратора DA1, или от компаратора DA2, или от обоих компараторов одновременно.

Транзистор VT4 открыт, если частота вращения вала двигателя ниже пороговой и двигатель находится в холодном состоянии. Открытый транзистор VT4 препятствует включению электромагнитных клапанов, перекрывающих подачу топлива по каналам системы холостого хода. Ток его эмиттера через резистор R13 проходит в цепь базы транзистора VT5, и он открывается. Открытый транзистор VT5 шунтирует силовой усилитель на транзисторах VT6, VT7, управляющий электромагнитными клапанами.

Транзистор VT4 самоблокируется транзисторами VT2 и VT1. При прохождении тока его эмиттера через резистор R7 транзистор VT2 открывается, шунтируя переход эмиттер - база транзистора VT3, последний закрывается, компаратор DA1 становится невосприимчивым к импульсам системы зажигания.

Самоблокирование транзистора VT4 возможно лишь в том случае, если цепь неподвижного контакта SF1 замкнута. В случае размыкания цепи неподвижного контакта транзистор VT4 разблокируется, поскольку через резистор R11 переход база - эмиттер транзистора VT3 смещается в прямом направлении, транзистор открывается, закрывает транзистор VT2, и транзистор VT1 вновь воспринимает импульсы системы зажигания.

Разомкнутая цепь неподвижного контакта препятствует включению электромагнитных клапанов, так как при этом транзистор VT5 открыт током, протекающим в цепи его базы через резисторы R11, R12. При закрытии дроссельной заслонки цепь неподвижного контакта S1 замыкается, и через вывод 1 штекерного разъема и резистор R12 база транзистора VT5 соединяется с массой и транзистор закрывается.

Если частота вращения коленчатого вала выше порогового значения, двигатель прогрет, дроссельная заслонка закрыта, транзисторы VT4 и VT5 закрыты, то САУ ЭПХХ готова перекрыть подачу топлива в карбюратор. При этом первый же импульс от системы зажигания током заряда конденсатора С6 открывает транзистор VT8, что, в свою очередь, приводит к открытию транзисторов VT6, VT7, подключению обмоток электромагнитных клапанов к цепи питания через переход эмиттер - коллектор транзистора VT7 и прекращению подачи топлива.

После открытия транзистора VT7 ток базы транзистора VT6 протекает через его переход эмиттер - коллектор, в результате чего осуществляется самоблокировка схемы включения электромагнитных клапанов, и они остаются во включенном состоянии, даже если транзистор VT8 закрылся после прекращения протекания тока через конденсатор С6. Открытие дроссельной заслонки или уменьшение частоты вращения вала двигателя приводит к открытию транзистора VT5, вследствие чего транзисторы VT6, VT7 запираются, электромагнитные клапаны отключаются и восстанавливается питание двигателя по каналам системы холостого хода карбюратора.

Схема электронного блока САУ ЭПХХ хорошо защищена от возможных аварийных режимов и опасных для нее внешних воздействий. Стабилитрон VD1 совместно с резистором R8, конденсатором С1 не только стабилизирует напряжение питания, но и защищает компараторы от перенапряжений и импульсов напряжения обратной полярности. Конденсатор С5 и резистор R24 защищают вход компаратора DA2 соответственно от импульсов перенапряжения и от аварийного режима, возникающего при обрыве провода, идущего от вывода 2 к датчику температуры.

Диод VD4 защищает переход база эмиттер транзистора VT6 от обратного напряжения, стабилитрон VD5 с резистором R22 защищает транзисторы VT6 и VT7 от импульсов перенапряжений, конденсатор С7 и резистор R28 защищают от ложных срабатываний при «дребезге» контактов прерывателя системы зажигания, стабилитрон VD6 защищает от перенапряжений по цепи системы зажигания. При возникновении короткого замыкания в цепи нагрузки переход база эмиттер VT6 шунтируется, транзисторы VT6 и VT7 закрываются и обеспечивается защита транзистора VT7 от перегрузки.

На рис. 3.3 показана монтажная плата блока управления 1102.3761. Для охлаждения силового транзистора VT7 к нему прижата пластина - теплоотвод (радиатор). Плата расположена внутри пластмассового корпуса (рис. 1.91) в специальных направляющих пазах.

Электромагнитный клапан неразборный и герметично закрыт, что препятствует попаданию влаги в его внутреннюю полость. При подаче напряжения на катушку электромагнита якорь притягивается к упору и запорное кольцо перекрывает доступ топлива по каналу системы холостого хода карбюратора. Обратный ход якоря осуществляет пружина.

В стандартном исполнении экономайзера автомобиля ЗИЛ-130 в блоке управления предусмотрено устройство, запрещающее срабатывание экономайзера до тех пор, пока температура

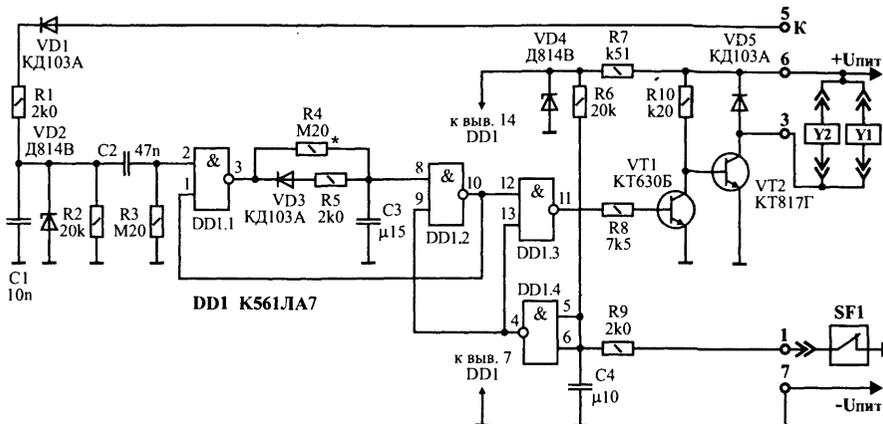


Рис. 1.94. Принципиальная схема блока управления ЭПХХ - упрощенный аналог 1102.3734.

охлаждающей жидкости не повысится до 65°C. Для получения информации о температуре использован сигнал датчика указателя температуры ТМ100В, который соединен с блоком через контакт 2 разъема Х1. Введение температурного запрета было выполнено из опасения, что холодный двигатель при работе с экономайзером может часто самопроизвольно останавливаться.

Однако многолетняя практика эксплуатации легковых автомобилей с экономайзером, не имеющим никакой информации о температуре двигателя, показывает, что такая предосторожность напрасна. Более того, при длительных спусках автомобиля в условиях зимнего высокогорья температура охлаждающей жидкости может упасть ниже 65°C. Тогда экономайзер перестанет действовать, что является большим недостатком. Не говоря уж о том, что возрастает расход топлива и выброс вредных веществ, при этом ухудшаются тормозные свойства двигателя, крайне важные как раз на спуске.

По этим причинам, а также потому что датчик ТМ100В имеет большую погрешность (реально 40 + 75°C), использование температурного запрета, в общем-то, нецелесообразно. Без устройства температурного запрета схема аналога блока 1102.3761 значительно проще (см. рис.1.94).

Ключевой усилитель блока имеет отличия. Он выполнен на транзисторах VT1, VT2. При работе двигателя в нагруженном режиме и на холостом ходу на выходе элемента DD1.3 присутствует высокий уровень. При этом транзистор VT1 открыт, а VT2 закрыт, электромагниты клапанов экономайзера обесточены и топливо поступает к двигателю. Когда же двигатель переходит на режим принудительного холостого хода, на выходе элемента DD1.3 появляется низкий уровень, транзистор VT1 закрывается, а VT2 открывается и клапаны останавливают поступление топлива. Такое состояние экономайзера продолжается до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала не снизится до порогового значения (у блока 1102.3761 это 1000 об/мин.), либо пока вновь не будет нажата педаль акселератора.

Защиты от замыкания выхода блока на корпус автомобиля тут не требуется, поскольку это не приводит к аварийной перегрузке выходного транзистора, а лишь включаются электромагнитные клапаны Y1 и Y2.

Табл. 1.9. Порядок работы САУ ЭПХХ автомобилей ЗИЛ.

Режим работы двигателя	Относительная частота вращения КВ	Положение дроссельной заслонки	Состояние электромагнитных клапанов	Положение контактов датчика-винта	Подача топлива
Холостой ход	Пониженная	Закрыта	Выключены	Замкнуты	Есть
Нагруженный	Повышенная	Открыта	Выключены	Разомкнуты	Есть
ПХХ	Повышенная	Закрыта	Включены	Замкнуты	Нет

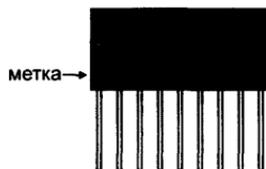
2. МИКРОСХЕМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В БЛОКАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭПХХ

2.1. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ К425

Микросхемы этой серии изготавливаются на основе гибридной толстоплёночной технологии с применением бескорпусных дискретных элементов. Технология изготовления микросхем этой серии представляет собой последовательность нескольких операций. На подготовленную соответствующим образом керамическую подложку (плату) с помощью масок (трафаретов с отверстиями определённой конфигурации) наносят специальные пасты, образующие проводники и резисторы, при температуре $400 + 600^{\circ}\text{C}$ вжигают пасты в подложку. Далее монтируют конденсаторы (типа К10-9).

Для обеспечения герметизации микросхемы запресованы в пластмассовые или металлополимерные корпуса с латунными лужёными выводами (рис. 2.1)

Рис. 2.1. Внешний вид микросхем серии К425 (тип корпуса 115.9-1).



2.1.1. К425НК1

Микросхема представляет собой набор резисторов и конденсаторов.

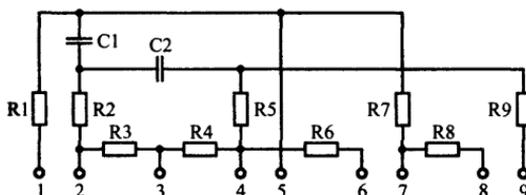


Рис. 2.2. Электрическая принципиальная схема К425НК1.

Электрические параметры

Рабочее напряжение $10,8 + 15$ В.

Выходное напряжение:

$U_{\text{вых5}}$ $2,7 + 8$ В;

$U_{\text{вых6}}$ $0,6 + 1,6$ В.

Сопротивление резисторов:

R1 $27 + 33$ кОм;

R2 $0,501 + 0,612$ кОм;

R3 $0,225 + 0,275$ кОм;

R4 $0,844 + 1,032$ кОм;

R5 + R9 $2,44 + 2,98$ кОм;

R6 $0,577 + 0,705$ кОм;

R7 $0,612 + 0,748$ кОм;

R8 $0,459 + 0,561$ кОм.

2.1.2. K425НК2

Микросхема представляет собой набор резисторов и конденсаторов.

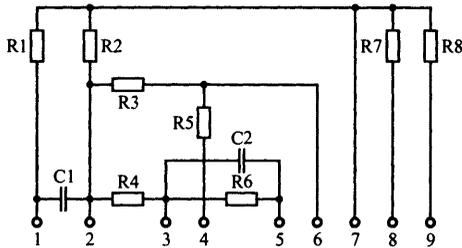


Рис. 2.3. Электрическая принципиальная схема K425НК2.

Электрические параметры

Рабочее напряжение 12 В.

Выходное напряжение:

$U_{\text{вых1}}$ 4 + 6 В;

$U_{\text{вых2}}$ 2,8 + 8 В.

Сопротивление резисторов:

R1 9,0 + 11 кОм;

R2 5,7 + 6,3 кОм;

R3 1,35 + 1,65 кОм;

R4 1,62 + 1,98 кОм;

R5 32,4 + 39,6 кОм;

R6 90,0 + 110 кОм;

R7 2,85 + 3,15 кОм;

R8 9,41 + 10,39 кОм.

2.2. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ K511

Тип логики - ДТЛ. Корпус - прямоугольный металлокерамический 201.14-7 (рис. 2.6-а).

2.2.1. K511ЛА1

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ.

Назначение выводов:

1 - вход X2;

2 - вход X1;

3 - выход Y1;

4 - вход X4;

5 - вход X3;

6 - выход Y2;

7 - общий;

8 - выход Y3;

9 - вход X6;

10 - вход X5;

11 - выход Y4;

12 - вход X8;

13 - вход X7;

14 - напряжение питания.

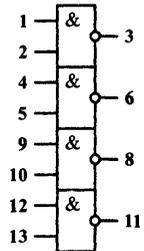


Рис. 2.4. Условное графическое обозначение K511ЛА1.

2.2.2. K511ТВ1

Микросхема представляет собой два JK-триггера.

Назначение выводов:

- 1 - вход C1;
- 2 - вход K1;
- 3 - вход J1;
- 4 - вход S1;
- 5 - выход Q1;
- 6 - выход Q1;
- 7 - общий;
- 8 - выход Q2;
- 9 - выход Q2;
- 10 - вход S2;
- 11 - вход J2;
- 12 - вход K2;
- 13 - вход C2;
- 14 - напряжение питания.

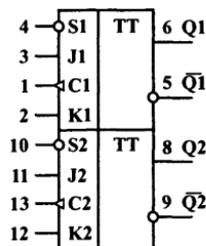


Рис. 2.5. Условное графическое обозначение K511ТВ1.

Табл. 2.1. Электрические параметры микросхем серии K511 (T = +25° C).

Параметр	K511ЛА1	Режим измерения	K511ТВ1	Режим измерения
U _{ип} , В.	+15 ± 10%		+15 ± 10%	
I _{пот} , мА.	≤ 30	1, 10	35	1, 10
I _{пот} ¹ , мА.	≤ 10	1, 4	-	
I _{вх} , мА. по расширительным входам	- 1,33	1, 10, 14	-	
I ⁰ _{вх} , мА.	- 0,48	1, 5	- 0,48 (входы 1, 13) - 0,64 (вх. 2, 3, 4, 10, 11, 12)	1, 5
I ¹ _{вх} , мА.	0,005	1, 4, 10	- 0,005 (вх. 2, 3, 11, 12) - 0,01 (вх. 2, 3, 4, 10, 11, 12)	1, 10
U ⁰ _{вых} , В.	≤ 1,5	2, 8, 10, 12	≤ 1,5	2, 6
U ¹ _{вых} , В.	≥ 12	2, 9, 10, 11	≥ 12	2, 7
t ¹⁰ _{зд р} , нс.	150	3, 10, 13	≤ 600	1, 5, 13
t ⁸⁰ _{зд р} , нс.	350	3, 10	≤ 400	1, 10, 13

Режимы измерения:

- 1. U_{ип} = 16,5 В; 2. U_{ип} = 13,5 В; 3. U_{ип} = 15 В; 4. U⁰_{вх} = 0,45 В; 5. U⁰_{вх} = 1,5 В; 6. I_н = 12 мА;
- 7. I_н = -0,2 мА; 8. U¹_{пор} = 8 В; 9. U⁰_{пор} = 6 В; 10. U¹_{вх} = 16,5 ± 13,5 В; 11. I_{вых} = - 0,2 мА;
- 12. I_{вых} = - 1,2 мА; 13. t_и ≤ 5 мкс, t_и ≤ 100 нс, f = 100 кГц; 14. U⁰_{вых} = 2 В.

Предельно допустимые режимы эксплуатации:

Напряжение источника питания, не более 22 В.

Входное напряжение:

максимальное 20 В;

минимальное -0,5 В.

Максимальная ёмкость нагрузки 680 пФ.



Рис. 2.6. Тип корпуса: а - 201.14-7; б - 201.14-1.

2.3. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ К561

Микросхемы серии К561 построены на комплементарных транзисторах структуры металл-окисел-полупроводник (КМОП), потребляют ничтожно малую мощность в статическом режиме, имеют очень небольшую, определяемый лишь токами утечки, входной ток.

Тип корпуса - 201.14-1 (рис. 2.6-б).

Номинальное напряжение питания $10 \text{ В} \pm 10 \%$.

Применение микросхем имеет свои особенности. Ни один из входов не должен быть оставлен не подключенным. Свободные входы элементов д. б. или соединены с используемыми входами того же элемента, или подключены к шине питания или к общему проводу в соответствии с логикой работы микросхемы.

Напряжение питания должно подаваться ранее или одновременно с подачей входных сигналов.

При конструировании аппаратуры на микросхемах серии К561 необходимо предусматривать защиту от попадания импульсных помех на шины питания и общая, для чего в цепях питания рекомендуется устанавливать низкочастотный электролитический и высокочастотный керамический конденсаторы.

2.3.1. К561ЛА7 (аналог CD4011АЕJ)

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ.

Назначение выводов:

- 1 - вход X₂;
- 2 - вход X₁;
- 3 - выход Y₁;
- 4 - выход Y₂;
- 5 - вход X₃;
- 6 - вход X₄;
- 7 - общий;
- 8 - вход X₆;
- 9 - вход X₅;
- 10 - выход Y₃;
- 11 - выход Y₄;
- 12 - вход X₇;
- 13 - вход X₈;
- 14 - напряжение питания.

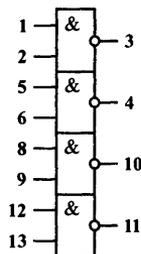


Рис. 2.7. Условное графическое обозначение К561ЛА7.

2.3.2. К561ЛН2 (аналог CD4049АЕJ)

Микросхема представляет собой шесть логических элементов НЕ с буферным выходом. ИС не имеет защитных диодов, подключенных анодами к шине питания, что позволяет подавать на вход микросхемы напряжение, превышающее напряжение питания. Поэтому она может быть использована для согласования выходных уровней КМОП с входами ТТЛ-схем.

Назначение выводов:

- 1 - вход X₁;
- 2 - выход Y₁;
- 3 - вход X₂;
- 4 - выход Y₂;
- 5 - вход X₃;
- 6 - выход Y₃;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y₄;
- 9 - вход X₄;
- 10 - выход Y₅;
- 11 - вход X₅;
- 12 - выход Y₆;
- 13 - вход X₆;
- 14 - напряжение питания.

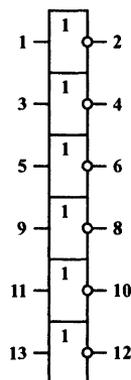


Рис. 2.8. Условное графическое обозначение К561ЛН2.

2.3.3. К561ТЛ1 (аналог CD4093АЕ)

Микросхема представляет собой четыре триггера Шмитта с входной логикой 2И-НЕ.

На выходе ИС (инвертирующий триггер Шмитта) можно получить прямоугольные импульсы при входном сигнале произвольной формы.

Назначение выводов:

- 1 - вход X2;
- 2 - вход X1;
- 3 - выход Y1;
- 4 - выход Y2;
- 5 - вход X3;
- 6 - вход X4;
- 7 - общий;
- 8 - вход X6;
- 9 - вход X5;
- 10 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 12 - вход X7;
- 13 - вход X8;
- 14 - напряжение питания.

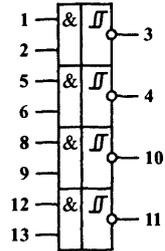


Рис. 2.9. Условное графическое обозначение К561ТЛ1.

2.3.4. К561ТМ2 (аналог CD4013АЕ)

Микросхема представляет собой два D-триггера с динамическим управлением. Установка триггеров по входам R и S принудительная, поэтому сигналы синхронизации С и информационного входа D не изменяют состояния триггера на выходе во время действия сигналов R и S, при подаче уровня 1 на вход R триггер устанавливается в нулевое состояние, а на S - в единичное.

Назначение выводов:

- 1 - выход Q1;
- 2 - выход Q1;
- 3 - вход C1;
- 4 - вход R1;
- 5 - вход D1;
- 6 - вход S1;
- 7 - общий;
- 8 - вход S2;
- 9 - вход D2;
- 10 - вход R2;
- 11 - вход C2;
- 12 - выход Q2;
- 13 - выход Q2;
- 14 - напряжение питания.

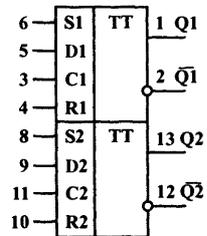


Рис. 2.10. Условное графическое обозначение К561ТМ2.

Табл. 2.2. Электрические параметры микросхем серии К561.

Параметр	К561ЛА7	К561ЛЕ5	К561ЛН2	К561ТМ2	К561ТЛ1
U _{ип} , В.	3 + 15	3 + 15	3 + 15	3 + 15	3 + 15
U _{вых} , В. -низкого уровня, при воздействии помехи.	U _{ип} = 10 В ≤ 2,9 U _{ип} = 5 В ≤ 0,95	≤ 2,9 ≤ 0,95	2,9 0,95	≤ 1 ≤ 0,8	≤ 1 ≤ 0,8
U _{вых} , В. -высокого уровня, при воздействии помехи.	U _{ип} = 10 В ≥ 7,5 U _{ип} = 5 В -	≥ 7,2 ≥ 3,6	7,2 3,6	≥ 9 ≥ 4,2	≥ 9,95 ≥ 4,95
I _{пот} , мкА.	U _{ип} = 15 В ≤ 5	≤ 5	≤ 2	≤ 20	≤ 2
I _{вх} , мкА. -низкого уровня	U _{ип} = 15 В ≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ -0,05
I _{вх} , мА. -низкого уровня	U _{ип} = 10 В ≥ 1,3 U _{ип} = 6 В ≥ 0,51	0,6 0,3	≥ 8 2,6	≥ 0,9 ≥ 0,5	≥ 1,3 ≥ 0,51
I _{вх} , мА. -высокого уровня	U _{ип} = 10 В ≥ 1,3 U _{вых} = 4,6 В; U _{ип} = 5 В ≥ 0,5 U _{вых} = 2,5 В; U _{ип} = 5 В ≥ 1,6	0,3 0,25	≥ 1,25	≥ 0,6 ≥ 0,25	≥ -1,3 ≥ -0,51 ≥ -1,6
t _{д.р.} , нс.	U _{ип} = 10 В ≤ 80 U _{ип} = 5 В ≤ 160	115	≤ 50 ≤ 110	150 420	≤ 300 ≤ 600
C _{вх} , пф.	≤ 11	≤ 12	≤ 30	≤ 10	-

2.4. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ К140

Микросхемы этой серии представляют собой операционные усилители, предназначенные для усиления постоянного и переменного токов, построения решающих усилителей, балансных модуляторов, фазовых детекторов, аналоговых преобразователей и других узлов РЭО.

2.4.1. К140УД1А (Б, В)/КР140УД1А (Б, В) - (функциональный аналог $\mu A702$)

Микросхема представляет собой операционный усилитель общего назначения.

Назначение выводов:

- 1 (1) - напряжение питания (-Uпит);
- 2 (2) - контрольный вывод;
- 3 (4) - контрольный вывод;
- 4 (5) - общий;
- 5 (7) - выход;
- 7 (8) - напряжение питания (+Uпит);
- 9 (10) - вход инвертирующий;
- 10 (11) - вход неинвертирующий;
- 12 (14) - контрольный вывод;

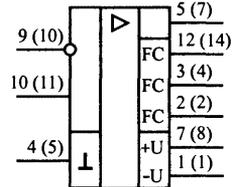


Рис. 2.11. Условное графическое обозначение К140УД1 (КР140УД1).

Примечание. В скобках указана нумерация выводов для микросхем в 14⁻выводном корпусе (рис. 2.13-б - тип корпуса 2101.14-1).

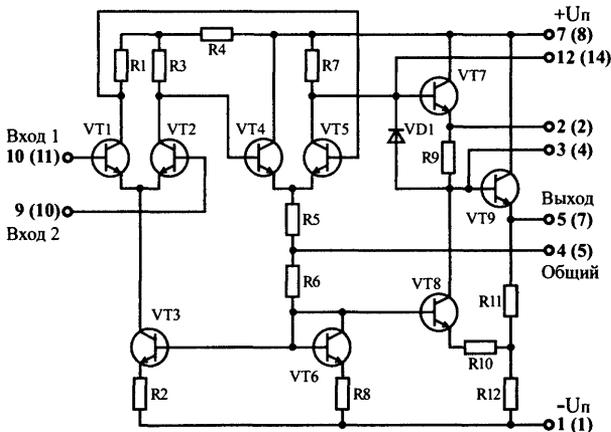


Рис. 2.12. Электрическая принципиальная схема К140УД1.

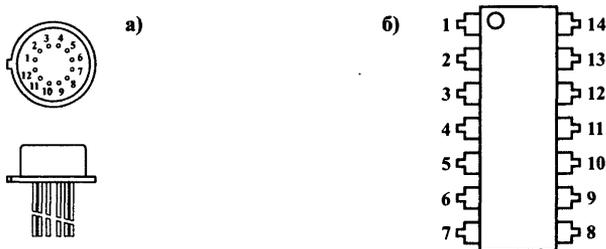


Рис. 2.13. Тип корпуса: а - 301.12-1 (для К140УД1); б - 201.14-1 (для КР140УД1).

Принципиальная схема интегрального операционного усилителя К140УД1 приведена на рис. 2.12.

Его первый дифференциальный каскад выполнен на транзисторах VT1 и VT2. Эмиттерные токи этих транзисторов стабилизированы генератором тока на транзисторах VT3 и VT6, причём последний (его коллекторный переход замкнут накоротко) используется в качестве термостабилизирующего диода.

Применение генератора тока для стабилизации режима работы первого каскада позволяет значительно снизить чувствительность ОУ к синфазному, т. е. обеспечивает достаточно высокий коэффициент ослабления синфазных входных напряжений Кос.сф.

Усиленный полный дифференциальный сигнал, выделяющийся на коллекторах транзисторов VT1 и VT2, поступает на вход второго дифференциального каскада, выполненного на транзисторах VT4 и VT5. Переход от дифференциального выхода первого каскада к одиночному выходу второго осуществляется за счет включения транзистора VT4 по схеме эмиттерного повторителя. При этом выходной сигнал, снимаемый с коллектора VT1, изменяет (например, увеличивает) потенциал базы транзистора VT5, а сигнал с коллектора транзистора VT2 (через эмиттерный переход VT4) уменьшает потенциал эмиттера VT5. Иными словами, к эмиттерному переходу этого транзистора приложен практически полный выходной сигнал первого каскада.

С коллектора транзистора VT5 усиленный сигнал поступает на вход следующего каскада, который выполнен на транзисторе VT7. Через резисторы R5 и R6 осуществляется отрицательная обратная связь по синфазному сигналу с эмиттеров VT4 и VT5 на базу транзистора VT3. Эта обратная связь, обеспечивающая более высокий коэффициент Кос.сф, действует следующим образом.

При появлении на входе ОУ синфазного сигнала выходное напряжение первого каскада несколько изменяется (генератор тока на транзисторе VT3 неидеален). Допустим, оно увеличилось. Это приведет к увеличению эмиттерных токов транзисторов VT4 и VT5, а следовательно, и тока базы транзистора VT3. В результате коллекторный ток этого транзистора также возрастает, а выходное напряжение первого каскада уменьшится, что и скомпенсирует действие синфазного сигнала. При соединении вывода 4 с общим проводом устройства, в котором используется ОУ, действие рассмотренной обратной связи нарушается, поэтому коэффициент Кос. Сф, естественно, уменьшается.

Напряжение, подаваемое на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT7, не равно нулю даже при отсутствии сигнала на входе ОУ. Выходное же напряжение ОУ в этом случае, должно быть равно нулю. Смещение уровня постоянного напряжения при переходе от одиночного выхода второго дифференциального каскада к выходу оконечного (VT9) происходит за счет падения напряжения на резисторе R9, через который течет строго определенный ток. Требуемая величина и стабильность этого тока обеспечиваются генератором тока, выполненном на транзисторе VT8. Упомянувшийся ранее транзистор VT6 выполняет функции термостабилизирующего диода и для этого генератора.

Выходной каскад ОУ К140УД1 также выполнен по схеме эмиттерного повторителя (VT9). Положительная обратная связь по току (через резистор R12) введена для снижения выходного сопротивления ОУ.

В большинстве случаев ОУ используют с внешней отрицательной обратной связью с выхода на вход. Для обеспечения устойчивой работы. Т. е. для исключения возможности самовозбуждения ОУ, охваченного обратной связью, необходимо, чтобы произведение его коэффициента усиления на коэффициент передачи цепи обратной связи было меньше единицы на частоте, при которой фазовый сдвиг в ОУ превышает 180°. Выводы 2, 3 и 12 интегрального ОУ предназначены для подключения внешних корректирующих цепей, обеспечивающих соблюдение этого условия.

Действие корректирующих цепей, состоящих, как правило, из резисторов и конденсаторов. Заключается в снижении коэффициента усиления ОУ или в уменьшении фазового сдвига в нем. Так, включение между выводами 12 и 1 цепи из последовательно соединенных резистора и конденсатора обеспечивает частотно-зависимое шунтирование нагрузки транзистора VT5, что приводит к уменьшению коэффициента усиления ОУ. Действие же конденсатора, включенного между выводами 2 и 3, приводит к уменьшению фазового сдвига сигнала в ОУ.

При одновременной подаче на входы ИС синфазного и дифференциального входных напряжений потенциал не должен превышать 1,5 и 3 В для К(КР)140УД1А, 3 и 6 В для К(КР)140УД1Б,В.

В таблице 2.3, в графе "Rн.min" указано минимальное сопротивление нагрузки. Следует иметь в виду, что это сопротивление указано для максимального выходного напряжения. Если же усилитель работает в таком режиме, что его выходное напряжение меньше Uвых.max, то и величина Rн может быть соответственно уменьшена и определяется из соотношения :

$$U_{\text{вых.max}}/R_{\text{н.min}} = U_{\text{вых}}/R_{\text{н}}$$

При уменьшении питающего напряжения (в пределах от $U_{и.п.ном}$ до $U_{и.п.мин}$) входные напряжения также должны быть пропорционально уменьшены. Необходимо помнить также, что сумма напряжений, приложенных к любому входу операционного усилителя, не должна быть больше чем $U_{вх.сф.мах}$.

В структуре рассмотренного ОУ можно выделить три основные части: дифференциальные каскады усиления напряжения, каскад сдвига уровня напряжения и выходной каскад усиления мощности. По такой структурной схеме построены все выпускаемые в настоящее время ОУ широкого применения. Различие между ними заключается лишь в схемотехнике составных частей.

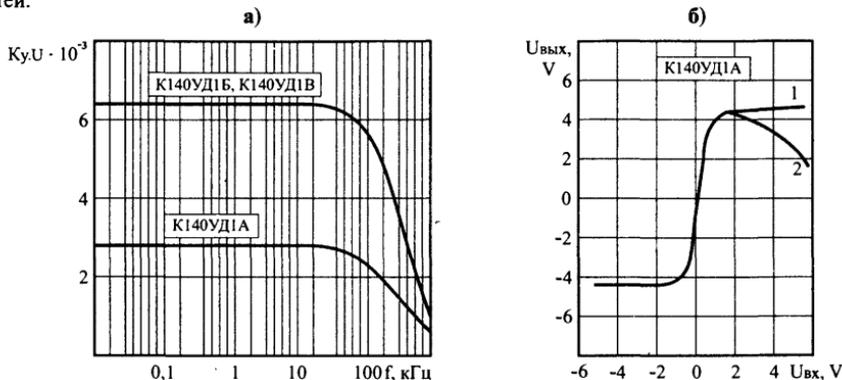


Рис. 2.14. Характеристика ИМС К140УД1: а - частотная; б - амплитудная (1 - вывод 4 заземлен; 2 - вывод 4 свободен).

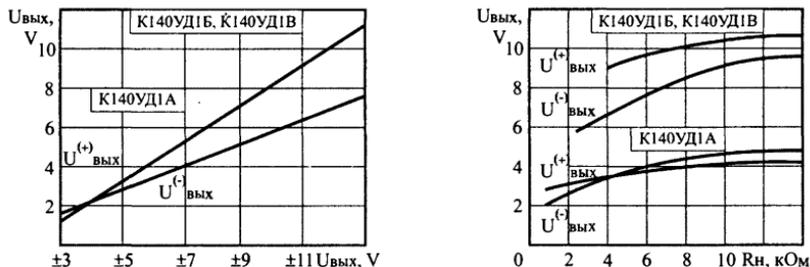


Рис. 2.15. Зависимость выходного напряжения положительного и отрицательного уровня ИМС К140УД1 от: а - напряжения источника питания; б - сопротивления нагрузки.

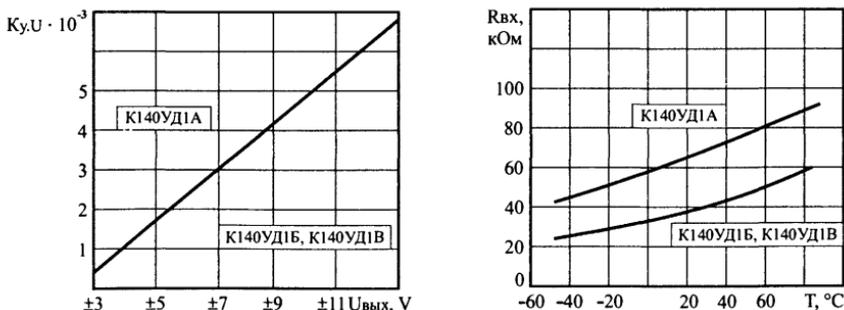


Рис. 2.16. Зависимость: а - коэффициента усиления от напряжения источника питания; б - входного сопротивления ИМС от температуры.

Табл. 2.3. Электрические параметры микросхем серии К140УД1.

Параметр	К140УД1А	КР140УД1А	К140УД1Б	КР140УД1Б	К140УД1В	КР140УД1В
Уип, В.	$\pm 3 \div 7$	$\pm 3 \div 7$	$\pm 7 \div 14$	$\pm 7 \div 14$	$\pm 7 \div 14$	$\pm 7 \div 14$
Уип. ном, В.	$\pm 6,3 \pm 0,5\%$	$\pm 6,3 \pm 0,315$	$\pm 12,6 \pm 0,5\%$	$\pm 12,6 \pm 0,63$	$\pm 12,6 \pm 0,63$	$\pm 12,6 \pm 0,63$
Ипот, не более, мА.	$4,2 \div 6$	$4,2 \div 6$	$8 \div 12$	$8 \div 12$	$10 \div 12$	$10 \div 12$
Увх. диф. тах, не более, В.	$\pm 1,2 \div 1,5$	$\pm 1,2 \div 1,5$	$\pm 1,2 \div 1,5$	$\pm 1,2 \div 1,5$	$\pm 1,2 \div 1,5$	$\pm 1,2 \div 1,5$
Увх. сф. тах, не более, В.	± 3	± 3	± 6	± 6	± 6	± 6
Увых. тах, не менее, В.						
Уип=6,3 В, Rн=5,05К, Увх= $\pm 0,1$ В	$\pm 2,8$	3				
Уип=12,6 В, Rн=5,05К, Увх= $-0,1$ В			6	6	6	6
Уип=12,6 В, Rн=5,05К, Увх= $0,1$ В			-5,7		-5,7	
Усм. нуля, не более, мВ.	$\pm 7 \div 9$	$\pm 7 \div 9$	$\pm 7 \div 9$	$\pm 5 \div 9$	$\pm 7 \div 9$	$\pm 7 \div 9$
Ивх, не более, мКА.	7	7	9	7,5	9	9
Δ Ивх, не более, мКА.	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$
Rн. min, не менее, КОм.	5	5	5	5	5	5
Rвх, не менее, КОм.	50	50	50	50	50	30
KуУ, не менее.	500 \div 4500	500 \div 4500	1300 \div 12000	2000 \div 12000	8000	8000
Косл. сф, не менее, ДБ.	60	60	60	60	60	60
f _г , не менее, МГц.	5	5	5	5	8	8

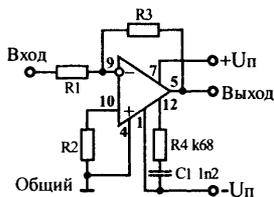


Рис. 2.17. Схема включения микросхем в режиме масштабного усилителя К140УД1.

2.5. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ K548

Микросхемы этой серии выполнены по планарно-эпитаксиальной технологии на биполярных транзисторах с изоляцией элементов диэлектриком.

2.5.1. K548УН1 (аналог LM381)

Микросхема представляет собой малошумящий двухканальный усилитель для предварительного усиления сигналов частотой до 1 МГц.

Усилитель имеет малые шумы и нелинейные искажения встроенный, стабилизатор напряжения, внутреннюю частотную коррекцию, защиту от короткого замыкания.

Корпус типа 201.14-1 (рис 2.6-6).

Назначение выводов:

- 1 - вход неинвертирующий 1;
- 2 - вход инвертирующий 1;
- 3 - общий эмиттер 1;
- 4 - общий;
- 5 - коррекция;
- 6 - коррекция;
- 7 - выход 1^{го} канала;
- 8 - выход 2^{го} канала;
- 9 - напряжение питания;
- 10 - коррекция;
- 11 - коррекция;
- 12 - общий эмиттер 2;
- 13 - вход инвертирующий 2;
- 14 - вход неинвертирующий 2.

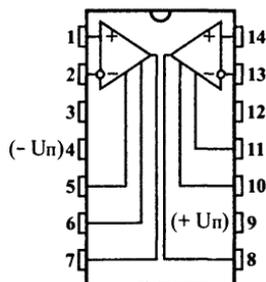


Рис. 2.18. Условное графическое обозначение K548УН1.

Электрические параметры микросхем серии K548УН1

Номинальное напряжение питания	12 В ± 10 %.
Максимальная амплитуда импульсов выходного напряжения	(Uп - 3) В.
Напряжение шумов, приведенное ко входу:	
K548УН1А	≤ 0,7 мкВ;
K548УН1Б	≤ 1 мкВ;
K548УН1В	≤ 1,6 мкВ.
Ток потребления при U _{вых} = 5 В ± 20%	≤ 15 мА.
Коэффициент усиления напряжения в несимметричном режиме при U _{вых} = 2 В, f = 100 Гц, R _н = 10 кОм	≥ 5 · 10 ⁴ .
Коэффициент ослабления выходного сигнала соседнего канала при U _{вых} = 2 В, K _{у.у} = 1000, f = 1 кГц, R _г = 600 Ом, R _н = 10 кОм	60 дБ.
Коэффициент влияния нестабильности источника питания к выходному напряжению:	
K548УН1А	100 дБ.
K548УН1Б, K548УН1В	110 дБ.
Коэффициент нелинейных искажений при U _{вых} = 2 В, K _{у.у} = 50, f = 1 кГц, R _н = 2 кОм	≤ 0,1 %.
Частота единичного усиления	≥ 20 МГц.

Предельно допустимые режимы эксплуатации:

Напряжение источника питания, не более	30 В.
Входное напряжение, максимальное	300 мВ.

2.6. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ K553

2.6.1. K553УД1 (аналог μ A709C)

Микросхема представляет собой операционный усилитель средней точности. Корпус типа 201.14-1 (рис 2.6-б).

Назначение выводов:

- 1 - не используется;
- 2 - не используется;
- 3 - коррекция частотная 1;
- 4 - вход инвертирующий;
- 5 - вход неинвертирующий;
- 6 - общий;
- 7 - не используется;
- 8 - не используется;
- 9 - коррекция частотная 2;
- 10 - выход;
- 11 - напряжение питания;
- 12 - коррекция частотная 1;
- 13 - не используется;
- 14 - не используется.

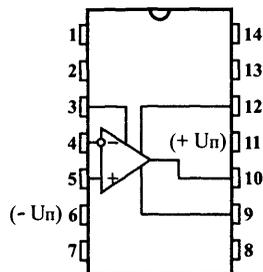


Рис. 2.19. Условное графическое обозначение K553УД1.

Электрические параметры микросхем серии K553УД1

Номинальное напряжение питания	15 В \pm 10 %.
Максимальное выходное напряжение	\geq 10 В.
Напряжение смещения нуля:	
K553УД1А	\leq 7,5 мВ;
K553УД1В	\leq 2 мВ.
Ток потребления:	
K553УД1А	\leq 6 мА;
K553УД1В	\leq 3,6 мА.
Средний входной ток:	
K553УД1А	\leq 1,5 мкА;
K553УД1В	\leq 0,2 мкА.
Разность входных токов:	
K553УД1А	\leq 0,5 мкА;
K553УД1В	\leq 0,05 мкА.
Коэффициент усиления напряжения:	
K553УД1А	\geq 2 \cdot 10 ⁴ ;
K553УД1В	\geq 2,5 \cdot 10 ⁴ .
Коэффициент ослабления синфазных входных напряжений:	
K553УД1А	\geq 65 дБ;
K553УД1В	\geq 80 дБ.

Предельно допустимые режимы эксплуатации:

Напряжение источника питания	13,5 \div 16,5 В.
Входное напряжение, максимальное	4,5 В.
Максимальное синфазное входное напряжение	8 В.
Значение статического потенциала	200 В.
Минимальное сопротивление нагрузки	2 кОм.
Температура окружающей среды	- 45 \div + 85° С.

2.7. МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ K554

2.7.1. K554CA3 (K554CA301, KP554CA3, K521CA3 - аналог LM311N)

Микросхема представляет собой компаратор напряжения с малыми входными токами и высокой чувствительностью.

Назначение выводов:

- 2 (1) - эмиттерный вход;
- 3 (2) - неинвертирующий вход;
- 4 (3) - инвертирующий вход;
- 6 (4) - питание ($-U_{пп2}$);
- 7 (5) - балансировка;
- 8 (6) - стробирование, балансировка;
- 9 (7) - коллекторный выход;
- 11(8) - питание ($+U_{пп1}$).

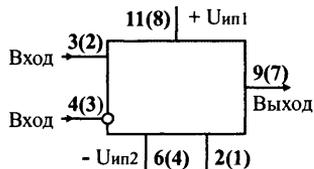


Рис. 2.20. Условное графическое обозначение K554CA3A (Б).

Примечание.

В скобках указана нумерация выводов для микросхем в 8^{ми}-выводном корпусе (рис. 2.21 - тип корпуса 2101.8-1).

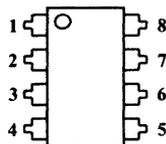


Рис. 2.21. Тип корпуса 2101.8-1.

Табл. 2.4. Максимальные режимы работы.

Символ	Параметр	Значение	Единица
U_{6-11}	Напряжение между выводами 6 и 11	$4,5 \pm 33$	В
$U_{вх.сф}$	Синфазное входное напряжение	± 15	В
$U_{вх.мах}$	Предельное входное напряжение	30	В
U_{2-9}	Напряжение между выводами 2 и 9	33	В
$P_{мах}$	Мощность рассеивания при $T = +75^\circ\text{C}$	500	мВт

Табл. 2.5. Параметры ИМС K554CA3.

Символ	Параметр	K554CA3A	K554CA3B	Режим измерения
$U_{пп1}$, В	Напряжение источника питания	$+15 \pm 1,5$	$+15 \pm 1,5$	-
$U_{пп2}$, В	Напряжение источника питания	$-15 \pm 1,5$	$-15 \pm 1,5$	-
$I_{пот1}$, мА	Ток потребления	≤ 6	$\leq 7,5$	1
$I_{пот2}$, мА	Ток потребления	≤ 5	≤ 5	2
$U_{см}$, мВ	Напряжение смещения нуля	≤ 3	$\leq 7,5$	3
$I_{вх.ср.}$, нА	Входной ток	≤ 100	≤ 250	-
$\Delta I_{вх.}$, нА	Разность входных токов	$\leq 0,01$	$\leq 0,05$	-
$K_{у.у.}$	Коэффициент усиления напряжения	$\leq 1,5 \cdot 10^3$	$\leq 1,5 \cdot 10^3$	4, 5
$U_{ост.}$, В		$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	1, 6
$t_{зд.}^{0,1}$, нс	Время задержки при включении	300	300	1, 6

Режим измерения:

1 - $U_{вх} = 0,01$ В; 2 - $U_{вх} = -0,01$ В; 3 - $R_G = 50$ кОм; 4 - $R_H = 10$ кОм; 5 - $U_{вых} = \pm 10$ В; 6 - $I_H = 50$ мА.

3. ПРОВЕРКА И ЗАМЕНА РАДИОЭЛЕМЕНТОВ

Почти каждый автолюбитель имеет в качестве измерительного прибора авометр (тестер) того или иного типа, в состав которого входит омметр. Им то и можно проверять почти все радиоэлементы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы, диоды, тиристоры, транзисторы, некоторые микросхемы. Омметр образован внутренним источником тока (сухим элементом или батареей), стрелочным прибором и набором резисторов, которые переключаются при изменении пределов измерения. Сопrotивления резисторов подобраны таким образом, чтобы при коротком замыкании клемм омметра стрелка прибора отклонилась вправо до последнего деления шкалы. Это деление соответствует нулевому значению измеряемого сопротивления. Когда же клеммы омметра разомкнуты, стрелка прибора стоит напротив левого крайнего деления шкалы, которое обозначено значком бесконечно большого сопротивления. Если к клеммам омметра подключено какое-то сопротивление, стрелка показывает промежуточное значение между нулем и бесконечностью, и отсчет производится по оцифровке шкалы. В связи с тем, что шкалы омметров выполняются в логарифмическом масштабе, края шкалы получаются сжатыми. Поэтому наибольшая точность измерения соответствует положению стрелки в средней, растянутой части шкалы. Таким образом, если стрелка прибора оказывается у края шкалы, в сжатой ее части, для повышения точности отсчета следует переключить омметр на другой предел измерения.

Прибор производит измерение сопротивления, подключенного к его клеммам, путем измерения постоянного тока, протекающего в измерительной цепи. Поэтому к измеряемому сопротивлению прикладывается постоянное напряжение от встроенного в омметр источника. В связи с тем, что некоторые радиоэлементы обладают разными сопротивлениями постоянному току в зависимости от полярности приложенного напряжения, для грамотного использования омметра необходимо знать, какая из клемм омметра соединена с минусом встроенного источника тока, а какая - с плюсом (обычно, но не всегда, плюсовая клемма обозначается значком "+"). В паспорте авометра эти сведения не указаны, и их нужно определить самостоятельно. Это можно сделать либо по схеме авометра, либо экспериментально с помощью какого-либо дополнительного вольтметра или исправного диода любого типа.

Шупы омметра подключают к вольтметру так, чтобы стрелка вольтметра отклонялась вправо от нуля. Тогда тот шуп, который подключен к плюсу вольтметра, будет также плюсовым, а второй - минусовым.

При использовании в этих целях диода два раза измеряют его сопротивление: сначала произвольно подключая к диоду шупы, а второй раз - наоборот. За основу берется то измерение, при котором показания омметра получаются меньшими. При этом шуп, подключенный к аноду диода, будет плюсовым, а шуп, подключенный к катоду диода - минусовым (рис. 3.1).

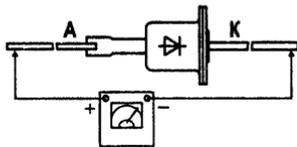


Рис. 3.1. Определение полярности клемм авометра.

При проверке исправности того или иного радиоэлемента возможны две различные ситуации: либо проверка подложит изолированный, отдельный элемент, либо элемент, впаянный в какое-то устройство. Нужно учесть то, что, за редкими исключениями, проверка элемента, впаянного в схему, не получится полноценной, при такой проверке возможны грубые ошибки. Они связаны с тем, что параллельно контролируемому элементу в схеме могут оказаться подключены другие элементы, и омметр будет измерять не сопротивление проверяемого элемента, а сопротивление параллельного соединения его с другими элементами. Оценить возможность достоверной оценки исправности контролируемого элемента схемы можно путем изучения этой схемы, проверяя, какие другие элементы к нему подключены и как они могут повлиять на результат измерения. Если такую оценку произвести затруднительно или невозможно, следует отпаять от остальной схемы хотя бы один из двух выводов контролируемого элемента и только после этого производить его проверку. При этом также не следует забывать и о том, что тело человека также обладает некоторым сопротивлением, зависящим от влажности кожной поверхности и от других факторов. Поэтому при пользовании омметром во избежание появления ошибки измерения нельзя касаться пальцами обоих выводов проверяемого элемента.

Кроме того, как показывает опыт, большая часть повреждений полупроводниковых приборов происходит при их проверке, наладке и контроле схем. Поэтому наконечники проводов

измерительных приборов должны иметь конструкцию, исключающую возможность случайных замыканий цепей в схемах.

Проверка резисторов. Проверка постоянных резисторов производится омметром путем измерения их сопротивления и сравнения с номинальным значением, которое указано на самом резисторе и на принципиальной схеме блока.

При измерении сопротивления резистора полярность подключения к нему омметра не имеет значения. Необходимо помнить, что действительное сопротивление резистора может отличаться по сравнению с номинальным на величину допуска. Поэтому, например, если проверяется резистор с номинальным сопротивлением 100 К и допуском $\pm 10\%$, действительное сопротивление такого резистора может лежать в пределах от 90 до 110 К. Кроме того, сам омметр обладает определенной погрешностью измерения (обычно порядка 10%). Таким образом, при отклонении фактически измеренного сопротивления на 20 % от номинального значения, резистор следует считать исправным.

При проверке переменных резисторов сопротивление измеряется между крайними выводами, которое должно соответствовать номинальному значению с учетом допуска и погрешности измерения, а также необходимо измерять сопротивление между каждым из крайних выводов и средним выводом. Эти сопротивления при вращении оси из одного крайнего положения в другое должны плавно, без скачков изменяться от нуля до номинального значения. При проверке переменного резистора, впаивая в схему, два из его трех выводов необходимо выпаивать. Если переменный резистор имеет дополнительные отводы, допустимо, чтобы только один вывод оставался припаянным к остальной части схемы.

Замена резисторов. Для резисторов основными параметрами являются номинальное сопротивление, максимально допустимая мощность рассеивания, допуск (разброс) номинального сопротивления, температурный коэффициент сопротивления (ТКС).

Наиболее распространенные постоянные резисторы - МЛТ. Для них определяющими параметрами являются лишь первые два, поэтому в большинстве конструкций при замене можно ставить резистор того же номинала с большей допустимой мощностью - это приведет лишь к увеличению габаритов конструкции. Если в описании конструкции нет специальных оговорок, в большинстве случаев подойдут резисторы другого номинала, возможно близкого к указанному на схеме. Делать этого не следует в тех случаях, когда резисторы должны использоваться, например, в делителях напряжения измерительных приборов, во времязадающих цепях, в фильтрах и регуляторах тембра. Здесь определяющим параметром становится еще и допуск номинального значения сопротивления, а для делителей и шунтов измерительных приборов, помимо всего прочего - ТКС.

С переменными резисторами ситуация иная - кроме допустимой рассеиваемой мощности и номинального сопротивления, они характеризуются еще рядом параметров, в частности, видом зависимости сопротивления от угла поворота движка. Но не смотря на это, в большинстве случаев работоспособность устройства не нарушается при замене переменного резистора другим, близкого номинала и не меньшей рассеиваемой мощности.

Проверка конденсаторов. В принципе конденсаторы могут иметь следующие дефекты: обрыв, пробой и повышенная утечка. Пробой конденсатора характеризуется наличием между его выводами короткого замыкания, то есть нулевого сопротивления. Поэтому пробитый конденсатор любого типа легко обнаруживается омметром путем проверки сопротивления между его выводами. Конденсатор не пропускает постоянного тока, его сопротивление постоянному току, которое измеряется омметром, должно быть бесконечно велико. Однако это оказывается справедливо лишь для идеального конденсатора. В действительности, между обкладками конденсатора всегда имеется какой-то диэлектрик, обладающий конечным значением сопротивления, которое называется сопротивлением утечки. Его-то и измеряют омметром. В зависимости от используемого в конденсаторе диэлектрика устанавливаются критерии исправности по величине сопротивления утечки. Слоистые, керамические, пленочные, бумажные, стеклянные и воздушные конденсаторы имеют очень большое сопротивление утечки, а при их проверке омметр должен показывать бесконечно большое сопротивление. Однако имеется большая группа конденсаторов, сопротивление утечки которых сравнительно невелико. К ней относятся все полярные конденсаторы, которые рассчитаны на определенную полярность приложенного к ним напряжения, и эта полярность указывается на их корпусе. При измерении сопротивления утечки этой группы конденсаторов необходимо соблюдать полярность подключения омметра (плюсовой вывод омметра должен присоединяться к плюсовому выводу конденсатора), в противном случае результат измерения будет неверным. К этой группе конденсаторов в первую очередь относятся все электро-

литические конденсаторы КЭ, КЭГ, ЭГЦ, Э.Ч, ЭМИ, К50, ЭТ, ЭТО, К51, К52 и оксидно-полупроводниковые конденсаторы К53. Спротивление утечки исправных конденсаторов этой группы должно быть не менее 100 К, а конденсаторов ЭТ, ЭТО, К51, К52 и К53 не менее 1М0. При проверке конденсаторов большой емкости нужно учесть, что при подключении омметра к конденсатору, если он не был заряжен, начинается его зарядка, и стрелка омметра делает бросок в сторону нулевого значения шкалы. По мере зарядки стрелка движется в сторону увеличения сопротивлений. Чем больше емкость конденсатора, тем медленнее движется стрелка. Отсчет сопротивления утечки следует производить только после того, как она практически остановится. При проверке конденсаторов емкостью порядка 1000 мкФ на это может потребоваться несколько минут. Внутренний обрыв или частичная потеря емкости конденсатором не могут быть обнаружены омметром, для этого необходим прибор, позволяющий измерять емкость конденсатора. Однако обрыв конденсатора емкостью более 0,2 мкФ может быть обнаружен омметром по отсутствию начального скачка стрелки во время зарядки. Следует заметить, что повторная проверка конденсатора на обрыв по отсутствию начального скачка стрелки может производиться только после снятия заряда, для чего выводы конденсатора нужно замкнуть на короткое время.

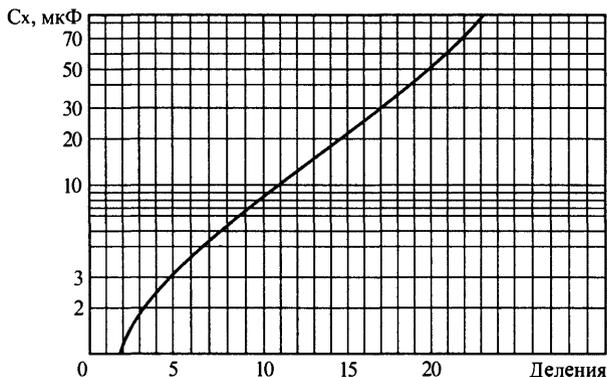


Рис. 3.2. График зависимости показаний тестера Ц-20 от ёмкости конденсатора.

На рис. 3.2 показан график зависимости показаний тестера Ц-20 от ёмкости конденсатора, он справедлив для случая установки щупа омметра в гнездо "x1000". Если же щуп находится в гнезде "x100", то определённую по графику ёмкость необходимо увеличить в 10 раз, а при установке щупа в гнезде "x10" (при проверке конденсаторов с большой ёмкостью) - в 100 раз.

Замена конденсаторов. При замене конденсаторов, кроме номинальной емкости и предельно допустимого напряжения, иногда приходится учитывать температурный коэффициент емкости (ТКЕ) - он является определяющим параметром для конденсаторов, работающих в высокостабильных устройствах, например, мультивибраторах, таймерах, генераторах, фильтрах, колебательных контурах, автоэлектронике и т. д. В них нужно применять конденсаторы с малым ТКЕ, например, типа КТ группа П33, М33. Весьма стабильны конденсаторы К31 (аналог КСО).

Практически во всех остальных случаях, когда стабильность емкости не играет роли, можно использовать конденсаторы любых типов, учитывая лишь номинальную емкость и напряжение. Конечно, допустима установка конденсатора с большим напряжением, тем более, что у такого конденсатора значительно меньше ток утечки.

Во всех случаях конденсаторы с большим разбросом значения емкости можно заменить на конденсаторы с меньшим разбросом, алюминиевые, оксидные конденсаторы (К50-3, К50-6) на полупроводниковые и танталовые (К52-2, К53-1). Оксидные полярные конденсаторы допустимо заменить неполярными (бумажными и керамическими), но обратная замена нежелательна.

Примечание.

Если при замене резистора или конденсатора у Вас не оказалось необходимого номинала, то можно подобрать необходимый номинал, путём последовательного или параллельного соединения элементов (для облегчения расчётов, можно воспользоваться номограммой на рис. 3.3).

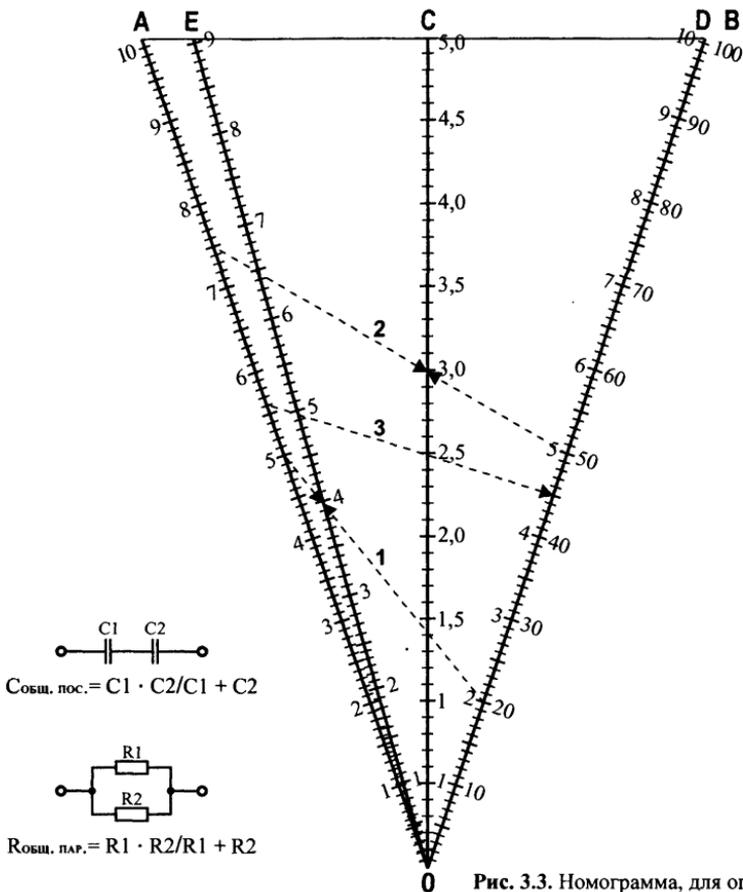


Рис. 3.3. Номограмма, для определения общей ёмкости последовательно соединённых конденсаторов и общего сопротивления параллельно соединённых резисторов.

При определении общих параметров деталей, номиналы которых имеют один порядок, пользуются шкалами OA, OB, OC, а если номиналы различаются на один порядок, то шкалами OA, OD, OE. Поясним это на примерах.

Пример 1. Последовательно соединены конденсаторы ёмкостью 5 и 20 мкФ. Приложив линейку к делению 5 на шкале OA и к делению 20 на шкале OD, на шкале OE прочтем результат - 4 мкФ.

Пример 2. Параллельно соединены два резистора с номиналами 7,5 и 5 кОм. Прикладывая край линейки к делениям 7,5 на шкале OA и 5 - на шкале OB, на шкале OC считываем результат - 3 кОм.

Пример 3. Какой ёмкости конденсатор необходимо включить последовательно с конденсатором ёмкостью 5,6 пФ, чтобы их общая ёмкость была 2,5 пФ. Прикладывая линейку к делениям 5,6 на шкале OA и 2,5 - на шкале OC, на шкале OB прочтем - 4,5 пФ.

Пример 4. Нужно подобрать два резистора одного порядка номиналов, общее сопротивление которых при параллельном соединении составило бы 30 Ом. Деления с цифрой 30 на шкале OC нет, поэтому придется пользоваться делением 3,0 помня о том, что полученный результат надо будет умножить на 10. Прикладывая линейку к этому делению и поворачивая ее относительно деления, как вокруг оси, находят сопротивления резисторов по шкалам OA и OB, а затем выбирают наиболее приемлемый вариант.

Проверка низкочастотных дросселей и трансформаторов. Как правило, в паспортных данных аппаратуры или в инструкциях по ремонту указываются значения сопротивлений обмоток постоянному току, которые можно использовать при проверке трансформаторов и дросселей.

Обрыв обмотки фиксируется по бесконечно большому сопротивлению между ее выводами. Если же сопротивление значительно меньше номинального, это может указывать на наличие короткозамкнутых витков. Однако, чаще всего короткозамкнутые витки возникают в небольшом количестве, когда происходит замыкание между соседними витками и сопротивление обмотки изменяется незначительно. Для проверки отсутствия короткозамкнутых витков можно поступить следующим образом. У трансформатора выбирается обмотка с наибольшим количеством витков, к одному из выводов которой подключается омметр с помощью зажима "крокодил". Ко второму выводу этой обмотки прикасаются слегка влажным пальцем левой руки. Держа металлический наконечник второго щупа омметра правой рукой, подключают его ко второму выводу обмотки, не отрывая от него пальца левой руки. Стрелка омметра отклоняется от своего начального положения, показывая сопротивление обмотки. Когда стрелка остановится, отводят правую руку со щупом от второго вывода обмотки. В момент разрыва цепи, при исправном трансформаторе, чувствуется легкий удар электрическим током за счет ЭДС самоиндукции, возникающей при разрыве цепи. В связи с тем, что энергия разряда мизерна, никакой опасности такая проверка не представляет. При наличии короткозамкнутых витков в проверяемой обмотке или в других обмотках трансформатора ЭДС самоиндукции резко падает и электрического удара не ощущается. Омметр при этом нужно использовать на самом меньшем пределе измерения, который соответствует наибольшему току измерения.

Проверка диодов. Полупроводниковые диоды характеризуются резко нелинейной вольт-амперной характеристикой. Поэтому их прямой и обратный токи, при одинаковом приложенном напряжении, различны. На этом основана проверка диодов омметром. Прямое сопротивление измеряется при подключении плюсового вывода омметра к аноду, а минусового вывода - к катоду диода. У пробитого диода прямое и обратное сопротивления равны нулю. Если диод оборван, оба сопротивления бесконечно велики. Указать заранее значения прямого и обратного сопротивлений или их соотношение нельзя, так как они зависят от приложенного напряжения, а это напряжение у разных авометров и на разных пределах измерения различно. Тем не менее, у исправного диода обратное сопротивление должно быть больше прямого (рис. 3.4). Отношение обратного сопротивления к прямому у диодов, рассчитанных на низкие обратные напряжения, велико (может быть более 100). У диодов, рассчитанных на большие обратные напряжения, это отношение оказывается незначительным, так как обратное напряжение, приложенное к диоду омметром, мало по сравнению с тем обратным напряжением, на которое диод рассчитан.

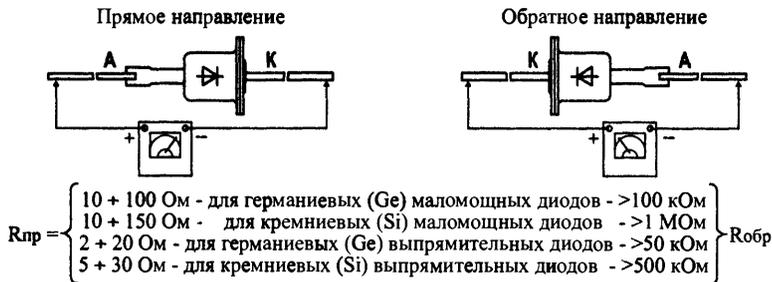


Рис. 3.4. Порядок проверки диодов с указанием приблизительных значений прямого и обратного сопротивления для некоторых видов диодов.

Методика проверки стабилитронов и варикапов не отличается от изложенной. Как известно, если к диоду приложено напряжение, равное нулю, ток диода также будет равен нулю. Для получения прямого тока необходимо приложить к диоду какое-то пороговое небольшое напряжение. Любой омметр обеспечивает приложение такого напряжения. Однако если соединено последовательно и согласно (в одну сторону) несколько диодов, пороговое напряжение, необходимое для отпирания всех диодов, увеличивается и может оказаться больше, чем напряжение на клеммах омметра. По этой причине измерить прямые напряжения диодных столбов или селеновых столбиков при помощи омметра оказывается невозможно.

Замена диодов. В большинстве случаев при замене диодов бывает достаточно оценить воздействующее на диод обратное напряжение, протекающий через него прямой ток, допустимый обратный ток (обратное сопротивление диода) и максимальные частоты воздействующих на диод сигналов.

Диоды, шунтирующие обмотки реле, предназначены для защиты транзисторов от пробоя из-за ЭДС самоиндукции, возникающей при обесточивании реле. В таких случаях диоды должны иметь максимально допустимое обратное напряжение не менее напряжения источника питания в этой части схемы, частотные свойства здесь не являются существенными.

Такой параметр, как обратный ток, важен лишь в тех случаях, когда диод должен надежно развязывать элементы устройства в закрытом состоянии.

Для выпрямителей определяющими параметрами являются предельный ток и напряжение. При токах до 10 А можно применять диоды серий Д242 + Д247 и подобные на соответствующее напряжение. При токах $1 \div 5$ А удобно использовать диоды серии КД202, КД226, при токах 0,5 + 1 А - диодные сборки серий КЦ402 + КЦ405, а при меньших токах - сборки КЦ407 или диоды КД209, КД105, Д226 и т. д. с соответствующим буквенным индексом в зависимости от напряжения. Все мощные диоды при токах выше 1 А следует устанавливать на радиаторы.

В импульсных и относительно высокочастотных (свыше нескольких килогерц) устройствах необходимо устанавливать импульсные диоды, например, серий КД503, КД509, Д220 и т.д. Такие же диоды следует применять в устройствах с цифровыми микросхемами.

Замена германиевых диодов кремниевыми допустима практически всегда, кроме случаев, когда важно прямое напряжение, в основном, когда они используются как элемент стабилизации низкого напряжения (0,5 + 2 В). Так, для кремниевых диодов оно лежит обычно в пределах 0,5 + 1 В, а у германиевых составляет всего лишь доли вольта (0,2 + 0,4 В). В данном случае заменять кремниевые диоды на германиевые нельзя.

А вот кремниевые диоды заменять на германиевые не следует из-за их значительно большего обратного тока.

Стабилитроны. Основные параметры этих приборов, учитываемые при замене - напряжение стабилизации, максимальный постоянный ток стабилизации и дифференциальное сопротивление. В большинстве случаев важно не столько само значение стабилизированного напряжения, сколько его стабильность. Поэтому без особых сомнений можно использовать вместо указанных на схеме стабилитроны с другим, но возможно близким, напряжением стабилизации. Исключение составляют параметрические стабилизаторы для питания ТТЛ-микросхем, рассчитанных на весьма узкий диапазон рабочих напряжений. В таких случаях желательно установить стабилитрон, указанный на схеме.

При замене стабилитронов следует учитывать и дифференциальное сопротивление - оно у заменяемого прибора не должно быть выше, чем у заменяемого.

Проверка тиристорov. Неуправляемые тиристоры (динисторы) могут быть проверены таким же образом, как диоды, если напряжение отпираания динистора меньше напряжения на клеммах омметра. Если же оно больше, динистор при подключении омметра не отпирается и омметр в обоих направлениях показывает очень большое сопротивление. Тем не менее, если динистор пробит, омметр это регистрирует нулевыми показаниями прямого и обратного сопротивлений.

Для проверки управляемых тиристорov (тринисторов) плюсовой вывод омметра подключается к аноду тиристора, а минусовой вывод к катоду. Омметр при этом должен показывать очень большое сопротивление, почти равное бесконечному. Затем замыкают выводы анода и управляющего электрода тиристора, что должно приводить к резкому уменьшению сопротивления, так как тиристор отпирается. Если после этого отключить управляющий электрод от анода, не разрывая цепи, соединяющей анод тиристора с омметром, для многих типов тиристорov омметр будет продолжать показывать низкое сопротивление открытого тиристора. Это происходит в тех случаях, когда анодный ток тиристора оказывается больше так называемого тока удержания. Тиристор остается открытым обязательно, если анодный ток больше гарантированного тока удержания. Это требование является достаточным, но не необходимым. Отдельные экземпляры тиристорov одного и того же типа могут иметь значения тока удержания значительно меньше гарантированного. В этом случае тиристор при отключении управляющего электрода от анода остается открытым. Но если при этом тиристор запирается и омметр показывает большое сопротивление, нельзя считать, что тиристор неисправен.

Проверка транзисторов. Эквивалентная схема биполярного транзистора представляет собой два диода, включенных навстречу один другому. Для р-п-р транзисторов эти эквивалентные диоды соединены катодами, а для п-р-п транзисторов - анодами. Таким образом, проверка транзистора омметром сводится к проверке обоих р-п переходов транзистора: коллектор - база и эмиттер - база. Для проверки прямого сопротивления переходов р-п-р транзистора минусовой вывод омметра подключается к базе, а плюсовой вывод омметра - поочередно к коллектору и эмиттеру. Для проверки обратного сопротивления переходов к базе подключается плюсовой вывод омметра. При проверке п-р-п транзисторов подключение производится наоборот: прямое сопротивление измеряется при соединении с базой плюсового вывода омметра, а обратное сопротивление при соединении с базой минусового вывода. При пробое перехода его прямое и обратное сопротивления оказываются равными нулю. При обрыве перехода его прямое сопротивление бесконечно велико. У исправных маломощных транзисторов обратные сопротивления переходов во много раз больше их прямых сопротивлений. У мощных транзисторов это отношение не столь велико, тем не менее, омметр позволяет их различить. Из эквивалентной схемы биполярного транзистора вытекает, что с помощью омметра можно определить тип проводимости транзистора и назначение его выводов (цоколевку). Сначала определяют тип проводимости и находят вывод базы транзистора. Для этого один вывод омметра подключают к одному выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются поочередно двух других выводов транзистора. Затем первый вывод омметра подключают к другому выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются свободных выводов транзистора. Затем вывод омметра подключают к третьему выводу транзистора, а другим выводом касаются остальных. После этого меняют местами выводы омметра и повторяют указанные измерения. Нужно найти такое подключение омметра, при котором подключение второго вывода омметра к каждому из двух выводов транзистора, не подключенных к первому выводу омметра, соответствует небольшому сопротивлению (оба перехода открыты). Тогда вывод транзистора, к которому подключен первый вывод омметра, является выводом базы. Если первый вывод омметра является плюсовым, значит, транзистор относится к п-р-п проводимости, если минусовым, значит - р-п-р проводимости. Теперь нужно определить, какой из двух оставшихся выводов транзистора является выводом коллектора. Для этого омметр подключается к этим двум выводам, база соединяется с плюсовым выводом омметра при п-р-п транзисторе или с минусовым выводом омметра при р-п-р транзисторе и замечается сопротивление, которое измеряется омметром. Затем выводы омметра меняются местами (база остается подключенной к тому же выводу омметра, что и ранее) и вновь замечается сопротивление по омметру. В том случае, когда сопротивление оказывается меньше, база была соединена с коллектором транзистора.

Полевые транзисторы проверять не рекомендуется.

Табл. 3.1. Порядок подключения выводов омметра к выводам проверяемого транзистора.

Тип транзистора	Эмиттер - база		Коллектор - база		Эмиттер - коллектор	
	Схема подключения	Сопротивление	Схема подключения	Сопротивление	Схема подключения	Сопротивление
р-п-р		$R_{np} =$ 5+50 Ом (Si) 2+20 Ом (Ge)		$R_{np} =$ 5+50 Ом (Si) 2+20 Ом (Ge)		$R_{обр} =$ >100 кОм (Si) >5 кОм (Ge)* >1 кОм (Ge)**
		$R_{обр} =$ >500 кОм (Si) >20 кОм (Ge)		$R_{обр} =$ >500 кОм (Si) >20 кОм (Ge)		$R_{np} =$ >10 кОм (Si) >500 Ом (Ge)* >20 кОм (Ge)**
п-р-п		$R_{np} =$ 5+50 Ом (Si) 2+20 Ом (Ge)		$R_{np} =$ 5+50 Ом (Si) 2+20 Ом (Ge)		$R_{np} =$ >10 кОм (Si) >500 Ом (Ge)* >20 кОм (Ge)**
		$R_{обр} =$ >500 кОм (Si) >20 кОм (Ge)		$R_{обр} =$ >500 кОм (Si) >20 кОм (Ge)		$R_{обр} =$ >100 кОм (Si) >5 кОм (Ge)* >1 кОм (Ge)**

* - транзисторы малой мощности, ** - мощные транзисторы.

Замена транзисторов. Подбор заменяющих транзисторов сложен из-за большого числа параметров, по которым он производится. Схема анализа возможных вариантов такова:

Во-первых, выбирается транзистор с аналогичной структурой (р-п-р или п-р-п проводимости).

Во-вторых, проводят оценку действующих в узлах устройства токов и напряжений. Максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер транзистора должно быть больше, чем максимальное (с учетом переменной составляющей) напряжение, действующее на этом участке.

В узлах, где имеется значительная переменная составляющая, ее необходимо учитывать при выборе транзистора. Примером могут служить преобразовательные и двухтактные каскады усилителей звуковой частоты. Постоянное напряжение, приложенное между коллекторами и эмиттерами транзисторов в этих каскадах, составляет половину напряжения источника питания (при однополярном питании). Однако здесь действует переменное напряжение с амплитудой, близкой к половине напряжения источника. Таким образом, реально напряжение коллектор-эмиттер в данном случае изменяется практически от нуля до полного напряжения источника питания. Значит, транзисторы в оконечном и преобразовательном каскаде должны иметь соответствующее максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер. Аналогичным образом проверяют, подходит ли транзистор по максимальному току коллектора и по мощности рассеиваемой на коллекторе.

Во многих случаях критичным может оказаться выбор транзистора по статическому коэффициенту передачи тока. Однако при больших потребляемых токах или низкоомных нагрузках значение статического коэффициента передачи тока может быть уже не критичным. В любом случае при замене следует оценить, обеспечивают ли предыдущие каскады необходимый ток в нагрузке (по постоянной и переменной составляющим) при минимально допустимом значении этого коэффициента.

И наконец, необходимо проверить, подходит ли заменяющий транзистор по частотным характеристикам.

Таким образом основными параметрами транзисторов, учитываемыми при замене являются - максимально допустимые напряжение коллектор-эмиттер, ток коллектора, рассеиваемая мощность коллектора, а также статический коэффициент передачи тока (в схеме с общим эмиттером). Выбирать заменяющий транзистор следует из того же класса, что и заменяемый (маломощный, высокочастотный и т. д.), и с такими же или несколько лучшими параметрами.

Для маломощных транзисторов в подавляющем большинстве случаев можно заменить германиевые (например, серий МП37, МП42) на кремниевые (КТ361, КТ315) соответствующей структуры. Практически всегда можно заменить транзисторами КТ3102 (n-p-n) и КТ3107 (p-n-p) любые другие соответствующей структуры, кроме используемых в сверхвысокочастотных устройствах. Для ключевых режимов (например, в каскадах согласования с цифровыми микросхемами) выбор транзистора не имеет большого значения, лишь бы были соблюдены требования по допустимой мощности рассеивания и быстродействию (этому требованию удовлетворяют транзисторы, специально предназначенные для работы в импульсных устройствах).

Вывод базы транзистора желательно присоединять в схему первыми и отключать последними. Запрещается подавать напряжение на транзистор, база которого отключена.

При замене транзисторов средней и большой мощности следует учитывать равенство или близость параметров заменяемого и заменяющего транзисторов.

Разумеется, лучше заменять транзисторы распространенных старых серий на новые (см. табл. 3.2), хотя в некоторых случаях придется несколько изменить режим работы транзистора.

Табл. 3.2. Замена устаревших транзисторов современными.

устаревший транзистор	современный транзистор	устаревший транзистор	современный транзистор
МП9А; МП10А	КТ306А + Г	П401; П403Б; П416А, Б; П417А; П422; П423	КТ326А, Б
МП11А	КТ312А + В		
МП13Б; МП14А, Б; МП15А; МП16А, Б	КТ203А + Д		
МП20А; МП21В + Е	КТ501А + М	П201Э, АЭ	КТ814А + Г
МП25А, Б; МП27А; МП26А, Б; П28	КТ501А + М; КТ502А + Е	П4АЭ + ДЭ	КТ814А + Г; КТ816А + Г
П29А; П30	КТ502А + Е	П202Э; П203Э	КТ816А + Г
МП35; МП36А	КТ201А + Е	П215	КТ837В
МП37А, Б; МП38А	КТ503А + Д	П605А; П606А	КТ639А + Д
МП39Б; МП40А; МП41А; МП42А, Б	КТ502А + Е; КТ203А + Д	П607А; П608А, Б; П609А, Б	КТ644А + Г

Проверка составных транзисторов. Эквивалентная схема составного транзистора представлена на рис. 3.5.

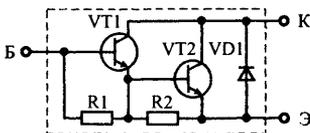


Рис. 3.5. Эквивалентная схема составного транзистора включённого по схеме Дарлингтона.

Табл. 3.3. Порядок проверки транзисторов Дарлингтона.

Тип транзистора	Эмиттер - база		Коллектор - база		Эмиттер - коллектор	
	Схема подключения	Сопротивление	Схема подключения	Сопротивление	Схема подключения	Сопротивление
n-p-n		500 ÷ 550 Ом		2M0 → M27 → 30K → K51 *		2M0 → M27 → 30K → K51 *
		600 ÷ 650 Ом		∞		∞

* - Проверку этих переходов, следует производить следующим образом:

- подключить выводы прибора к транзистору (как указано в табл. 3.3), на цифровом табло появится первое значение сопротивления перехода (порядка 2 МОм), затем не отрывая щупы от выводов транзистора, замкните на короткое время (0,5 + 1 с) между собой щупы. После размыкания щупов, на табло появится второе значение сопротивления (порядка 300 кОм), затем повторите действие ещё раз, значение сопротивления перехода должно находиться в пределах 30 кОм, затем ещё раз замкните щупы (на 3 + 4 с), в результате на цифровом табло появится четвёртое значение сопротивления перехода составного транзистора.

Значения сопротивлений переходов, представленных в таблице 3.3, указаны для составного транзистора Дарлингтона - КТ898А.

У зарубежных и отечественных аналогов этого транзистора, значения сопротивлений переходом немного отличаются. Поэтому есть смысл самостоятельно составить такую же таблицу, по выше приведённой методике, для транзисторов, с которыми Вы чаще работаете.

Примечание. Измерение сопротивлений переходов составных транзисторов лучше производить цифровым вольтметром с высоким входным сопротивлением (в данном случае измерения производились цифровым прибором В7-40).

Замена составных транзисторов. При подборе аналога составному транзистору, следует пользоваться теми же принципами, что и при замене обычных биполярных транзисторов.

Импортные транзисторы ВU941Z/ZP/ZPF1, ВU931Z/ZP/ZPF1/RPF1, ВU930 можно заменить на отечественные КТ898А/А1, КТ8232А2, КТ897А (С97А) и другие, или на два включенных по схеме Дарлингтона (см. рис. 3.5 и табл. 3.4).

Табл. 3.4. Транзисторная пара, включенная по схеме Дарлингтона.

Транзисторная пара		Сопротивление резисторов		Диод VD1
VT1	VT2	R1	R2	
КТ809А	КТ828А	К10	К10	КД209А
КТ812А	КТ828А	К10	К20	
КТ809А	КТ840А	К10	К10	
КТ826А	КТ812А	К51	К22	
КТ812А	КТ812А	43R	10R	

Замена однопереходных транзисторов. Заменить однопереходные транзисторы серии КТ117, можно двумя биполярными транзисторами включёнными по схеме показанной на рис. 3.6. Параметры транзисторов серии КТ117 показаны на стр. 164.

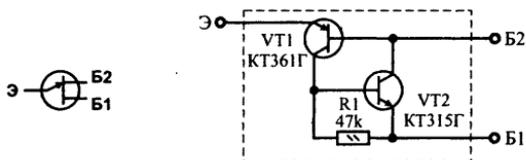


Рис. 3.6. Схема аналога однопереходного транзистора (на практике применяются и другие схемы аналога, с незначительными изменениями).

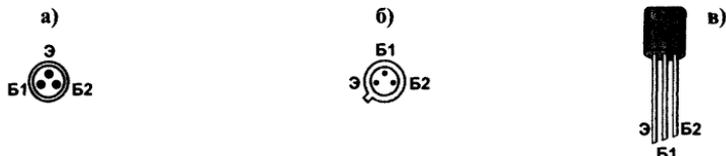


Рис. 3.7. Цоколёвка транзистора КТ117:

а - в старом корпусе; б - в новом металлическом корпусе; в - в новом пластмассовом корпусе.

Общее примечание.

Транзисторы, диоды и другие полупроводниковые приборы при ремонте заменяют только при выключенных источниках питания.

Как правило, выводы паяют на расстоянии 10 мм от корпуса (если в ТУ не оговорено иное). Важно, чтобы при пайке осуществлялся постоянный теплоотвод между корпусом полупроводникового прибора и местом пайки.

Следует помнить, что полупроводниковые приборы разрушаются даже при кратковременном повышении температуры свыше 150° С, поэтому время пайки должно быть минимальным. Для пайки обычно используется припой с температурой плавления не превышающей 260° С (например, припой ПОС - 40).

Тем, кто не знаком с печатным монтажом, рекомендуется вышедшую из строя деталь печатной платы выкусывать так, чтобы в плате остались проводки длиной 5 ± 15 мм, к которым и следует припаивать новую деталь, или вышедшую из строя деталь выкусывают из платы, а остатки ее выводов выпаявают и удаляют из отверстий платы, в которые устанавливают исправный элемент.

4. СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

4.1. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ

Международная система единиц, или сокращенно СИ, утверждена в 1960 году на XI Международной генеральной конференции по мерам и весам.

В настоящее время в научно-технической, справочной и учебной литературе физические величины указываются в единицах системы СИ.

Система СИ строится на основных и производных единицах, названия и обозначения которых приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Табл. 4.1. Основные единицы системы СИ.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		Русское	Международное
Длина	Метр	м	m
Масса	Килограмм	кг	kg
Время	Секунда	с	s
Сила электрического тока	Ампер	А	A
Термодинамическая температура Кельвина	Кельвин	К	K
Количество вещества	Моль	Моль	Mol
Сила света	Кандела	Кд	Cd

В системе семь основных единиц:

- метр - единица длины;
- килограмм - единица массы (вместо “веса”);
- секунда - единица времени;
- ампер - единица силы тока;
- кельвин - единица температуры;
- моль - единица количества вещества;
- кандела - единица силы света.

Кроме этого, имеются две дополнительные единицы измерения - радиан истерадиан.

Все остальные единицы - производные, устанавливаются с помощью формул на основе взаимосвязей между физическими величинами.

К числу производных относятся, например, герц - единица частоты, ватт - единица электрической мощности, ом - единица электрического сопротивления.

Обозначения единиц, получивших наименования в честь ученых, например: Ампер, Вольт, Ом, Генри, пишут с большой буквы (А, В, Ом, Гн).

Чтобы упростить написание и чтение численных величин, значение которых во много раз больше или меньше основной или производной единицы, введены десятичные кратные и дольные (дробные) приставки (см. табл. 4.3).

Система СИ включает восемь кратных (дека, гекто, кило, Мега, Гига, Тера, Пэта, Экста) и восемь дольных (деци, санти, милли, микро, нано, пико, фемто, атто) приставок.

Как пользоваться таблицей 4.3, поясняют следующие примеры:

$$\begin{aligned}1 \text{ кГц} &= 1 \cdot 10^3 \text{ Гц}; \\1 \text{ МГц} &= 1 \cdot 10^3 \text{ кГц} = 1 \cdot 10^6 \text{ Гц}; \\1 \text{ мВ} &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}; \\1 \text{ мкВ} &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ мВ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ В}; \\1 \text{ нФ} &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}; \\1 \text{ пФ} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}.\end{aligned}$$

Табл. 4.2. Производные единицы системы СИ.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		Русское	Международное
Частота	Герц	Гц	Hz
Сила	Ньютон	Н	N
Энергия, работа, количество теплоты	Джоуль	Дж	J
Мощность: - активная - реактивная - полная	Ватт Вар Вольт-ампер	Вт вар В-А	W var V-A
Количество электричества, электрический заряд	Кулон	Кл	C
Электрическое напряжение, электрический потенциал, ЭДС	Вольт	В	V
Электрическая ёмкость	Фарада	Ф	F
Электрическое сопротивление	Ом	Ом	Ω
Электрическая проводимость	Сименс	См	S
Магнитная индукция	Тесла	Т	T
Индуктивность, взаимная индукция	Генри	Гн	H
Световой поток	Люмен	Лм	Lm
Давление	Паскаль	Па	Pa

Табл. 4.3. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		Русское	Международное
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{18}$	Экста	Э	E
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{15}$	Пэта	П	P
$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	Тера	Т	T
$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	Гига	Г	G
$1\ 000\ 000 = 10^6$	Мега	М	M
$1\ 000 = 10^3$	Кило	к	k
$100 = 10^2$	(Гекто)	г	h
$10 = 10^1$	(Дека)	да	da
$0,1 = 10^{-1}$	(Деци)	д	d
$0,01 = 10^{-2}$	(Санتي)	с	c
$0,001 = 10^{-3}$	Милли	м	m
$0,000\ 001 = 10^{-6}$	Микро	мк	μ
$0,000\ 000\ 001 = 10^{-9}$	Нано	н	n
$0,000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$	Пико	п	p
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-15}$	Фемто	ф	f
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-18}$	Атто	а	a

4.2. ПАРАМЕТРЫ ТИРИСТОРОВ

Тиристор - полупроводниковый прибор с двумя устойчивыми состояниями, имеющий три и более р-п - переходов, который может переключаться из закрытого состояния в открытое и наоборот. В зависимости от характера ВАХ и способа управления, тиристоры подразделяются на динисторы, триодные тиристоры, не проводящие в обратном направлении, запираемые тиристоры, симметричные тиристоры, оптронные тиристоры.

Динистор (диодный тиристор) имеет два вывода и переключается в открытое состояние импульсами напряжения заданной амплитуды.

Триодный тиристор, не проводящий в обратном направлении (тиристор), включается импульсами тока управления, а выключается либо подачей обратного напряжения, либо прерыванием тока в открытом состоянии.

Запираемый тиристор выключается с помощью импульсов тока управления.

Симистор (симметричный тиристор) является эквивалентом встречно-параллельного соединения двух тиристоров и способен пропускать ток в открытом состоянии как в прямом, так и в обратном направлениях. Включается симистор одно- и разнополярными импульсами тока управления.

Оптронный тиристор (оптотиристор) управляется с помощью светового сигнала от светодиода, расположенного внутри корпуса прибора.

Термины и буквенные обозначения параметров тиристоров.

$I_{вкл}$ - ток включения - наименьший основной ток, необходимый для поддержания тиристора в открытом состоянии непосредственно после окончания действия импульса тока управления после переключения тиристора из закрытого состояния в открытое;

$I_{уд}$ - ток удержания в открытом состоянии;

$I_{ос}$ - постоянный ток в открытом состоянии;

$I_{ос, ср\ max}$ - максимальный допустимый средний ток в открытом состоянии;

$I_{ос, д\ max}$ - максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии (для симисторов);

$I_{з, и}$ - запираемый импульсный ток (для запираемых тиристоров);

$I_{ос, п}$ - повторяющийся импульсный ток в открытом состоянии: наибольшее мгновенное значение тока в открытом состоянии тиристора, включая все повторяющиеся переходные токи;

$I_{ос, удр}$ - ударный неповторяющийся ток в открытом состоянии: наибольший импульсный ток в открытом состоянии, протекание которого вызывает превышение максимально допустимой температуры перехода, но воздействие которого за время службы тиристора предполагается редким, с ограниченным числом повторений;

$I_{зс}$ - постоянный ток тиристора, обусловленный постоянным напряжением в закрытом состоянии;

$I_{зс, и}$ - импульсный ток в закрытом состоянии;

$I_{зс, п}$ - повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии;

$I_{обр}$ - постоянный обратный ток;

$I_{обр, и}$ - импульсный обратный ток;

$I_{у, обр, и}$ - импульсный обратный ток управления;

$I_{у, обр, п}$ - повторяющийся импульсный обратный ток управления;

$I_{у, от}$ - отпирающий постоянный ток управления: наименьший постоянный ток управления, необходимый для включения тиристора;

$I_{у, от, и}$ - отпирающий импульсный ток управления;

$I_{у, з}$ - запирающий постоянный ток;

$I_{у, з, и}$ - запирающий импульсный ток управления: наименьший импульсный ток управления, необходимый для выключения тиристора;

$I_{у, пр, и}$ - прямой импульсный ток управления;

$Q_{вкл}$ - заряд включения.

$U_{зс}$ - максимально допустимое постоянное напряжение в закрытом состоянии;

$U_{зс, п}$ - повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии - наибольшее мгновенное значение напряжения в закрытом состоянии, прикладываемое к тиристорам, включая только повторяющиеся переходные напряжения;

$U_{от}$ - отпирающее постоянное напряжение: наименьшее значение прямого напряжения, необходимое для переключения динистора из закрытого состояния в открытое;

$U_{\text{нот}}$ - неотпирающее постоянное напряжение: наибольшее значение прямого напряжения, вызывающее переключения динистора из закрытого состояния в открытое;

$U_{\text{з, от}}$ - отпирающее постоянное напряжение управления, соответствующее отпирающему току управления.

$U_{\text{у, от, и}}$ - отпирающее импульсное напряжение управления, соответствующее отпирающему импульсному току управления;

$U_{\text{обр}}$ - постоянное обратное напряжение;

$U_{\text{обр, п}}$ - повторяющееся импульсное обратное напряжение - наибольшее мгновенное значение обратного напряжения, прикладываемого к тиристор, включая только повторяющиеся переходные напряжения;

$U_{\text{у, обр, и}}$ - обратное импульсное напряжение управления;

$U_{\text{ос}}$ - постоянное напряжение на тиристоре, обусловленное постоянным током в открытом состоянии;

$U_{\text{ос, и}}$ - импульсное напряжение в открытом состоянии - наибольшее мгновенное значение напряжения в открытом состоянии, обусловленное импульсным током в закрытом состоянии заданного значения;

$U_{\text{з}}$ - запирающее постоянное напряжение управления, соответствующее запирающему постоянному току управления;

$U_{\text{з, и}}$ - запирающее импульсное напряжение управления, соответствующее запирающему импульсному току управления;

$U_{\text{у, пр, и}}$ - прямое импульсное напряжение управления;

$U_{\text{разв}}$ - напряжение гальванической развязки между выводами управления и силовыми выводами (действующее значение);

$dU_{\text{зе}}/dt$ - скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии;

$(dU_{\text{зе}}/dt)_{\text{кр}}$ - критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии - наибольшее значение скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии, которое не вызывает переключения тиристора из закрытого состояния в открытое;

$dI_{\text{ос}}/dt$ - скорость нарастания тока в открытом состоянии;

$(dI_{\text{ос}}/dt)_{\text{кр}}$ - критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии - наибольшее значение скорости нарастания тока в открытом состоянии, при котором тиристор остается в рабочем состоянии;

$P_{\text{ос, ср}}$ - средняя рассеиваемая мощность в открытом состоянии - произведение мгновенных значений тока и напряжения в открытом состоянии, усредненное по всему периоду;

$P_{\text{у, и}}$ - импульсная рассеиваемая мощность управления - произведение мгновенных значений тока и напряжения управления;

$t_{\text{вкл}}$ - время включения - интервал времени, в течение которого тиристор включается импульсом тока управления. (Интервал времени измеряют от момента в начале импульса тока управления до момента, когда основное напряжение понижается до заданного напряжения. Время включения может быть определено по нарастанию тока в открытом состоянии до заданного значения);

$t_{\text{выкл}}$ - время выключения - наименьший интервал времени между моментом, когда основной ток после внешнего переключения основных цепей понизился до нуля, и моментом когда тиристор способен выдерживать напряжение в закрытом состоянии с определенной скоростью его нарастания;

$t_{\text{пр}}$ - время нарастания;

$t_{\text{сп}}$ - время спада.

$t_{\text{и}}$ - длительность импульса тока или напряжения в открытом состоянии;

$t_{\text{зд}}$ - время задержки;

$T_{\text{с}}$ - температура окружающей среды;

$T_{\text{к}}$ - температура корпуса;

$T_{\text{п}}$ - температура перехода;

$R_{\text{т п-к}}$ - тепловое сопротивление переход-корпус: отношение разности между температурой перехода и температурой корпуса к мощности, рассеиваемой тиристором в заданном режиме;

$R_{\text{разв}}$ - сопротивление гальванической развязки между выводами управления и силовыми выводами.

Примечание: При предельно допустимых параметрах к буквенному обозначению добавляется индекс "max" или "min" соответственно.

Табл. 4.4. Характеристики диносторов.

Тип прибора	Предельные значения параметров режима при $T_c \text{ max}$							Электрические и временные параметры									РИС №
	$I_{ос, ср \text{ max}}, A$	$I_{ос, п \text{ max}}, A$ при $I_{ос, ср} = 50 \text{ mA}$, $t_{и} = 2 \text{ мкс}$	$U_{зс}, B$	$U_{обр}, B$	$(dU_{зс}/dt)_{\text{max}}, B/\text{мкс}$		$T_c \text{ max}, ^\circ C$	при $T_c = 25^\circ C$					при $T_c \text{ max}$				
					$T_c = 25^\circ C$	$T_c = 100^\circ C$		$U_{ос}, B$	$I_{ос}, A$	$Q_{вкл}, \text{мкКл}$	$U_{от, и}, B$ при $t_{и} = 2 \text{ мкс}$	$t_{ввкл}, \text{мкс}$	$U_{нот, и}, B$ при $t_{и} = 2 \text{ мкс}$	$I_{уд}, \text{mA}$	$I_{зс}, \text{mA}$	$I_{обр}, \text{mA}$	
2Н102А	200	10	5	2	0,3	0,08	100	1,5	0,2	110	20	40	2	0,1 + 15	0,15	0,5	ТИ1
КН102А	200	10	5	—	—	—	85	1,5	0,2	110	20	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102Б	200	10	7	3	0,5	0,12	100	1,5	0,2	110	28	40	3	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102Б	200	10	7	—	—	—	85	1,5	0,2	110	28	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102В	200	10	10	4	0,7	0,16	100	1,5	0,2	110	40	40	4	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102В	200	10	10	—	—	—	85	1,5	0,2	110	40	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102Г	200	10	14	6	0,9	0,23	100	1,5	0,2	110	56	40	6	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102Г	200	10	14	—	—	—	85	1,5	0,2	110	56	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102Д	200	10	20	8	1,3	0,33	100	1,5	0,2	110	80	40	8	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102Д	200	10	20	—	—	—	85	1,5	0,2	110	80	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102Е	200	10	30	7,5	2	0,5	100	1,5	0,2	110	75	40	7,5	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102Ж	200	10	30	12	2	0,5	100	1,5	0,2	110	120	40	12	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102Ж	200	10	30	—	—	—	85	1,5	0,2	110	120	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	
2Н102И	200	10	50	15	3,3	0,83	100	1,5	0,2	110	150	40	15	0,1 + 15	0,15	0,5	
КН102И	200	10	50	—	—	—	85	1,5	0,2	110	150	40	—	0,1 + 15	0,15	0,5	

Табл. 4.5. Характеристики запираемых тиристоров.

Тип прибора	Предельные значения параметров режима										Электрические и временные параметры							РИС №
	при $T_n \text{ max}$						$I_{y, з, и, А}$	$U_{y, з, и, В}$	$I_{y, обр, и, А}$	$U_{y, обр, и, В}$	при $T_n = 25^\circ\text{C}$				при $T_n \text{ max}$			
	$I_a, \text{ max, А}$	$T_k, ^\circ\text{C}$	$U_{зс, В}$	$U_{обр, В}$	$(di_{зс}/dt)_{кр, В/мкс}$	$T_n \text{ max, } ^\circ\text{C}$					$U_{ос, В}$	$I_{ос, А}$	$\Delta U_{м, и, } 'U_{и}$	$U_{y, от, и, В}$	$t_{выкл} (\text{бр}), \text{ мкс}$	$t_{выкл} (\text{ср}), \text{ мкс}$	$I_{зс, mA}$	
КУ102А	0,05	—	50	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102А	0,05	—	50	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102Б	0,05	—	100	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102Б	0,05	—	100	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102В	0,05	—	150	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102В	0,05	—	150	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102Г	0,05	—	200	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ102Г	0,05	—	200	5	200	110	0,02	12	0,02	20	2,5	0,05	20	7	5	20	0,1	
КУ204А	2	60	50	40	20	120	0,36	35	—	—	3,2	2	100	3	(4)	(5)	10	
КУ204А	2	60	50	40	20	120	0,4	35	—	—	3	2	150	5	(4)	(5)	5	
КУ204Б	2	60	100	40	20	120	0,36	35	—	—	3,2	2	100	3	(4)	(5)	10	
КУ204Б	2	60	100	40	20	120	0,4	35	—	—	3	2	150	5	(4)	(5)	5	
КУ204В	2	60	200	40	20	120	0,36	35	—	—	3,2	2	100	3	(4)	(5)	10	
КУ204В	2	60	200	40	20	120	0,4	35	—	—	3	2	150	5	(4)	(5)	5	

Табл. 4.6. Характеристики незапираемых импульсных тириستоров малой мощности.

Тип прибора	Предельные значения параметров режима при $T_n \text{ max}$									Электрические и временные параметры								РИС №
	Ioc, ср max (Ioc, max), А	$T_c (T_k), ^\circ\text{C}$	Ioc, п max, А	$t_n, \text{ мкс (мс)}$	Uзс, В	Uобр, В	Poc, ср, Вт	$(dU_{ac}/dt)_{\text{max}}, \text{ В/мкс}$	$T_c (T_k) \text{ max}, ^\circ\text{C}$	при $T_c = 25^\circ\text{C}$				при $T_c \text{ max (} T_c = 25^\circ\text{C)}$				
										Uoc (Uoc, и), В	Ioc (Ioc, и), А	Iy, от, и (Iy), mA	Iy, от, и (Iy), В	tвыкл (tup), мкс	tвыкл, мкс	Iзс, mA	Iобр, mA	
2Y101A	0,075	70	1	10	50	10	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(8)	2	70	0,5	0,5	ТИ4
KY101A	0,075	50	1	10	50	10	0,15	100	85	2,25	0,075	12	(10)	2	70	0,5	0,5	
2Y101Б	0,075	70	1	10	50	50	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(8)	2	70	0,5	0,5	
KY101Б	0,075	50	1	10	50	50	0,15	100	85	2,25	0,075	12	(10)	2	70	0,5	0,5	
2Y101Г	0,075	70	1	10	80	80	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(4,5)	2	70	0,5	0,5	
KY101Г	0,075	50	1	10	80	80	0,15	100	85	2,25	0,075	12	(10)	2	70	0,5	0,5	
2Y101Д	0,075	70	1	10	150	150	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(8)	2	70	0,5	0,5	
2Y101Е	0,075	70	1	10	150	150	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(4,5)	2	70	0,5	0,5	
KY101Е	0,075	50	1	10	150	150	0,15	100	85	2,25	0,075	12	(10)	2	70	0,5	0,5	
2Y101Ж	0,075	70	1	10	50	10	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(4,5)	2	70	0,5	0,5	
2Y101И	0,075	70	1	10	50	50	0,15	100	125	2,25	0,075	12	(4,5)	2	70	0,5	0,5	
KY103A	—	85	0,001	—	150	—	0,15	—	85	—	—	—	2	—	—	0,15	—	
KY103B	—	70	0,001	—	300	300	0,15	—	70	—	—	—	2	—	—	0,15	0,15	
KY103B	—	85	0,001	—	300	—	0,15	—	85	—	—	—	2	—	—	0,15	—	
2Y104A	0,1	70	3	10	15	10	0,2	10	125	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	ТИ2

KY104A	0,1	70	3	10	15	10	0,2	10	85	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	ТИ2
ZY104Б	0,1	70	3	10	30	10	0,2	10	125	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
KY104Б	0,1	70	3	10	30	10	0,2	10	85	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
ZY104Б	0,1	70	3	10	60	10	0,2	10	125	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
KY104В	0,1	70	3	10	60	10	0,2	10	85	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
ZY104Г	0,1	70	3	10	100	10	0,2	10	125	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
KY104Г	0,1	70	3	10	100	10	0,2	10	85	2	0,1	15	2	0,29	(2,5)	0,5	—	
ZY106A	0,075	35	1	500	50	10	0,4	10	125	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	ТИ5
KY106A	0,075	35	1	500	50	6	0,4	10	70	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
ZY106Б	0,075	35	1	500	50	10	0,4	10	125	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
KY106Б	0,075	35	1	500	50	6	0,4	10	70	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
ZY106В	0,075	35	1	500	100	10	0,4	10	125	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
KY106В	0,075	35	1	500	100	6	0,4	10	70	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
ZY106Г	0,075	35	1	500	100	10	0,4	10	125	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
KY106Г	0,075	35	1	500	100	6	0,4	10	70	2	0,1	(10)	—	1	(25)	0,1	—	
ZY110A	(0,3)	60	50	1	300	10	—	—	125	2	0,3	(0,5)	1	—	—	0,2	0,2	ТИ6
KY110A	(0,3)	—	0,6	(5)	300	10	—	—	(85)	1,7	0,3	(0,1)	(0,6)	1	40	(0,075)	0,2	
ZY110Б	(0,3)	60	50	1	200	10	—	—	125	2	0,3	(0,5)	1	—	8	0,2		
KY110Б	(0,3)	—	0,6	(5)	200	10	—	—	(85)	1,7	0,3	(0,1)	(0,6)	1	40	(0,075)	0,2	
ZY110В	(0,3)	60	50	1	100	10	—	—	125	2	0,3	(0,5)	1	—	8	0,2		
KY110В	(0,3)	—	0,6	(5)	100	10	—	—	(85)	1,7	0,3	(0,1)	(0,6)	1	40	(0,075)	0,2	
ZY111A	(0,3)	50	15	—	400	100	—	50	125	(5)	(15)	80	—	1	(20)	1	1	
KY111A	(0,3)	—	15	—	400	100	—	50	125	(5)	(15)	100	—	1	(20)	0,5	0,5	
ZY111Б	(0,3)	50	15	—	400	100	—	50	125	(5)	(15)	80	—	1	(20)	1	1	
KY111Б	(0,3)	—	15	—	200	100	—	50	125	(5)	(15)	100	—	—	8	0,5	0,5	
ZY111В	(0,3)	50	15	—	400	100	—	50	125	(5)	(15)	80	—	1	(100)	1	1	
KY111Г	(0,3)	50	15	—	400	100	—	50	125	(5)	(15)	80	—	1	(100)	1	1	
KY112A	0,32	—	6	(1)	30		0,75	10	85	2,4		(0,2)	(0,8)	1,2	7	(0,01)	—	

Табл. 4.7. Характеристики незапираемых импульсных тиристоров средней мощности.

Тип прибора	Предельные значения параметров режима при $T_n \text{ max}$												Электрические и временные параметры								РИС №		
	Ioc, ср max (Ioc, max), А	$T_c (T_k), ^\circ\text{C}$	Ioc, п max, А	$t_{и}, \text{мкс}$	Uzc, п (Uzc), В	Uobr, п (Uobr), В	Poc, ср, Вт	$(dU_{zc}/dt)_{\text{max}}, \text{В/мкс}$	$(dI_{oc}/dt)_{\text{max}}, \text{А/мкс}$	$T_k \text{ max}, ^\circ\text{C}$	$P_{y, \text{ и max}}, \text{Вт}$	Uy, пр, и max, В	Iy, пр, и, А		при $T_k (T_c) = 25^\circ\text{C}$				при $T_k \text{ max}$				
													min	max	Uoc (Uoc, и), В	Ioc (Ioc, и), А	Iy, от (Iy, от, и), mA	Uy, от (Uy, от, и), В	tвкл (tвп), мкс	tвыкл, мкс (при $T_k = 25^\circ\text{C}$)		Iac, п (Iac), mA	Iobr, п (Iobr), mA
KY108A	5	80	150	100	1000	500	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,15)	15	2,5	3	ТИ8
KY108B	5	80	150	100	1000	500	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,1)	35	2,5	3	
KY108E	5	80	150	100	1000	500	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	50	2,5	3	
KY108Ж	5	80	150	100	1000	500	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,1)	100	2,5	3	
KY108И	5	80	150	100	1000	500	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,15)	35	2,5	3	
KY108Л	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,15)	35	2,5	3	
KY108M	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,1)	35	2,5	3	
KY108H	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	35	2,5	3	
KY108P	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	50	2,5	3	
KY108C	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,1)	100	2,5	3	
KY108T	5	80	150	100	800	400	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	100	2,5	3	
KY108Ф	5	80	150	100	600	300	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	35	2,5	3	
KY108Ц	5	80	150	100	600	300	15	50	500	90	150	25	4,5	—	(50)	(50)	—	—	(0,3)	100	2,5	3	
KY109A	(3)	70	12	—	700	50	—	500	—	85	—	—	0,15	2	2	1	—	—	—	10	0,7	—	
KY109Б	(3)	70	12	—	700	50	—	200	—	85	—	—	0,15	2	2	1	—	—	—	15	0,7	—	

КУ109В	(3)	70	12	—	600	50	—	50	—	85	—	—	0,15	2	2	1	—	—	50	0,7	—	ТИ8
КУ109Г	(3)	70	12	—	500	50	—	50	—	95	—	—	0,15	2	2	1	—	—	50	0,7	—	
2У201А	2	70	30	50	(25)	—	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
КУ201А	2	50	30	50	(25)	—	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
2У201Б	2	70	30	50	(25)	(25)	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
КУ201Б	2	50	30	50	(25)	(25)	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
2У201В	2	70	30	50	(50)	—	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
КУ201В	2	50	30	50	(50)	—	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
2У201Г	2	70	30	50	(50)	(50)	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
КУ201Г	2	50	30	50	(50)	(50)	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
2У201Д	2	70	30	50	(100)	—	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
КУ201Д	2	50	30	50	(100)	—	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
2У201Е	2	70	30	50	(100)	(100)	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
КУ201Е	2	50	30	50	(100)	(100)	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
2У201Ж	2	70	30	50	(200)	—	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
КУ201Ж	2	50	30	50	(200)	—	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
2У201И	2	70	30	50	(200)	(200)	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
КУ201И	2	50	30	50	(200)	(200)	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
2У201К	2	70	30	50	(300)	—	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
КУ201К	2	50	30	50	(300)	—	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	—
2У201Л	2	70	30	50	(300)	(300)	4	5	3	110	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
КУ201Л	2	50	30	50	(300)	(300)	4	5	3	85	5	10	0,1	2	2	2	70	—	10	(100)	(5)	(5)
2У203А	(10)	60	100	50	(50)	(2)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	—
КУ203А	(10)	60	100	50	(50)	(2)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	12	(10)	—
2У203Б	(10)	60	100	50	(100)	(2)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	—
КУ203Б	(10)	60	100	50	(100)	(2)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	12	(10)	—
2У203В	(10)	60	100	50	(150)	(2)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	—
КУ203В	(10)	60	100	50	(150)	(2)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	12	(10)	(20)

Табл. 4.8. Характеристики незапираемых импульсных тиристоров средней мощности.

Тип Прибора	Предельные значения параметров режима при $T_n \text{ max}$													Электрические и временные параметры								РИС №	
	Ioc, ср max (loc, max), А	$T_c (T_k), ^\circ\text{C}$	Ioc, п max, А	$t_n, \text{ мкс}$	Uac, п (Uac), В	Uобр, п (Uобр), В	Poc, ср, Вт	(dIac/dt)max, В/мкс	(dIoc/dt)max, А/мкс	$T_k \text{ max}, ^\circ\text{C}$	$P_{y, \text{ и max}}, \text{ Вт}$	Uy, пр, и max, В	Iy, пр, и, А		при $T_k (T_c) = 25^\circ\text{C}$				при $T_k \text{ max}$				
													min	max	Uoc (Uoc, и), В	Ioc (loc, и), А	Iy, от (Iy, от, и), МА	Uy, от (Uy, от, и), В	tакт (tпр), мкс	tвыкл, мкс (при $T_k = 25^\circ\text{C}$)	Iac, п (Iac), МА		Iобр, п (Iобр), МА
2У203Г	(10)	60	100	50	(200)	(2)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	—	
КУ203Г	(10)	60	100	50	(200)	(2)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(10)	3	12	—	
2У203Д	(10)	60	100	50	(50)	(50)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	—	
КУ203Д	(10)	60	100	50	(50)	(50)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(10)	3	12	—	
2У203Е	(10)	60	100	50	(100)	(100)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	
КУ203Е	(10)	60	100	50	(100)	(100)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(10)	3	12	(10)	
2У203Ж	(10)	60	100	50	(150)	(150)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	
КУ203Ж	(10)	60	100	50	(150)	(150)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(10)	3	12	(10)	
2У203И	(10)	60	100	50	(200)	(200)	20	20	—	120	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(5)	3	7	(20)	
КУ203И	(10)	60	100	50	(200)	(200)	20	20	—	100	(1,75)	—	—	—	—	2	10	(450)	(10)	3	12	(10)	
2У221А	3,2	80	100	2	800	50	—	700	1300	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	5	—	6	0,3	—	
КУ221А(М)	3,2	75	100	2	700	50	—	500	1150	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	3	—	4,5	0,3	—	
2У221Б	3,2	80	100	2	800	50	—	200	1600	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	5	—	4	0,3	—	
КУ221Б(М)	3,2	75	100	2	750	50	—	200	1250	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	3	—	6	0,3	—	
2У221В	3,2	80	100	2	600	50	—	200	1300	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	5	—	15	0,3	—	
КУ221В(М)	3,2	75	100	2	700	50	—	200	1150	85	—	—	0,15	2	(3,5)	(20)	100	3	—	2,4	0,3	—	
КУ221Г(М)	3,2	75	100	2	600	50	—	200	1050	85	—	—	0,1	2	(3,5)	(20)	100	3	—	—	0,3	—	
КУ221Д(М)	3,2	75	100	2	500	50	—	200	900	85	—	—	0,1	2	(3,5)	—	100	3	—	—	0,3	—	

ТИ22

ТИ9
(ТИ10)

Табл. 4.9. Характеристики незапираемых низкочастотных тиристоров.

Тип прибора	Предельные значения параметров режима при $T_n \text{ max}$							Электрические и временные параметры									$R_{\theta \text{ п-к}}, \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	РИС №
	$I_{\text{ос}}, \text{ ср max (loc, max)}, \text{ А}$	$T_n, \text{ }^\circ\text{C}$	$U_{\text{ас}}, \text{ н, В};$ $U_{\text{обр}}, \text{ п, В}$	$I_{\text{ос}}, \text{ удр, А}$ при $t_n = 10 \text{ мс}, U_{\text{обр}} = 0$	$(dI_{\text{ас}}/dt)_{\text{кр}}, \text{ В/мкс}$	$(dI_{\text{обс}}/dt)_{\text{кр}}, \text{ А/мкс}$	$T_n \text{ max}, \text{ }^\circ\text{C}$	при $T_n = 25^\circ\text{C}$					при $T_n \text{ max}$					
								$I_{\text{вкл}}, \text{ мА}$	$I_{\text{уд}}, \text{ мА}$	$U_{\text{ос}}, \text{ н, В при}$ $I_{\text{ос}}, \text{ и } 3,14 I_{\text{ос}}, \text{ ср max}$ ($U_{\text{ос}}, \text{ В}$)	$I_{\text{у}}, \text{ от, мА}$	$U_{\text{у}}, \text{ от, В}$	$t_{\text{вкл}}, \text{ мкс}$	$t_{\text{зд}}, \text{ мкс}$	$t_{\text{выкл}}, \text{ мкс}$	$I_{\text{ас}}, \text{ н; обр, н, мА}$ ($I_{\text{ас}}; \text{ обр, мА}$)		
КУ202А	(10)	50	25	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Б	(10)	50	25	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202В	(10)	50	50	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Г	(10)	50	50	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202Д	(10)	70	100	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Д(1)	(10)	50	100	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202Е	(10)	70	100	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Е(1)	(10)	50	100	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202Ж	(10)	70	200	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Ж(1)	(10)	50	200	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202И	(10)	70	200	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202И(1)	(10)	50	200	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202К	(10)	70	300	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202К(1)	(10)	50	300	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	

ТИЗ
(ТИ12)

Табл. 4.10. Характеристики незапираемых низкочастотных тиристоров.

Тип Прибора	Предельные значения параметров режима при $T_n \text{ max}$							Электрические и временные параметры									R _т п-ч, °С/Вт	РИС №
	I _{ос} , ср max (I _{ос} , max), А	T _к , °С	I _{ас} , п, В; U _{обр} , п, В	I _{ос} , удр, А при t _и = 10 мс, U _{обр} = 0	(dI _{ас} /dt) _{кр} , В/мкс	(dI _{ос} /dt) _{кр} , А/мкс	T _к max, °С	при T _n = 25 °С					при T _n max					
								I _{вкл} , mA	I _{уд} , mA	U _{ос} , к, В при I _{ос} , и 3,14 I _{ос} , ср max (U _{ос} , В)	I _у , от, mA	U _у , от, В	t _{вкл} , мкс	t _{зд} , мкс	t _{выкл} , мкс	I _{ас} , и; I _{обр} , и, mA (I _{ас} ; I _{обр} , mA)		
2У202Л	(10)	70	300	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	ТИЗ (ТИ12)
КУ202Л(1)	(10)	50	300	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202М	(10)	70	400	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202М(1)	(10)	50	400	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
2У202Н	(10)	70	400	—	5	—	125	—	300	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
КУ202Н(1)	(10)	50	400	—	5	—	100	—	200	(1,5)	100	5	7,5	—	200	(10)	—	
T106-10-1 + T106-10-8	10	85	100 + 800	200	50 + 320	160	125	—	—	1,8	25	2,5	—	—	—	1,5	2	ТИ13
2T112-10-1 + 2T112-10-12	10	85	100 + 1200	150	200 + 1000	100	125	100	70	1,85	40	3	10	2	63 + 100	3	1,8	ТИ15
T112-10-1 + T112-10-12	10	85	100 + 1200	150	50 + 1000	100	125	100	70	1,85	40	3	10	2	100	3	1,8	
T112-16-1 + T112-16-12	16	85	100 + 1200	200	50 + 1000	100	125	100	70	1,8	40	3	10	2	100	3	1,5	
T122-20-1 + T122-20-12	20	85	100 + 1200	300	50 + 1000	100	125	130	80	1,75	60	3	10	2	100	3	0,9	ТИ16

2T122-25-1 + 2T122-25-12	25	85	100 + 1200	350	200 + 1000	125	125	130	80	1,75	60	3	—	—	63 + 100	3	0,9	ТМ16
T122-25-1 + T122-25-12	25	85	100 + 1200	350	50 + 1000	125	125	130	80	1,75	60	3	10	2	100	3	0,8	
T132-16-13 + T132-16-20	16	85	1300 + 2000	220	50 + 1000	100	125	150	90	2,2	120	4	20	3	100 + 250	9	1	
2T132-25-13 + 2T132-25-20	25	85	1300 + 2000	330	200 + 1600	125	125	150	90	2,2	120	3	—	—	100 + 150	9	0,8	
T132-25-13 + T132-25-20	25	85	1300 + 2000	330	50 + 1000	125	125	150	90	2,2	120	4	20	3	150	9	0,8	
T132-40-1 + T132-40-12	40	85	100 + 1200	750	50 + 1000	125	125	150	90	1,75	100	3,5	10	2	100	5	0,62	ТМ17
2T132-50-1 + 2T132-50-12	50	85	100 + 1200	800	200 + 1000	125	125	150	90	1,75	110	3,5	—	—	63 + 100	6	0,5	
T132-50-1 + T132-50-12	50	85	100 + 1200	800	50 + 1000	125	125	150	90	1,75	110	3,5	10	5	100	5	0,5	
T142-32-13 + T142-32-20	32	85	1300 + 2000	380	50 + 1000	125	125	150	90	2,1	120	4	20	3	150	9	0,65	
T142-40-13 + T142-40-20	40	85	1300 + 2000	750	50 + 1000	125	125	210	120	2,1	150	4	20	3	150	9	0,5	
2T142-50-13 + 2T142-50-20	50	85	1300 + 2000	750	200 + 1600	125	125	210	120	2,1	150	4	—	—	100 + 250	15	0,4	
T142-50-13 + T142-50-20	50	85	1300 + 2000	750	50 + 1000	125	125	210	120	2,1	150	4	20	3	150	15	0,4	
T142-63-1 + T142-63-12	63	85	100 + 1200	1200	50 + 1000	125	125	210	120	1,95	150	4	20	3	150	20	0,32	ТМ17
2T142-80-1 + 2T142-80-12	80	85	100 + 1200	1350	200 + 1000	125	125	210	120	1,95	180	4	—	—	63 + 100	6	0,3	
T142-80-1 + T142-80-12	80	85	100 + 1200	1350	50 + 1000	125	125	210	120	1,95	180	4	10	3	100	6	0,3	

Табл. 4.11. Характеристики симисторов.

Примечания: *-Тк = 70°C; **- Тк = 50°C; ***- Iос = 5 А; ****- Uзс = 10 В.

Тип Прибора	Предельные значения параметров режима при Tн max							Электрические и временные параметры									Rт п-к, °С/Вт	РИС №
	Iос, д max, А	Тк, °С	Uзс, п, В;	Iос, упр, А при Iи = 10 мс, Uобр = 0	(dIзс/dt)кр, В/мкс	(dIос/dt)кр, А/мкс	Tн max, °С	при Tн = 25°C						при Tн max				
								Iвкл, мА	Iуд, мА	Uос, и, В при Iос, и (Iос) = √2 Iос, д max (Uос, В)	Iу, от, мА	Uу, от, В	tвкл, мкс	tзд, мкс	tвыкл, мкс	Iзс, п (Iзс), мА		
2У208А	5	70	100	30*	-	-	-	-	-	(2)***	150	-	10	-	150	(5)	-	ТИЗ
КУ208А	5	50	100	30**	-	-	-	-	-	(2)***	160	5****	10	-	150	(5)	-	
2У208Б	5	70	200	30*	-	-	-	-	-	(2)***	150	-	10	-	150	(5)	-	
КУ208Б	5	50	200	30**	-	-	-	-	-	(2)***	160	5****	10	-	150	(5)	-	
2У208В	5	70	300	30*	-	-	-	-	-	(2)***	150	-	10	-	150	(5)	-	
КУ208В	5	50	300	30**	-	-	-	-	-	(2)***	100	5****	10	-	150	(5)	-	
2У208Г	5	70	400	30*	-	-	-	-	-	(2)***	150	-	10	-	150	(5)	-	
КУ208Г	5	50	400	30**	-	-	-	-	-	(2)***	160	5****	10	-	150	(5)	-	
ТС106-10-1 + ТС106-10-3	10	80	100 + 800	110	2,5 + 10	20	110	60	45	1,65	75	3,5	9	3	-	1,5	2,2	ТИ14
2ТС112-10-1 + 2ТС112-10-12	10	85	100 + 1200	90	6,3 + 25	50	125	-	-	1,85	100	3	-	-	-	3	2,5	ТИ15
ТС112-10-1 + ТС112-10-12	10	85	100 + 1200	90	2,5 + 10	50	125	60	45	1,85	100	3	12	4	-	3	2,5	
ТС112-16-1 + ТС112-16-12	16	85	100 + 1200	120	2,5 + 10	50	125	60	45	1,85	100	3	12	4	-	3	1,55	

TC122-20-1 + TC122-20-12	20	85	100 + 1200	150	2,5 + 25	50	125	70	45	1,85	150	3,5	12	4	—	3,5	1,3	ТИ17
2TC122-25-1 + 2TC122-25-12	25	85	100 + 1200	330	6,3 + 25	50	125	—	45	1,85	150	3,5	—	—	—	3,5	1	
TC122-25-1 + TC122-25-12	25	85	100 + 1200	330	2,5 + 25	50	125	70	45	1,85	150	3,5	12	4	—	3,5	1	
TC132-40-1 + TC132-40-12	40	85	100 + 1200	300	2,5 + 25	63	125	120	60	1,85	200	4	12	4	—	5	0,65	ТИ18
2TC132-50-1 + 2TC132-50-12	50	85	100 + 1200	350	6,3 + 25	63	125	—	60	1,85	200	4	—	—	—	5	0,52	
TC132-50-1 + TC132-50-12	50	85	100 + 1200	350	2,5 + 25	63	125	120	60	1,85	200	4	12	4	—	5	0,52	
TC142-63-1 + TC142-63-12	63	85	100 + 1200	500	2,5 + 25	63	125	120	60	1,8	200	4,5	12	4	—	7	0,44	ТИ18
2TC142-80-1 + 2TC142-80-12	80	85	100 + 1200	750	6,3 + 25	63	125	—	—	1,8	200	4,5	—	—	—	7	0,34	
TC142-80-1 + TC142-80-12	80	85	100 + 1200	750	2,5 + 25	63	125	120	60	1,8	200	4,5	12	4	—	7	0,34	

Примечание.

Симметричный тиристор (симистор) изготовлен на основе пятислойной кремниевой структуры.

Для определенности принято основные выводы симистора, включаемые в цепь нагрузки, обозначать цифрами 1 (К) и 2 (А). Если между этими выводами приложено рабочее напряжение, а открывающий импульс на управляющий электрод не подан, то симистор закрыт и тока не проводит. Включают (открывают) симистор подачей на управляющий электрод импульса тока относительно вывода 2. В том случае, когда рабочее напряжение приложено плюсом к выводу 2, а минусом - к выводу 1, то симистор можно открыть импульсом любой полярности. Если же на выводе 2 минус, а на выводе 1 плюс рабочего напряжения, симистор может быть открыт только отрицательным управляющим импульсом. Это позволяет упростить регулируемую аппаратуру, работающую на переменном токе. Вместо импульсного открывающего тока на управляющий переход симистора можно подавать постоянный ток соответствующей полярности. Как и тиристором, симистором энергетически целесообразно управлять короткими импульсами в 2 + 3 раза большей времени включения прибора.

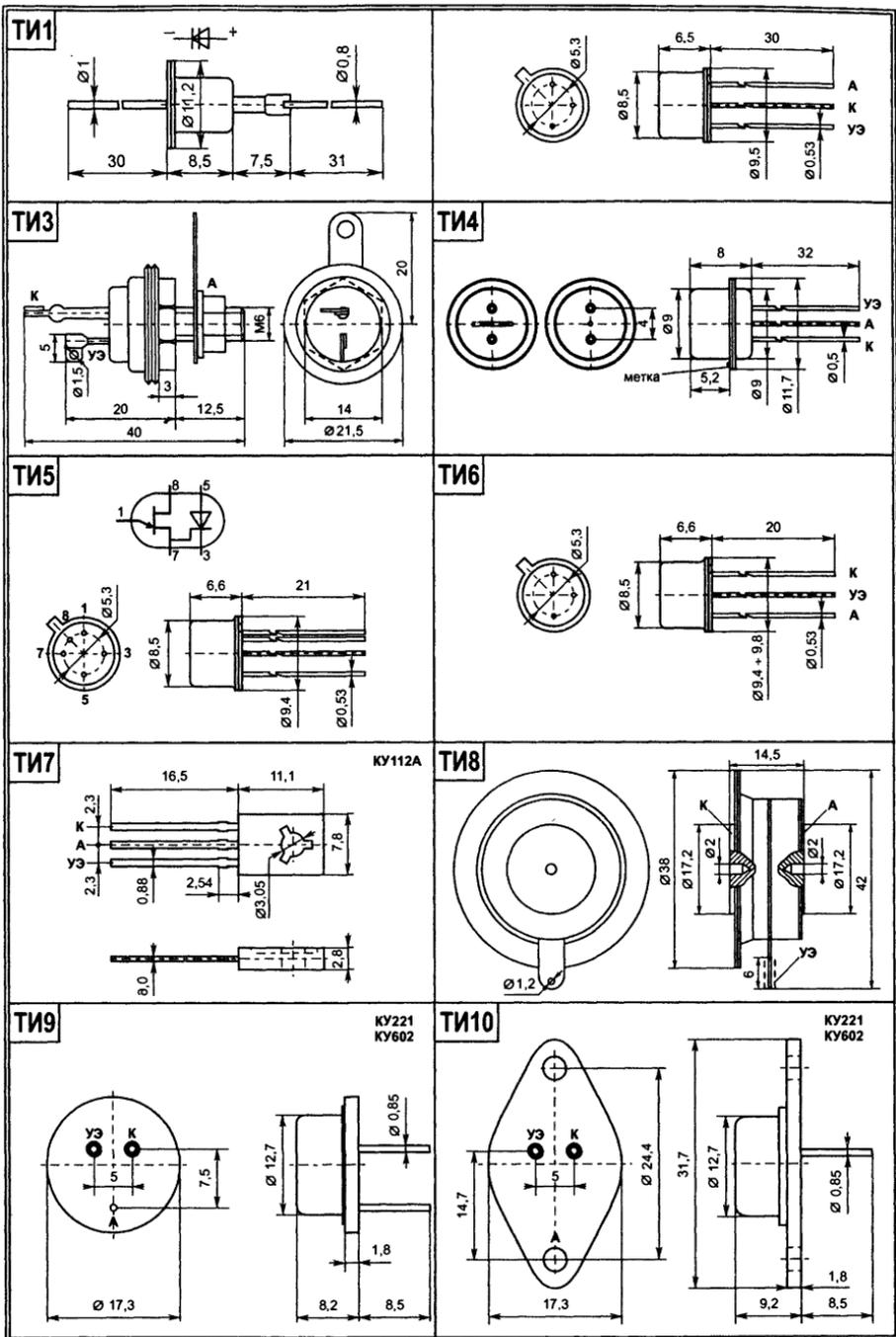
Классов по повторяющемуся импульсному напряжению предусмотрено 12: класс 1 - 100 В; 2 - 200В; + 12 --1200В.

Групп по критической скорости увеличения коммутационного напряжения ($dU_{\text{к}}/dt$)_{ком} предусмотрено 7: группа 1 - 2,5 В/мкс; 2 - 4 В/мкс; 3 - 6,3 В/мкс; 4 - 10 В/мкс; 5 - 16 В/мкс; 6 - 25 В/мкс; 7 - 50 В/мкс;

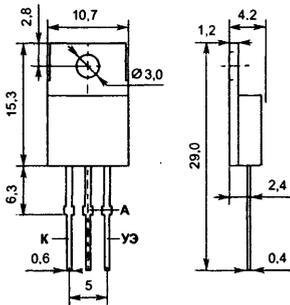
Групп по критической скорости увеличения напряжения в закрытом состоянии ($dU_{\text{з}}/dt$)_{кр} предусмотрено 7: группа 1 - 25 В/мкс; 2 - 50 В/мкс; 3 - 100 В/мкс; 4 - 200 В/мкс; 5 - 320 В/мкс; 6 - 500 В/мкс; 7 - 1000 В/мкс;

Табл. 4.12. Характеристики оптронных тиристоров.

Тип Прибора	Предельные значения параметров режима										Электрические и временные параметры										R _т п-к, °С/Вт	РИС №
	при T _п max										при T _п = 25°С											
	I _{oc} , ср max, А	T _к , °С	U _{зс} , п, В; U _{обр} , п, В	I _{oc} , удр, А при t _и = 10 мкс, U _{обр} = 0	(dU _{зс} /dt) _{ком} , В/мкс	(dI _{oc} /dt) _{кр} , А/мкс	T _п max, °С	I _y , пр, и, А		U _y , пр, и max, В	U _{oc} , и, В	I _{oc} , и, mA	при U _{зс} = 12 В		U _{разв} , кВ (R _{разв} , МОм)	t _{вкл} , мкс	t _{зд} , мкс	при T _п max				
								min	max				I _y , от, mA	U _y , от, В				t _{выкл} , мкс	I _{ср} , п, mA	I _{обр} , п, mA		
TO125-10-1 + TO125-10-14	10	85	100 + 1400	250	20 + 500	100	110	0,1	0,8	4	1,4	31,4	80	2,5	3,5 (1000)	10	5	100	3	3	1,5	Т119
TO125-12,5-1 + TO125-12,5-14	12,5	85	100 + 1400	350	20 + 500	100	110	0,1	0,8	4	1,4	38,2	80	2,5	3,5 (1000)	10	5	100	3	3	1,5	
2TO132-25-6 + 2TO132-25-12	25	70	600 + 1200	600	50 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,85	78,5	150	2,5	(10)	15	5	63 + 160	3	3	0,7	
TO132-25-6 + TO132-25-12	25	70	600 + 1200	600	20 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,85	78,5	150	2,5	2,8	10	5	160	3	3	0,7	
2TO132-40-6 + 2TO132-40-12	40	70	600 + 1200	800	50 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	125	150	2,5	(10)	15	5	63 + 160	3	3	0,47	
TO132-40-6 + TO132-40-12	40	70	600 + 1200	630	20 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	125	150	2,5	2,8	10	5	160	3	3	0,47	
2TO142-50-6 + 2TO142-50-12	50	70	600 + 1200	900	50 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,85	157	150	2,5	(20)	15	5	63 + 160	5	5	0,36	
TO142-50-6 + TO142-50-12	50	70	600 + 1200	800	20 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,85	157	150	2,5	3	15	10	160	5	5	0,36	
2TO142-63-6 + 2TO142-63-12	63	70	600 + 1200	1200	50 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	198	150	2,5	(20)	15	5	63 + 160	5	5	0,3	
TO142-63-6 + TO142-63-12	63	70	600 + 1200	1200	20 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	198	150	2,5	3	15	10	160	5	5	0,3	
2TO142-80-6 + 2TO142-80-12	80	70	600 + 1200	1350	50 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	251	150	2,5	(20)	15	5	63 + 160	5	5	0,24	
TO142-80-6 + TO142-80-12	80	70	600 + 1200	1350	20 + 320	40	100	0,15	0,55	4,5	1,75	251	150	2,5	3	15	10	160	5	5	0,24	



ТИ12

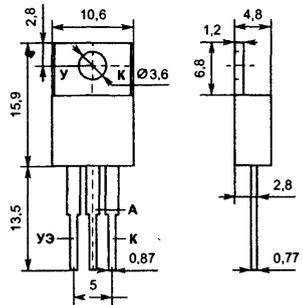


КУ202Д1 + Н1

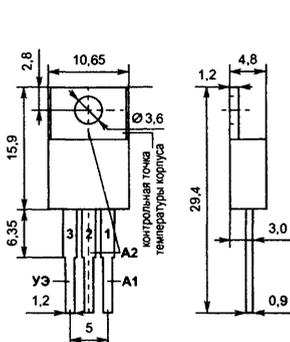
ТИ13

НА ТЕПЛОТВОДЯЩЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ
ФЛАНЦЕ ВЫШТАМПОВАНЫ БУКВЫ:
"У" - НАПРОТИВ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВЫВОДА;
"К" - НАПРОТИВ ВЫВОДА КАТОДА.

Т106-10



ТИ14

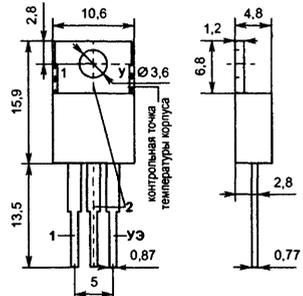


СТАРАЯ ЦОКОЛЁВКА



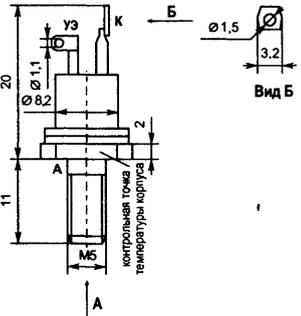
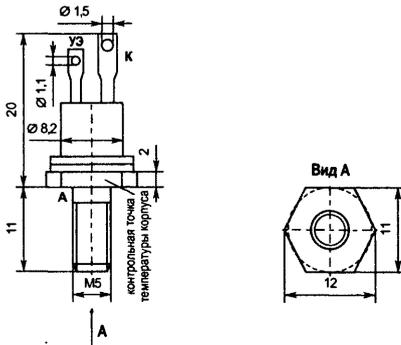
ТС106-10

НА ТЕПЛОТВОДЯЩЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ
ФЛАНЦЕ ВЫШТАМПОВАНЫ БУКВЫ:
"У" - НАПРОТИВ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВЫВОДА;
"1" - НАПРОТИВ ОСНОВНОГО ВЫВОДА 1.

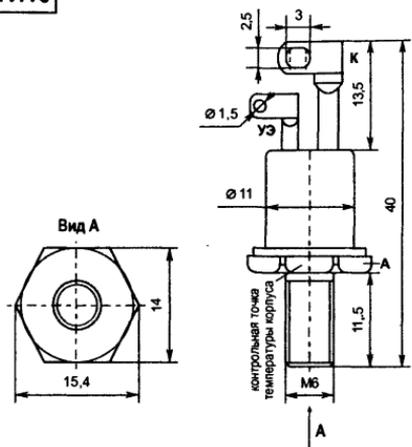


НОВАЯ ЦОКОЛЁВКА

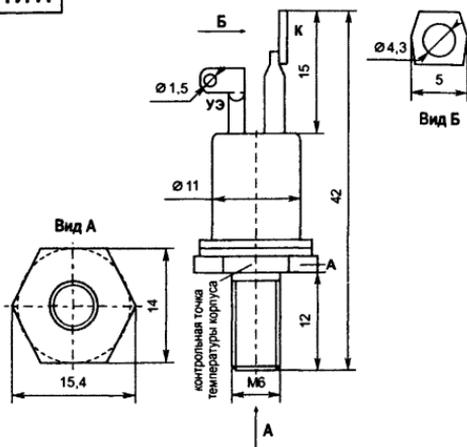
ТИ15



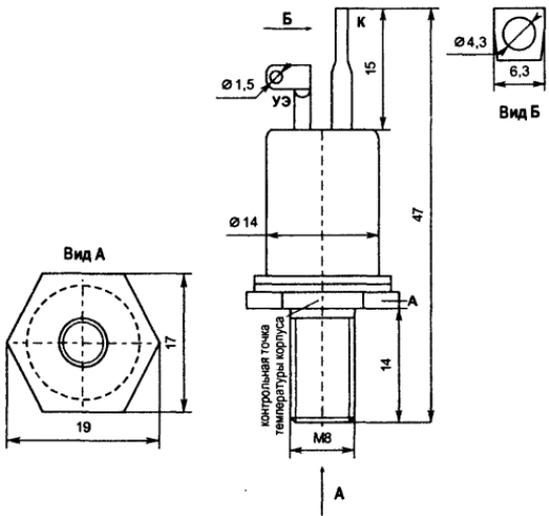
ТИ16



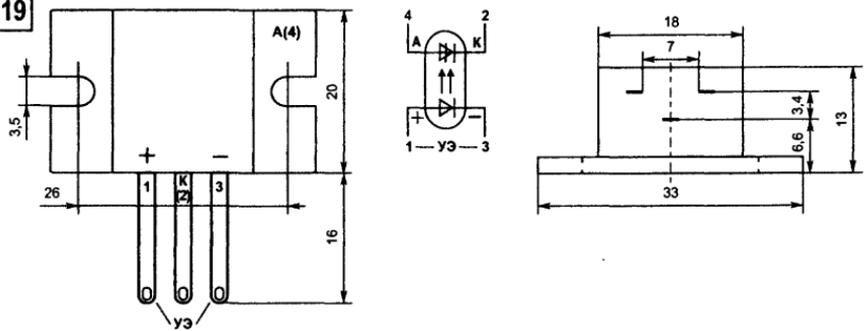
ТИ17



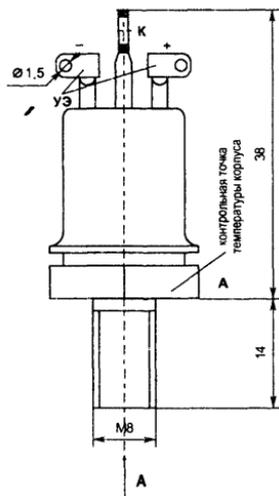
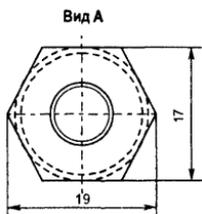
ТИ18



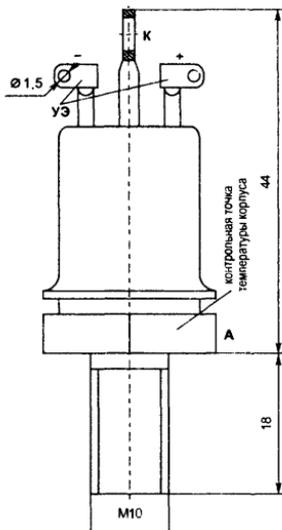
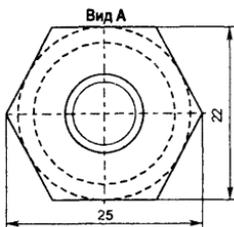
ТИ19



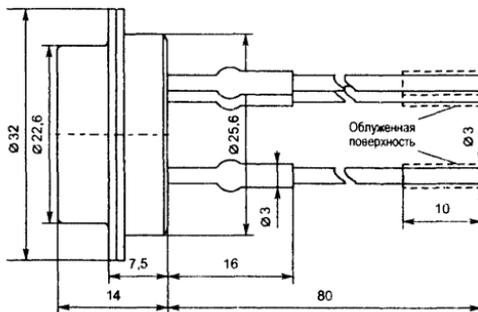
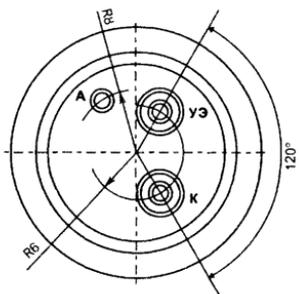
ТИ20



ТИ21



ТИ22



4.3. ЦВЕТОВАЯ И КОДОВАЯ МАРКИРОВКА ТРАНЗИСТОРОВ

В цветовой и кодовой маркировке транзисторов, также как и диодов и стабилитронов, нет единых стандартов. Каждый завод, который производит транзисторы, принимает свои цветковые и кодовые обозначения. Вы можете встретить транзисторы одного типа и группы, которые изготовлены разными заводами и маркируются по-разному, или разные транзисторы, которые маркируются одинаково. В этом случае их можно отличить только по некоторым дополнительным признакам, таким как длина выводов коллектора и эмиттера или окраска торцевой (противоположной выводам) поверхности транзистора.

Маркировка транзисторов осуществляется в основном четырьмя (рис. 4.1) или двумя точками, а также с помощью кодовых знаков (табл. 4.13, рис. 4.2 и рис. 4.4).

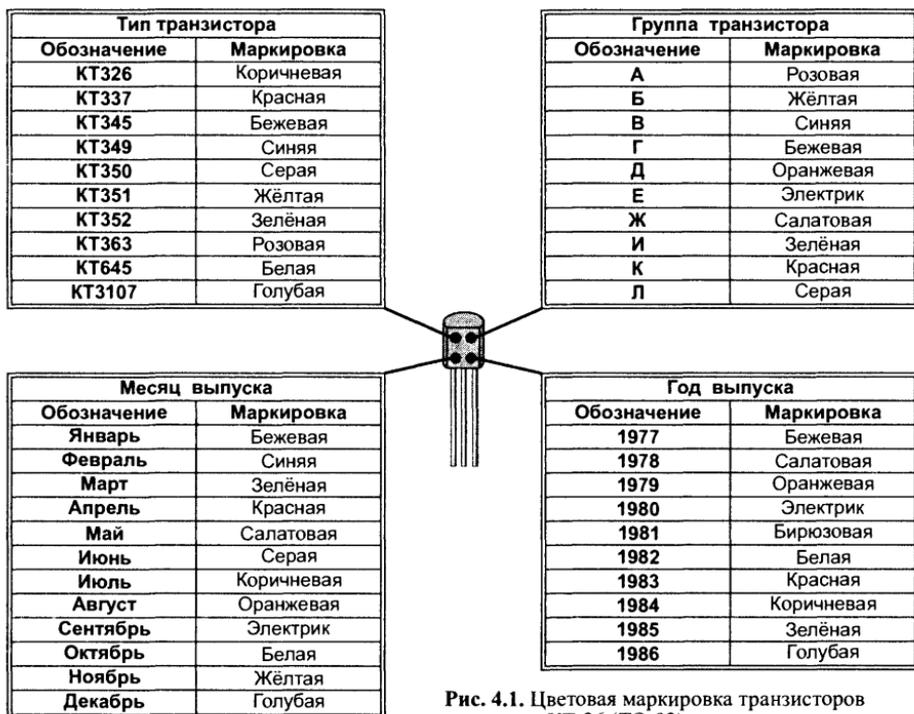


Рис. 4.1. Цветовая маркировка транзисторов в корпусе КТ-26 (ТО-92) четырьмя точками.

Транзисторы в корпусе КТ-27 могут маркироваться или буквенно-цифровым кодом (см. табл. 4.14, и рис. 4.3) или кодом, состоящим из геометрических фигур (рис. 4.4).

Транзисторы в корпусе КТ-27 дополнительно маркируются окрашиванием торца корпуса, противоположного выводам:

- КТ683 - фиолетовый;
- КТ814 - серо - бежевый;
- КТ815 - белый, серый или сиренево - фиолетовый;
- КТ816 - малиновый или розово - красный;
- КТ817 - серо - зелёный;
- КТ9115 - голубой.

Транзисторы КТ814Б, КТ815Б, КТ816Б и КТ817Б иногда маркируются только окрашиванием торцевой поверхности без нанесения буквенно-цифрового кода.

Примеры маркировки транзисторов в корпусе КТ-13 приведены на рисунке 4.4-1. Буква группы у транзисторов КТ315 - наносится с боку поверхности, а КТ361 - посередине.

Табл. 4.13. Цветовая и кодовая маркировка транзисторов в корпусе КТ-26.

Тип	Код или цветная точка сбоку	Тёмно-красная
КТ208	▲	—
КТ209	◆ или ◇	Серая
КТ313 (1)	⌞	Оранжевая
КТ326 (М)	▼	Коричневая
КТ339 (М)	▲	Голубая
КТ342 (М)	▤	Синяя
КТ399 (М)	≡	—
КТ502	◐	Жёлтая
КТ503	●	Белая
КТ3102 (М)*	▾	Тёмно-зелёная
КТ3107	▼	—
КТ3117А1	—	—
КТ3157	▵	—
КТ3166	Т	—
КТ6127	Ц	—
КТ632 (1)	1	Серебристая
КТ638	2	Оранжевая
КТ680	Г	—
КТ681	Г	—
КТ698	П	—
КП103	⌞	—
КП307 (1)	В	—
КП364*	А	Табачная

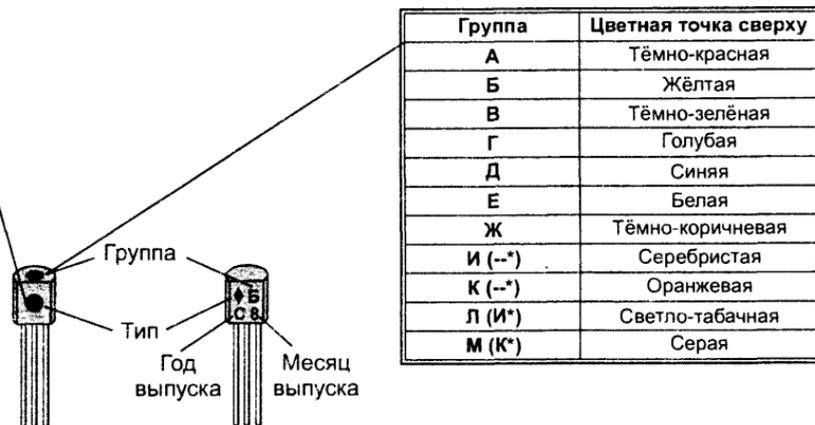
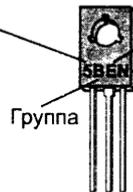
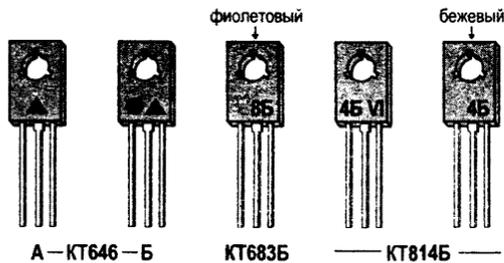


Рис. 4.2. Маркировка транзисторов в корпусе КТ-26 (ТО-92) двумя цветными точками и кодовыми знаками (год и месяц выпуска определяется по таблице 4.14).

Табл. 4.14. Маркировка года и месяца выпуска по ГОСТ 25486-82.

Тип	Код
КТ814	4
КТ815	5
КТ816	6
КТ817	7
КТ683	8
КТ9115	9
КТ940	40

Год	Код	Год	Код	Год	Код
1985	Т	1991	В	1997	І
1986	U	1992	С	1998	К
1987	V	1993	D	1999	L
1988	W	1994	T	2000	M
1989	X	1995	F	2001	N
1990	A	1996	H	2002	P



Год	Код	Год	Код
Январь	1	Июль	7
Февраль	2	Август	8
Март	3	Сентябрь	9
Апрель	4	Октябрь	О
Май	5	Ноябрь	N
Июнь	6	Декабрь	D

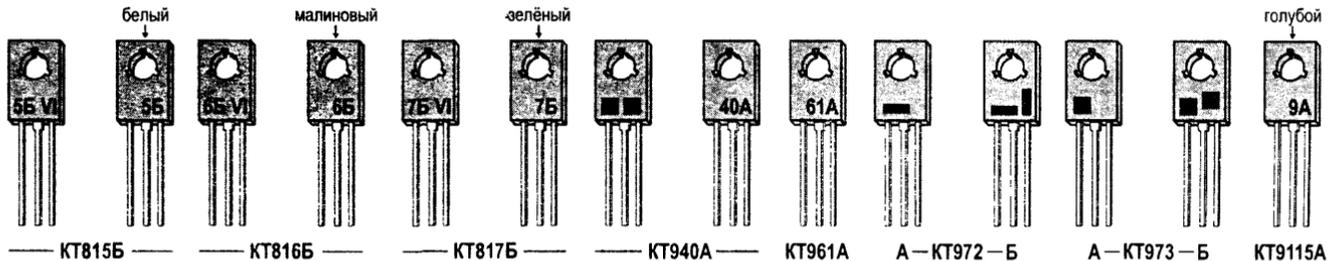


Рис. 4.3. Кодовая маркировка транзисторов в корпусе КТ-27 (ТО-126).

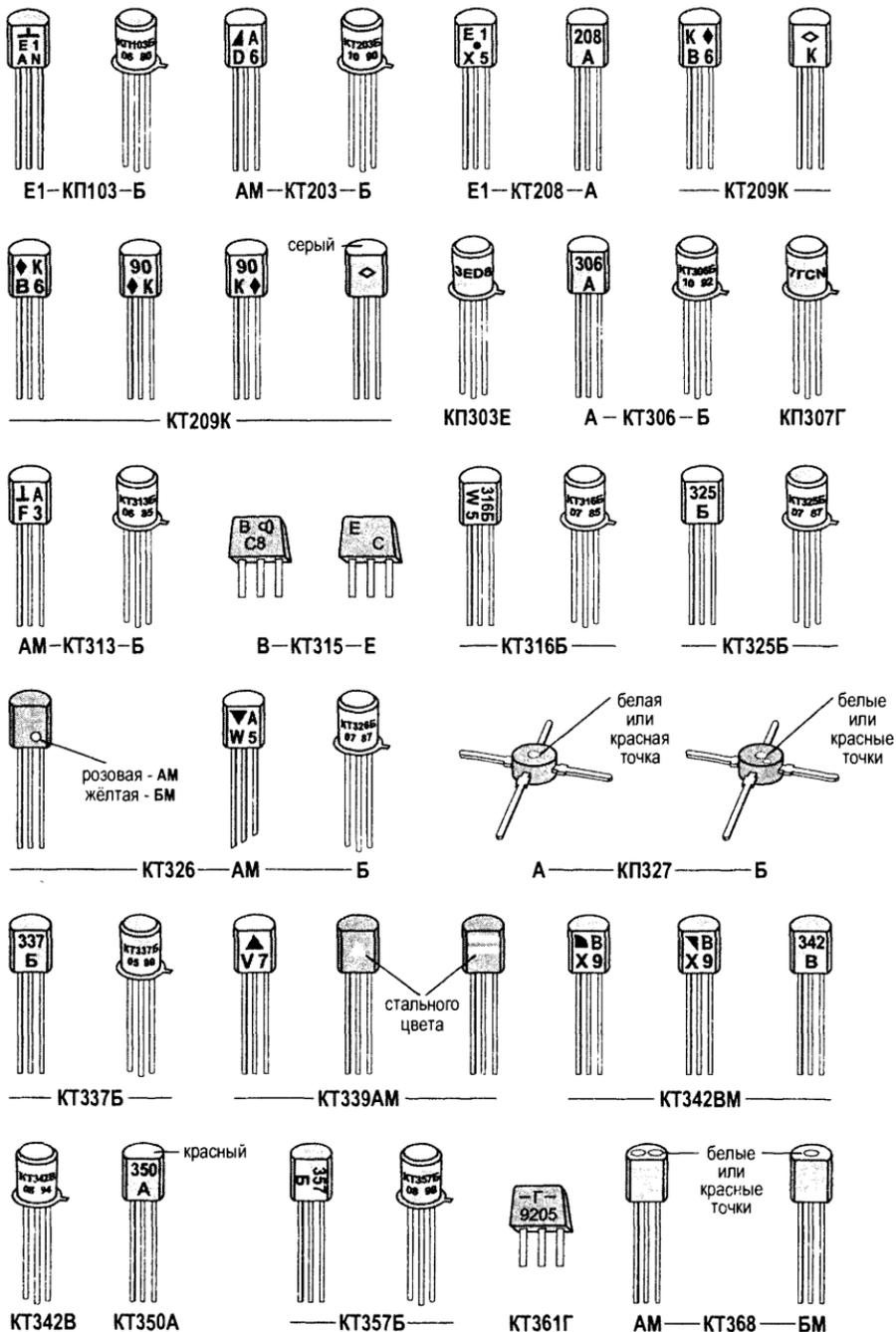


Рис. 4.4. Маркировка транзисторов (часть I).

Транзисторы 2Т117А, 2Т117Б, 2Т117В, 2Т117Г, КТ117А(АМ) + КТ117Г(ГМ)

Транзисторы кремниевые эпитаксiallyно-планарные однопереходные с п-базой.

Предназначены для работы в маломощных генераторах.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Обозначение типа приводится на корпусе. Цоколёвка приведена на рис. 3.7.

Электрические параметры.

Коэффициент передачи напряжения при $U_{Б1Б2} = 10$ В:

при $T = 298$ К (+25 °С):

2Т117А, 2Т117В, КТ117А, КТ117В	0,5 + 0,7;
2Т117Б, 2Т117Г	0,65 + 0,85;
КТ117Б, КТ117Г	0,65 + 0,90.

при $T = 343$ К (+70 °С):

2Т117А, 2Т117В, КТ117А, КТ117В	0,45 + 0,7;
2Т117Б	0,6 + 0,85;
2Т117Г	0,6 + 0,8;
КТ117Б, КТ117Г	0,6 + 0,9.

при $T = 213$ К (-45 °С):

2Т117А, 2Т117В, КТ117А, КТ117В	0,5 + 0,8;
2Т117Б, 2Т117Г	0,65 + 0,9;
КТ117Б, КТ117Г	0,65 + 0,95.

Ток включения эмиттера при $U_{Б1Б2} = 10$ В не более

20 мкА.

Ток выключения эмиттера при $U_{Б1Б2} = 20$ В не менее

1 мА.

Остаточное напряжение эмиттер-база не более:

при $T = 213 + 298$ К

5 В;

при $T = 343$ К, $I_э = 10$ мА 2Т117А, 2Т117Б, 2Т117В, 2Т117Г

4 В;

при $T = 343$ К, $I_э = 50$ мА КТ117А, КТ117Б, КТ117В, КТ117Г

4 В.

Межбазовое сопротивление:

при $T = 298$ К (+25 °С):

2Т117А, 2Т117Б	4 + 7,5 кОм;
2Т117В, 2Т117Г	6 + 9 кОм;
КТ117А, КТ117Б	4 + 9 кОм;
КТ117В, КТ117Г	8 + 12 кОм.

при $T = 343$ К (+70 °С):

2Т117В, 2Т117Г	6 + 15 кОм;
КТ117В, КТ117Г	6 + 18 кОм.

при $T = 213$ К (-45 °С):

2Т117В, 2Т117Г	3 + 8,5 кОм;
КТ117В, КТ117Г	4 + 12 кОм.

Температурный коэффициент межбазового сопротивления

0,1 + 0,9 %/ К.

Наибольшая частота генерации

200 кГц.

Обратный ток эмиттера при $U_{Б1Б2} = 30$ В не более:

при $T = 298$ К

1 мкА;

при $T = 398$ К

10 мкА.

Ток модуляции не менее

10 мА.

Предельные эксплуатационные данные.

Постоянное межбазовое напряжение

30 В.

Постоянное напряжение база 2-эмиттер

30 В.

Постоянный ток эмиттера

50 мА.

Импульсный ток эмиттера при $\tau_и \leq 10$ мкс, $Q \geq 200$

1 А.

Постоянная рассеиваемая мощность эмиттера:

при $T = 213 + 308$ К

300 мВт;

при $T = 398$ К

15 мВт.

Температура перехода

403 К (+130 °С).

Температура окружающей среды

213 + 398 К.

4.4. ЗАМЕНА ЗАРУБЕЖНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Табл. 4.15. Возможная замена зарубежных транзисторов отечественными аналогами.

Транзистор	Возможная замена						
AC107	ГТ115А	AD1203	П2145	AUY18	П214А	BC182L	КТ342А
AC116	МП25А	ADP665	ГТ403Б	AUY19	П217	BC183А	КТ3102А
AC117	ГТ402И	ADP666	ГТ403Г	AUY20	П217	BC183В	КТ3102Б
AC121	МП20А	ADP670	П201АЭ	AUY21	П210Б	BC183С	КТ3102В, Г
AC122	ГТ115Г	ADP671	П201АЭ	AUY21А	П210Б	BC184А	КТ3102Д
AC124	ГТ402И	ADP672	П202Э	AUY22	П210Б	BC184В	КТ3102Е
AC125	МП20Б	ADY27	ГТ703В	AUY22А	П210Б	BC192	КТ351Б
AC126	МП20Б	AF106	ГТ328Б	AUY28	П217	BC212А	КТ3107Б
AC127	ГТ404Б	AF106А	ГТ328В	AUY35	ГТ806А	BC212В	КТ3107И
AC128	ГТ402И	AF109	ГТ328А	AUY38	ГТ806В	BC212С	КТ3107К
AC141	ГТ404Б	AF139	ГТ346Б	BC11/16	КТ638	BC213А	КТ3107Б
AC141В	ГТ404Б	AF178	ГТ309Б	BC100	КТ605А	BC213В	КТ3107И
AC142	ГТ402И	AF200	ГТ328А	BC101	КТ301Е	BC213С	КТ3107К
AC150	МГТ108Д	AF201	ГТ328А	BC107А	КТ342А	BC213Л	КТ343А
AC152	ГТ402И	AF202	ГТ328А	BC107АР	КТ3102А	BC216	КТ351А
AC160	П28	AF239	ГТ346А	BC107В	КТ342Б	BC216А	КТ351А
AC170	МГТ108Г	AF239S	ГТ346А	BC107ВР	КТ3102Б	BC218	КТ340Б
AC171	МГТ108Г	AF240	ГТ346Б	BC108А	КТ342А	BC218А	КТ340Б
AC176	ГТ404А	AF251	ГТ346А	BC108АР	КТ3102В	BC223А	КТ660Б
AC181	ГТ404Б	AF252	ГТ346А	BC108В	КТ342Б	BC223В	КТ660Б
AC182	МП20Б	AF253	ГТ328А	BC108ВР	КТ3102В	BC226	КТ351Б
AC183	МП36А, МП38А	AF256	ГТ348Б	BC108С	КТ342В	BC226А	КТ351Б
AC184	ГТ402И	AF260	П29А	BC108СР	КТ3102Г	BC234	КТ342А
AC185	ГТ404Г	AF260	П30	BC109В	КТ342Б	BC234А	КТ342А
AC187	ГТ404Б	AF266	МП42Б, МП20А	BC109ВР	КТ3102Д, И	BC235	КТ342Б
AC188	ГТ402Е	AF271	ГТ322В	BC109С	КТ342В	BC235А	КТ342Б
AC540	МП39Б	AF272	ГТ322В	BC109СР	КТ3102Е, К	BC237А	КТ3102А
AC541	МП39Б	AF275	ГТ322Б	BC119	КТ630Б	BC237В	КТ3102Б
AC542	МП39Б, МП41А	AF279	ГТ330Х*	BC140	КТ630Г Д	BC237С	КТ3102Б
ACY24	МП26Б	AF280	ГТ330И*	BC141	КТ630Г	BC238А	КТ3102А, КТ645А
ACY33	ГТ402И	AF426	ГТ322Б	BC147А	КТ373А	BC238Б	КТ3102В
AD130	П217	AF429	ГТ322Б	BC147В	КТ373Б	BC238С	КТ3102В, Г
AD131	П217	AF430	ГТ322В	BC148А	КТ373А	BC239А	КТ3102Д
AD132	П217	AFY11	ГТ313А	BC148В	КТ373Б	BC239В	КТ3102Д
AD138	П216	AFY12	ГТ328Б	BC148С	КТ373В	BC239С	КТ3102Е
AD139	П213	AFY13	ГТ305В	BC149В	КТ373Б	BC250А	КТ361А
AD142	П210Б	AFY15	П30	BC149С	КТ373В	BC250В	КТ361Б
AD143	П210В	AFY29	ГТ305Б	BC157	КТ361Г	BC285	П308
AD145	П210В, П216В	AFZ11	ГТ309Б	BC143	П210В	BC300	КТ630Б
AD148	ГТ703В	AL100	ГТ806В	BC158А	КТ349В	BC301	КТ817А
AD149	ГТ703В	AL102	ГТ806В	BC160-6	ГТ933Б	BC307А	КТ3107Б
AD150	ГТ703Г	AL103	ГТ806Б	BC161-6	ГТ933А	BC307В	КТ3107И
AD152	ГТ403Б	ASX11	МП42Б	BC167А	КТ373А	BC307С	КТ3107И
AD155	ГТ403Е	ASX12	МП42Б	BC167В	КТ373Б	BC308А	КТ3107Г
AD161	ГТ705Д	ASY26	МП42А, МП20А	BC168	КТ373А	BC308В	КТ3107Д
AD162	ГТ703Г	ASY31	МП42А	BC168В	КТ373Б	BC308С	КТ3107К
AD163	П217	ASY33	МП42А, МП20А	BC168С	КТ373В	BC309А	КТ3107Е
AD164	ГТ403Б	ASY34	МП42А, МП20А	BC169В	КТ373Б	BC309В	КТ3107Ж
AD169	ГТ403Е	ASY35	МП42Б, МП20А	BC169С	КТ373В	BC309С	КТ3107Л
AD282	П213	ASY70	МП42	BC170А	КТ375Б	BC320А	КТ3107Б
AD283	П214А	ASY76	ГТ403Б	BC170В	КТ375Б	BC320В	КТ3107Д
AD301	ГТ703Г	ASY77	ГТ403Г	BC171А	КТ373А	BC321А	КТ3107Б
AD302	П216	ASY80	ГТ403Б	BC171В	КТ373Б	BC321В	КТ3107И
AD303	П217	ASZ15	П217А, ГТ701А	BC172А	КТ373А	BC321С	КТ3107К
AD304	П217	ASZ16	П217А	BC172В	КТ373Б	BC322В	КТ3107Ж
AD312	П216	ASZ17	Л217А	BC172С	КТ373В	BC322С	КТ3107Л
AD313	П217	ASZ18	П217В, ГТ701А	BC173В	КТ373Б	BC327-16	КТ686А
AD314	П217, ГТ701А	ASZ101Б	П217В	BC173С	КТ373В	BC327-25	КТ686Б
AD325	П217, ГТ701А	ASZ101В	П217В	BC174	КТ3102	BC327-40	КТ686В
AD431	П213	ASZ101Г	П217В	BC177АР	КТ3107А, А1	BC328	КТ313
AD436	П213	ASZ101И	П217В	BC177ВР	КТ3107Б, Б1	BC328-16	КТ686Г
AD438	П214А	AT270	МП42Б, МП20А	BC178А	КТ349В	BC328-25	КТ686Д
AD439	П215	AT275	МП42Б, МП20А	BC178АР	КТ3107В	BC328-40	КТ686Е
AD457	П214А	AU103	ГТ810А	BC178ВР	КТ3107Д	BC337	КТ3102Б
AD465	П213Б	AU104	ГТ810А	BC178ВР	КТ3107В, Г	BC337-16	КТ660А
AD467	П214А	AU107	ГТ810А	BC179АР	КТ3107Г, Д	BC337-25	КТ660А
AD469	П215	AU108	ГТ806Б	BC179ВР	КТ3107Ж, И	BC337-40	КТ660А
AD542	П217, ГТ701А	AU110	ГТ806Б	BC182А	КТ3102А	BC338	КТ645, КТ646
AD545	П210Б	AU113	ГТ810А	BC182В	КТ3102Б	BC338-16	КТ660Б
AD1202	П213Б	AUY10	П608А, ГТ905А	BC182С	КТ3102Б	BC338-25	КТ660С

Транзистор	Возможная замена						
BC338-40	KT660Б	BCP628Б	KT373Б	BD140-10	KT639Ж	BD618	KT816Б
BC355А	KT352Б	BCP628С	KT373В	BD142	2Т819Б	BD619	KT817Г
BC355Б	KT352А	BCF32	KT3172А9	BD148	KT805Б	BD620	KT816Г
BC382В	KT3102Б	BCW31	KT3130Д9	BD149	KT805Б	BD813	KT815А
BC382С	KT3102Г	BCW33LT1	KT3130Е9	BD165	KT815А, KT728А	BD814	KT814А
BC383В	KT3102Д	BCW47	KT373А	BD166	KT814Б, KT720А	BD815	KT815Б
BC383С	KT3102Е	BCW48	KT373Б, В	BD167	KT815Б	BD816	KT814Б
BC384В	KT3102Д	BCW49	KT373Б, В	BD168	KT814Б, KT722А	BD817	KT815Б
BC440	KT630	BCW57	KT361Г	BD169	KT815Б	BD818	KT814Г
BC451	KT3102Б	BCW58	KT361Е	BD170	KT814Г, KT724А	BD825	KT646А, 2Т642А2
BC453	KT3102Д	BCW62А	KT361Г	BD175	KT817Б	BD826	KT639Б
BC454А	KT3107Б	BCW63А	KT361Г	BD176	KT816Б	BD827	KT646А
BC454В	KT3107Г	BCW71	KT3139А	BD177	KT817Б	BD828	KT639Д
BC454С	KT3107К	BCW72	KT3139Б	BD178	KT816Б	BD840	KT639Б
BC455А	KT3107Г	BCW73	KT3139Б	BD179	KT817Г	BD842	KT639Д
BC455Б	KT3107Г, Д	BCX53	2Т664А9	BD180	KT816Г	BD875	KT972А
BC455С	KT3107К	BCX56	KT665А9	BD181	KT819БМ	BD876	KT973А
BC456А	KT3107Е	BCX70	KT3153А9	BD182	KT819БМ	BD933	KT817Б
BC456Б	KT3107Ж, И	BCY10	KT208Е	BD183	KT819ГМ	BD934	KT816Б
BC456С	KT3107Л	BCY11	KT209Д	BD201	KT819Б	BD935	KT817Б
BC513	KT345А	BCY30	KT208Л	BD202	KT818А, Б	BD936	KT816Б
BC516	KT696Ж	BCY31	KT208М	BD203	KT819Г	BD937	KT817Г
BC517	KT645А	BCY32	KT208М	BD204	KT818Б, В	BD938	KT816Г
BC526С	KT3107А1, Л1	BCY33	KT208Г	BD216	KT809А	BD944	KT837Ф, KT856Б1
BC527	KT342Б, В	BCY34	KT208Г	BD223	KT837Г, KT856А1	BD946	KT837Ф, KT896А
BC527-6	KT629А2	BCY38	KT501Д	BD224	KT837Ф	BD948	KT837Ф, KT896Б
BC527-6	KT6112А, Б	BCY39	KT501М	BD225	KT837С	BD949	KT819Б
BC527-10	KT6112Б	BCY40	KT501Д	BD226	KT943А	BD950	KT818Б
BC546А	KT503Д	BCY42	KT312Б	BD227	KT639Б	BD951	KT819Б
BC546Б	KT3117Б	BCY43	KT312Б	BD228	KT943Б	BD952	KT818Б
BC546С	KT3117Б	BCY54	KT501К	BD229	KT639Д	BD953	KT819Г
BC547А	KT3102А, KT645А	BCY56	KT312Б	BD230	KT943Б	BD954	KT818Г
BC547Б	KT3102Б, БМ	BCY58А	KT342А	BD233	KT817Б	BDТ91	KT819Б
BC547С	KT3102Г, БМ	BCY58Б	KT342Б	BD234	KT816Б	BDТ92	KT818Б
BC548А	KT3102А, БМ	BCY58С	KT342Б	BD235	KT817Б	BDТ93	KT819Б
BC548Б	KT3102Б, БМ	BCY58Д	KT342Б	BD236	KT816Б	BDТ94	KT818Б
BC548С	KT3102Г, БМ	BCY59	KT3102А	BD237	KT817Г	BDТ95	KT819Г
BC549А	KT3102Д, БМ	BCY69	KT342Б	BD238	KT816Г	BDТ96	KT818Г
BC549Б	KT3102Д, БМ	BCY79	KT3107Б	BD239, А	KT817Б	BDV64	KT8159Б
BC549С	KT3102Е, ДМ	BCY90	KT208Е	BD240, А	KT816Б	BDV65	KT8158Б
BC550А	KT3102АМ	BCY90Б	KT501Г	BD240Б	KT819Г	BDV91	KT819Б
BC550Б	KT3102БМ	BCY91	KT208Е	BD242	KT816А	BDV92	KT818Б, В
BC550С	KT3102БМ	BCY91Б	KT501Г	BD242Б	KT818Г	BDV93	KT819Б
BC556А	KT502Д	BCY92	KT208Е, 2Т3152А	BD246	KT818АМ	BDV94	KT818Б
BC556Б	KT502Д	BCY92Б	KT501Д	BD253	KT809А	BDV95	KT819Г
BC556С	KT502Д	BCY93	KT208К	BD291	KT819А	BDV96	KT818Г
BC557	KT361Д	BCY93Б	KT501Л	BD292	KT818А	BDW22	KT818БМ
BC557А	KT668Б	BCY94	KT208К	BD293	KT819Б	BDW51	KT819АМ
BC557Б	KT668В	BCY94Б	KT501Л	BD294	KT818Б	BDW51Б	2Т819А
BC557С	KT3107Г	BCY95	KT208К	BD295	KT819Б	BDW64А	KT896А
BC558А	KT3107Г	BCY95Б	KT501М	BD296	KT818Б	BDW65А	KT8106А
BC558Б	KT3107Д	BD109	KT805Б	BD375	KT943А	BDX25	KT805Б, KT808А
BC558С	KT3107К	BD121	KT902А	BD377	KT943Б	BDX53	KT829Г
BC559А	KT3107Е	BD123	KT902А, KT805Б	BD379	KT943Б	BDX53А	KT829Б
BC559Б	KT3107Ж	BD130	KT819БМ	BD386	KT644Б, KT629А2	BDX53Б	KT829Б
BC559С	KT3107Л	BD131	KT943Б	BD433	KT817А	BDX53Е	KT829Д
BC560А	KT3107Б	BD135	KT815Б	BD434	KT816А	BDX54	KT853Г
BC560Б	KT3107Г	BD135-6	KT343А	BD435	KT817А	BDX54Ф	KT712А
BC560С	KT3107Г	BD136	KT626А, Е	BD436	KT816А	BDX62	KT825Д
BC635	KT503Б	BD136	KT6109А, KT814Б	BD437	KT817Б	BDX63А	KT827А
BC636	KT684А	BD136-6	KT639Б	BD438	KT816Б	BDX77	KT819Г
BC637	KT503Г	BD136-10	KT639Б	BD439	KT817Б	BDX78	KT818Г
BC638	KT684Б	BD136-16	KT639А	BD440	KT816Б	BDX91	KT819БМ
BC639	KT503Е, KT645А	BD137	KT815Б	BD441	KT817Г	BDX92	KT818БМ
BC640	KT684Б	BD137-6	KT943Б	BD442	KT816Г	BDX93	KT819БМ
BC847А	KT3189А9	BD138	KT814Б	BD466	KT973Б	BDX94	KT818БМ
BC847Б	KT3189Б9	BD138	KT926Б, KT6104А	BD534	KT837А	BDX95	KT819ГМ
BC847С	KT3189В9	BD138-6	KT639Д	BD536	KT837Б	BDX96	KT818ГМ
BC857А	KT3129Б9	BD138-10	KT639Е	BD611	KT817А	BDY12	KT805Б
BC857Б	KT3129Г9	BD138-16	KT639Г	BD612	KT816А	BDY13	KT805Б
BC858А	KT3129В9	BD139	KT815Г	BD613	KT817А	BDY20	KT819Б
BCP627А	KT373А	BD139-6	KT943Б	BD614	KT816А	BDY23	KT803А
BCP627Б	KT373Б	BD140	KT626Б, Ж	BD615	KT817Б	BDY24	KT808А
BCP627С	KT373В	BD140	KT6108А, KT814Г	BD616	KT816Б	BDY25	KT812Б
BCP628А	KT373А	BD140-6	KT639Е	BD617	KT817Б	BDY72	KT805А

Транзистор	Возможная замена	Транзистор	Возможная замена	Транзистор	Возможная замена	Транзистор	Возможная замена
BDY73	KT819BM	BFP179B	KT611E	BSX53A	KT340A	BU508AD	KT8121A (A1)
BDY78	KT805E	BFP179C	KT618A	BSX59	KT928A	BU508D	KT872B
BDY79	KT805A	BFP194	KT6129A9	BSX61	KT928A	BU508DR	KT872B, KT8114A
BDY90	KT945A, KT908A	BFP719	KT315A	BSX62	KT801E	BU508F1	KT8127A1
BDY91	KT945A, KT908A	BFP720	KT315E	BSX63	KT801A	BU5131A	KT8108B
BDY92	KT908A, KT908E	BFP721	KT315B	BSX66	KT306A, Д	BU603	KT8108B1
BDY93	KT812A, KT828A	BFP722	KT315F	BSX67	KT306A, Д	BU613	KT840A
BDY94	KT812A, KT704E	BFR30	КП302A1 + Г1	BSX80	KT375E	BU606	KT840E
BDY95	KT704E	BFR34, A	KT372E	BSX81A	KT375E	BU608	KT848A
BDY98	2T841E	BFR90	KT3198A	BSX89	KT616A	BU706D	KT8127A1
BF111	KT611A	BFR90A	KT3198E	BSX97	KT3117A	BU9212PF1	KT898A
BF114	KT611Г	BFR91	KT3198B	BSXP59	KT928A	BU9212PFL	KT890B
BF137	KT611Г	BFR91A	KT3198Г	BSXP60	KT928A	BU930	KT892A
BF140A	KT611B	BFR92	KT3187A9	BSXP61	KT928A	BU930ZP	KT890B
BF173	KT339B	BFT92	KT3191A9	BSXP87	KT340B	BU9302P	KT890B
BF177	KT602A, KT671A2	BFY68	KT630E	BSY17	KT616E	BU931	KT892E
BF178	KT611Г	BFW16	KT610A	BSY18	KT616E	BU931Z	KT897A
BF179	KT682E2	BFW45	KT611Г	BSY26	KT340B	BU931ZP	KT898A
BF179B	KT611E	BFW89	KT351E	BSY27	KT340B	BU931ZPFL	KT896A1
BF179C	KT618A	BFW90	KT351E	BSY34	KT608A	BU932Z	KT892E
BF186	KT611Г	BFW91	KT351E	BSY38	KT340B	BU941Z	KT8231A
BF197	KT339Г	BFX12	KT326A	BSY39	KT340E	BUT18, A	KT868A
BF199	KT339AM	BFX13	KT326E	BSY40	KT343A	BUT18F (A)	KT868A
BF208	KT339A	BFX44	KT340B	BSY41	KT343E	BUT22B	KT8126A
BF223	KT339B	BFX73	KT368A	BSY58	KT608A	BUT56	KT8118A
BF240	KT312B	BFX89	KT355A	BSY62	KT616E	BUT56A	KT839A, 2T839A
BF254	KT339AM	BFX94	KT3117A	BSY72	KT352A	BUT92A	2T891A
BF257	KT611Г	BFY19	KT326E	3SY73	KT312E	BUW24	KT862B, 2T862B
BF258	KT604E	BFY34	KT630Г	3SY95	KT340B	BUW36	KT856A, 2T856A
BF259	KT604E, KT638E	BFY45	KT611Г	BSY95A	KT340B	BUW58	KT866A
BF273	KT339A	BFY46	KT630Д	BSYP62	KT340B	BUW76	KT847A
BF291	KT611Г	BFY50	KT630Г	BSYP63	KT340B	BUX12	2T862A
BF297	KT940B	BFY51	KT630Д	BSZ10	KT104E	BUX14	KT841Д, E
BF298	KT940E	BFY52	KT630Д	BSZ11	KT104E	BUX17B	2T718E
BF299	KT940A	BFY53	KT630Д	BSZ12	KT203A	BUX18	KT812B
BF336	KT611Г, KT6103A	BFY55	KT630Г	BU104DP	KT858A	BUX21	2T866A, KT8143M
BF337	KT604E, KT6113A	BFY56	KT630Г	BU106	2T812A, KT812E	BUX37	KT848A
BF338	KT604E, KT6113Г	BFY56A	KT630Г	BU106	2T841A	BUX48	KT856E
BF391	KT698K	BFY65	KT611Г	BU107	2T812E	BUX48A	2(K)T856A, B
BF392	KT504E	BFY66	KT355A	BU108	KT839A, KT8107A	BUX54	KT506A
BF393	KT504B	BFY68	KT630E	BU109DP	2T841A1	BUX82	KT812A
BF410A	2П337AP, EP	BFY78	KT368A	BU109P	KT8110B	BUX83	KT812A
BF419	KT940A, KT969A	BFY80	KT601A, П308	BU1008AF(ADF)	KT8121A (A1)	BUX97	KT940E, KT868E
BF422	KT940A	BLW18	KT920E	BU113	KT8157E	BUX97A	KT8106E
BF423	KT9115A	BLW24	KT922Г	BU120	KT809A	BUX98	KT878A
BF457	KT940B	BLX92	KT913A	BU123	KT802A	BUX98A	KT878B
BF458	KT940E	BLX93	KT913E	BU126	KT704E	BUV39	KT8143K
BF459	KT940A	BLX96	KT983A	BU126	KT828A, KT845A	BUV48E	2(K)T856A
BF469	KT940E	BLX97	KT983E	BU129	KT809A	BUV56A	KT8107Д2, E2
BF471	KT940A, KT605EM	BLX98	KT983B	BU132	KT704A	BUV56A	KT8118A
BF472	KT9115A	BLY47	KT808A	BU133	KT704E, KT828A	BUY20	KT864A
BF491	KT6127K	BLY47A	KT808A	BU204	KT838A	BUY21	KT867A
BF492	KT505E	BLY48	KT808A	BU205	KT838A	BUY43	П702
BF493	KT505A	BLY48A	KT808A	BU207	KT838A, KT846E	BUY46	П702A, KT868A
BF494	KT339AM	BLY49A	KT809A	BU207	2T828E	BUY55	KT808A
BF506	KT3126A	BLY50	KT809A	BU207A	KT838A, B	BUY77	KT812E
BF554	KT3170A9	BLY50A	KT809A	BU207A	KT8107A2 + Г2	BUY79	KT812A
BF565	KT3169A9	BLY63	KT920Г	BU208	KT838A, KT8127E	BUY90	KT8107B, Г
BF569	KT3192A9	BLY88A	KT920P	BU208	KT8129A	BUYP52, 53, 54	KT802A
BF595	KT3169A9	BSJ36	KT351E	BU208A	KT8127A	BUZ08	KT8129A
BF599	KT368A9	BSJ63	KT340E	BU209	KT846Г	BUZ60	KT707A1
BF615	KT940E	BSV49A	KT351E	BU2508A (AF)	KT872B	BUZ90	KT707E1
BF617	KT940A	BSV59-V111	KT3117A	BU2508D (DF)	KT872B	BSS15	2T861E
BF820S	KT666A9	BSW19	KT343E	BU326	KT828A, KT840A	BSW62A	KT361K, Л, M
BF821S	KT667A9	BSW20	KT361Г	BU326A	KT828A, KT840A	BSW63	KT361H, П
BF970	KT3165A	BSW21	KT343E	BU406	KT858A, KT8124A	BV205	KT838E
BF979S	KT3109A	BSW27	KT928A	BU406	KT8140A	BV807	KT8156A
BF998	КП402A	BSW36	KT803E	BU407	KT857A, KT8142B	BVK462	KT959A, B, B
BFJ57	KT602E, KT6105A	BSW41	KT616A	BU408	KT8124A, B	BVZ90	KT809B, Г, E
BFJ70	KT339B	BSW88A	KT375E	BU408	KT857A, KT8140A	BVZ90A	KT809Д, E
BFJ93	KT324E	BSX21	П308	BU426	KT868E	BVS98A	2T885A
BFJ98	KT611Г	BSX32	KT635A, KT625A	BU426A	KT868A	BY67A	KT630A
BFP177	KT611B	BSX38A	KT340A	BU506	KT8127A1	D41D1	KT626A
BFP178	KT611Г	BSX51	KT340B	BU508	KT872A, KT8121A	D41D4	KT626E
BFP179A	KT611Г	BSX52	KT340B	BU508A	KT8107A + Г	D41D7	KT626B

Транзистор	Возможная замена						
D44E3	2T71661	GD243	П214А	MJ3480	КТ839А	MPSA-43	КТ6135В
D44Т1	КТ850А	GD244	П215	MJ3521	2(К)Т827Е	MPSA-92	КТ505А
D44Н7	КТ9181А, Б	GD267	ГТ404Г	MJ3584	КТ851Е	MPSA-93	КТ698К
DT4306	КТ8108А, Б	GD608	ГТ404Е	MJ4343	КТ8101Е	MPSL01	КТ638А
DTA124Е	КР1054НК2Е	GD609	ГТ404Е	MJ4645	2Т505Е	MPSL07	КТ363А, 2Т3164А
DTA144Е	КР1054НК2А	GD617	П201А3	MJ4646	2Т505А	MPSL08	КТ363А
DTA114Е	КР1054НК1В	GD618	П201А3	MJ10000	КТ890А	MPSL51	КТ632Е1
DTA124Е	КР1054НК1Е	GD619	П203Г	MJ10004	КТ890Е	MPSU01	КТ807Е
DTA144Е	КР1054НК1А	GF126	ГТ309Г	MJ11021	КТ8106А	MPSU01А	КТ807Е
DTL342А	2Т881Г	GF128	ГТ309Е	MJ15027	КТ8102А	MPSU05	КТ807Е
DTS708	2Т713	GF130	ГТ309Д	MJE31	КТ817А	MPSU06	КТ807Е
DTS709	2Т713	GF501	ГТ131Е	MJE31А	КТ817В	MPSU07	КТ807А
DR42R2/220	КТ850Е	GF502	ГТ313А	MJE31С	КТ817Г	MPSU31	КТ821Е-1
EGC327	КТ867А	GF503	ГТ313Е	MJE32А	КТ816В	MPSU51	КТ626А
EFT212	П216	GF504	ГТ313А	MJE32Е	КТ816Г	MPSU51А	КТ626А
EFT213	П216	GF505	ГТ328Е	MJE340	КТ504В	MPSU55	КТ626Е
EFT214	П217	GF506	ГТ328Е	MJE350	КТ505А	MPSU58	КТ626Е
EFT250	П217	GF507	ГТ346Е	MJE370	КТ835А	MRF136	2П942А, Б, В
EFT306	МП40	GF514	ГТ322А, ГТ313Е	MJE520	КТ943А	MRF430	КТ9181В, Г
EFT307	МП40	GF515	ГТ322А	MJE710	КТ814А	MSA7505	КТ907А
EFT308	КТ208Е	GF516	ГТ322А	MJE711	КТ814В	MSC81325М	2Т9127Д, Е
EFT311	МП20А	GF517	ГТ322Е	MJE720	КТ815А	MSC81400М	2Т9127В, Г
EFT312	МП20А	GF50	ГТ322Е	MJE722	КТ719А	MTP5N05	КТ932А
EFT313	МП20Е	GS109	МП42А	MJE1290	КТ818Е1	MTP7N05	КТ931А, Б, В
EFT317	П401	GS111	МП42Е	MJE2801Т	КТ9177А	N3638	КТ502
EFT319	П401	GS112	МП25А	MJE2955Т	КТ8149А2	N3643	КТ503
EFT320	П401	GS121	МП42	MJE3055Т	КТ8150А2	NB312К, М	КТ815Е
EFT321	МП20А	GT8002	2(К)Т834В	MJE4353	КТ8102Е	NB313К, М	КТ815В
EFT322	МП20А	F, J401Е	2Т3115А-2	MJE13002	КТ8175Е	NE1010Е-28	КТ913Е
EFT323	МП20Е	KC147	КТ373А, Б	MJE13003	КТ8137А, КТ8175А	NKT11	МГТ108Г
EFT331	МП20А	KC148	КТ373А, Б	MJE13004	КТ8164Е	NKT73	МГТ108Е
EFT332	МП20А	KC149	КТ373Е, В	MJE13005	КТ8164А	NNTE2318	КТ8114А
EFT333	МП20Е	KC507	КТ342Е	MJE13006	КТ8182Е	NSD36В	КТ850А
EFT341	МП21Д	KC508	КТ342Е	MJE13007	КТ8182А, КТ8126А	NTE323	2Т880А (А-5)
EFT342	МП21Д	KC509	КТ342Е	MJE13009	КТ8145А	NTE327	КТ867А
EFT343	МП21Д	KD3055	КТ728А	MJE16106	КТ8126А	NTE2300	КТ872А, КТ8114А
ESG2300	КТ872Е, КТ8114А	KD601	КТ803А	MJF2955	2Т876Е, Г	NTE2305	КТ8101Е
ESG2312	КТ8126А	KD602	КТ808А	MJF6107	КТ808А	NTE2312	КТ8126А
ESG2318	КТ872Е, КТ8114А	KF173	КТ339В	MJF16212	КТ886А1	NTE2318	КТ872В
ET403	КТ854А	KF503	КТ802Е	MJH6284	КТ898Е	OC25	П216
ET405	КТ8136А	KF504	КТ611Г	MJH6286	КТ8106А	OC26	ГТ703Д
GC100	ГТ109А	KF507	КТ617А	MJH11017	КТ712Е	OC27	ГТ703Г
GC101	ГТ109А	KFY18	КТ313А	MJH11019	КТ712А	OC28	П217
GC112	МП26А	КСА539	КТ502А	MJH11020	КТ898Е	OC30	П201З
GC116	МГТ108Д	KSC5021	КТ8108Е	MJH16018	КТ8118А	OC35	П217
GC117	МГТ108Д	KSD227	КТ503А	MJH16106	КТ8126А	OC41	П29
GC118	МГТ108Д	KSD362	КТ8056М	MJH16212	КТ886А1	OC42	П29А
GC121	МП20А, МП39Е	KSD363	КТ805АМ	MJW16212	КТ886А1	OC57	ГТ109А
GC122	МП20А	KSD401	КТ8123А	MM404	МП42Е	OC58	ГТ109Е
GC123	МП21Г	КСY21	КТ616Е	MM1748	КТ316А	OC59	ГТ109В
GC500	ГТ402Д	КСY34	КТ808А	MM2483	КТ503Г	OC60	ГТ109В
GC501	ГТ402Е	КСY62	КТ616Е	MM3000	КТ602А	OC70	МП40А
GC502	ГТ402И	КСY63	КТ616Е	MM3001	КТ602Е, КТ611В	OC71	МП40А
GC507	МП20А	КСY81	КТ347Е	MM3375	КТ904Е	OC75	МП40А, МП41А
GC508	МП20Е	KU601	КТ801Е	MPF102	КТ303Е	OC76	МП40А
GC509	МП21Г	KU602	КТ801А	MPF873	2Т987А	OC77	МП26Е
GC510К	ГТ403Е	KU605	КТ812В	MPS404	КТ209А, Е	OC169	ГТ322Е
GC512К	ГТ403Е	KU606	КТ808А	MPS404А	КТ209К	OC170	ГТ309Г, ГТ322Е
GC515	МП20А	KU607	КТ812В	MPS706	КТ375Е, КТ648А2	OC171	ГТ309Г
GC516	МП20А	KU611	КТ801Е	MPS706А	КТ375Е, КТ682А2	OC200	КТ104Г
GC517	МП20Е	KU612	КТ801А	MPS3638	КТ351А	OC201	КТ104Е
GC518	МП20Е	KUY12	КТ812В	MPS3638А	КТ351А	OC202	КТ104В
GC519	МП20Е	MA909	МП26А	MPS3639	КТ357А	OC203	КТ203А
GC525	МП36А, МП35А	MA910	МП26А	MPS3640	КТ347Е	OC204	КТ208Г
GC526	МП36А, МП37А	MJ413	2Т718А	MPS3705	КТ645А	OC205	КТ208Л
GC527	МП36А, МП38А	MJ420	КТ618А	MPS6512	КТ3184А9	OC206	КТ208Г
GCN55	МП20А	MJ480	КТ803А	MPS6513	КТ3184Е9	OC207	КТ208А
GCN56	МП21Г	MJ481	КТ803А	MPS6530	КТ645А	OC1016	ГТ703В
GD160	П213Е	MJ2249	2Т831Е	MPS6532	КТ645А	OC1044	ГТ109Е
GD170	П213Е	MJ2501	КТ825Г	MPS6562	КТ350А	OC1045	ГТ109Д
GD175	П213Е	MJ2801	КТ819АМ	MPS5563	КТ350А	OC1070	МП40А
GD180	П214А	MJ2901	КТ818АМ	MPS6567	КТ503А	OC1071	МП40А, МП39Е
GD240	П213	MJ2955	КТ8102А	MPS-A70	КТ502А	OC1072	МП41А, МП39Е
GD241	П213	MJ3001	КТ827Е	MPS-H37	КТ339АМ	OC1073	МП20А
GD242	П214А	MJ3055	КТ819Е	MPSA-42	КТ6135Е	OC1075	МП41А, МП39Е

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С. - Применение микросхем серии К155/К176/К561/КР1561. - Радио, 1977-1991.
2. Банников В., Янковский А. - Экономайзер для автомобильного двигателя - Радио, - 1982, №11, С27, 28.
3. Банников В. - Замена блоков управления экономайзером. - Радио, 1989, №8, С30 + 33.
4. Банников В. - Усовершенствованный блок управления экономайзером. - Радио, 1991, №8, С28 + 31.
5. Банников В. - Неисправности ЭПХХ. - За рулем, 1990, №4, С26, 27.
6. Банников В. - Замена блоков ЭПХХ. - Радио, 1991, №3, С22.
7. Банников В. - Электроника экономайзера. - Радио, 1992, №6, С18 + 21.
8. Банников В. - Электроника экономайзера. - Радио, 1992, №7, С16 + 18.
9. Банников В. - Карбюраторы "Сорок первых" - За рулем, 1993, №2, С48, 49.
10. Банников В. - Блок экономайзера карбюраторов "Солекс" и "Озон". - Радио, 1995, №7, С38 + 40.
11. Вендеровский К. - Электроника в помощь экономике - За рулем, 1982, №10, С29, 30.
12. Гиззатулин Р. - Электромагнитный лучше - За рулем, 1997, №12, С165.
13. Замогильный С. - Электронный блок управления экономайзером. - Радио, 1985, №7, С29 + 31.
14. Кизлюк А.И. - Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства. - Москва, "АНТЕЛКОМ", 1998.
15. Литвиненко В. - "Волга" неисправен экономайзер - За рулем, 1997, №3, С116, 117.
16. Маслов А. - Электронный блок экономайзера на К548УН1 - За рулем, 1996, №4, С51.
17. Моисеевич А. - ЭПХХ в работе - За рулем, 1983, №7, С
18. Нефёдов А. - Взаимозаменяемые советские и зарубежные транзисторы - Радио, 1985, №10, 1986, №1, 4 + 10.
19. Осипов Г., Яковлев Г. - ВА3-2105. Система питания - За рулем, 1980, №12, С16.
20. Ревич Ю. - Немного о замене радиодеталей - Радио, 1989, №9, С89.
21. Рунов Ю. - Электронный блок экономайзера на К548УН1 - За рулем, 1994, №4, С5, 36.
22. Синельников А. - Экономайзер принудительного холостого хода для автомобиля "Жигули" - В помощь радиолюбителю, 1984, №86, С22 + 35.
23. Стекленёв А. - Номинал резистора по таблице - Радио, 1996, №6, С37.
24. Тюфяков А. - Проще и надежнее - За рулем, 1983, №8, С31.
25. Тюфяков А., Дмитриевский А. - УЭТ, "КАСКАД" и другие - За рулем, 1980, №7, С18, 19.
26. Уединов М. - "ОЗОН" наизнанку - За рулем, 1990, №10, С24 + 26.
27. Федотов А. - Электронный блок автомобильного экономайзера - Радио, 1986, №7, С45, 46.
28. - Емкость конденсатора - по номограмме - Радио, 1991, №11, С62.
29. - Емкость конденсатора - по шкале омметра - Радио, 1992, №1, С64.
30. Техническая документация и паспорта на изделия.

Ходасевич Александр Геннадьевич
Ходасевич Татьяна Ивановна

СПРАВОЧНИК
ПО УСТРОЙСТВУ И РЕМОНТУ
ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Часть 3

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЭКОНОМАЙЗЕРОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА
АВТОМОБИЛЕЙ

Формат 60x88/16. Объем 10,0 п.л.

Тираж 3100 экз. Заказ № 226

Издательство "АНТЕЛКОМ"

107078, г. Москва, Большой Харитоньевский пер.,

д. 21/6, стр. 2, пом. правления.

ЛР № 065956 от 18.06.98

ISBN 5-93604-005-4

Московская типография № 9
Комитета Российской Федерации по печати
109033, Москва, Волочаевская ул., 40