



чительное количество четырехвалентных ионов  $Pb^{4+}$  свинца (см. уравнение 4), а на отрицательных электродах — значительное количество свободных электронов (уравнение 5). В электролите в граничных зонах электродов сосредотачиваются ионы гидроксильных групп  $OH^-$  (у пластин  $PbO_2$ ) и ионы свинца  $Pb^{4+}$  (у пластин  $Pb$ ). Такое состояние является состоянием устойчивого электрохимического равновесия, и может сохраняться в аккумуляторе достаточно долго. Но как только внешняя электрическая цепь будет замкнута, под действием ЭДС аккумулятора начнется движение свободных электронов через нагрузку от минусовой клеммы аккумулятора к плюсовой, а также свободных ионов внутри аккумулятора через электролит.

Так возникает электрический ток  $I_p$  разряда аккумулятора. На положительных электродах под действием излишка приходящих электронов начинается восстановление четырехвалентных ионов свинца до двухвалентного состояния:  $Pb^{4+} + 2e = Pb^{2+}$ . На отрицательных электродах под действием истечения уходящих электронов будет иметь место окисление губчатого свинца:  $Pb - 2e = Pb^{2+}$ .

Образовавшиеся под действием разрядного тока двухвалентные ионы свинца и на положительных, и на отрицательных

пластинах вступают в химическую реакцию сульфатации с ионизированной серной кислотой электролита. На положительных пластинах сульфатация протекает в присутствии ионов гидроксильных групп с образованием сернокислого свинца и воды:  $Pb^{2+} + HSO_4^- + OH^- \rightarrow Pb^{2+} + H^+ + SO_4^{2-} + OH^- = PbSO_4 + H_2O$ .

На отрицательных пластинах аналогичная химическая реакция начинается после того, как на их поверхность поступят свободные ионы  $OH^-$  гидроксидов от положительных пластин, т.е. после возникновения разрядного ионного тока в электролите аккумулятора. Таким образом, при разряде и на положительном, и на отрицательном электродах предварительно скапливаются положительные двухвалентные ионы  $Pb^{2+}$  свинца, которые затем легко вступают в ковалентные связи с отрицательными двухвалентными ионами кислотного основания  $SO_4^{2-}$ , что и приводит к образованию сульфата свинца:  $Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4$ .

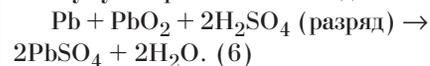
Так как электронный ток  $I_p$  разряда протекает по внешней электрической цепи под действием установившегося на клеммах АКБ напряжения  $U_{бр} = 6 U_{ар}$ , то батарея за время  $t_p$  разряда совершит работу, равную электрической энергии, от-

данной АКБ во внешнюю цепь:

$$W_{бр} = \int I_p(t) U_{бр}(t) dt$$

Отдавая энергию, батарея разряжается и ее напряжение  $U_{бр}$  постепенно падает. Однако если падающее во времени значение напряжения  $U_{бр}(t)$  в подинтегральном выражении заменить средним значением  $U_{бр}$  за время  $t_p$  разряда, то при постоянном токе  $I_p$  разряда ( $I_p = \text{const}$ ) можно определить энергию разряда батареи:  $W_{бр} = U_{бр} I_p t_p = U_{бр} C_p$ , где  $C_p = I_p t_p$  — разрядная емкость батареи. Интересно отметить, что разрядная емкость батареи равна разрядной емкости одного отдельно взятого аккумулятора, т.е.  $C_p = C_{ра}$ . Это имеет место потому, что емкость батареи есть токо-временной, а не энергетический показатель, и ток батареи не может быть больше тока, протекающего через один аккумулятор.

Из сказанного ясно — во время разряда АКБ отдает электрическую энергию во внешнюю цепь и при этом электроды всех ее аккумуляторов «обрастают» сульфатом свинца, а плотность электролитного раствора в аккумуляторных банках падает:



(Окончание следует)

&

## РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННЫХ КОММУТАТОРОВ ЗАЖИГАНИЯ

Системы зажигания для бензиновых двигателей отечественных легковых автомобилей ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ЗАЗ-1102 содержат в своем составе электронный коммутатор. Он предназначен для формирования импульсов тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания.

В электронных коммутаторах отечественного производства (серии

3620.3734; 36.3734; 78.3734) функции выходного токового ключа выполняет мощный транзистор, а функции управления параметрами токовых импульсов (нормирование скважности запускающих импульсов, программное регулирование времени накопления энергии в катушке зажигания, ограничение уровня тока в ее первичной обмотке и амплитуды импульсов первичного

А. Родин

напряжения) выполняет слаботочная электронная схема, чаще в интегральном исполнении.

Первый отечественный электронный коммутатор с управляемыми параметрами импульсов зажигания (серия 36.3734) был разработан для автомобиля ВАЗ-2108. В коммутаторе использовались микросхема К1401УД1, мощный ключевой транзистор КТ848А и другие



Таблица 1

№ вывода	Назначение	№ вывода	Назначение
1	Общий	9	Вывод для подключения конденсатора к узлу защиты
2	Общий (сигнальный)	10	Вывод для подключения запоминающего конденсатора к схеме управления задержкой
3	Питание 1	11	Вывод для подключения конденсатора коррекции к схеме управления задержкой
4	Не используется	12	Вывод для подключения внешнего резистора опорного напряжения
5	Вход сигнала с датчика Холла	13	Вход ограничителя тока
6	Выходной сигнал широтно-импульсного модулятора	14	Выходной сигнал для управления внешним транзистором
7	Вывод для подключения дополнительного стабилитрона	15	Вход ограничителя амплитуды выходных импульсов
8	Вывод для подключения конденсатора коррекции постоянной времени формирователя	16	Питание 2 (выходной каскад)

элементы отечественного производства.

Входным информационным сигналом для коммутатора служит сигнал от датчика Холла, расположенного на валу распределителя зажигания. По этому сигналу на коммутатор

поступает информация о количестве оборотов двигателя и положении его коленвала. Коммутатор рассчитан на работу с серийной катушкой зажигания 27.3705. Коммутатор явился прототипом для разработки последующих серий, которые имеют не-

сколько вариантов конструктивного и схемотехнического исполнения. Однако общим для отечественных коммутаторов по-прежнему служит комбинированная интегрально-дискретная технология сборки, делающая их ремонтпригодными.

Таблица 2

Признаки неисправности	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
Двигатель заводится, но через 3-5 мин останавливается. Через 20-30 мин двигатель вновь возможно запустить, но через короткое время он опять останавливается. Корпус коммутатора нагревается до температуры выше 50 °С	Неисправны элементы коммутатора	<b>Коммутатор 3620.3734 - I (см. рис. 2).</b> Проверяют исправность транзистора VT1. Если он исправен, но сильно нагревается в рабочем состоянии, увеличивают номинал резистора R7. В случае, если после этого транзистор VT1 продолжает сильно нагреваться, последовательно заменяют микросхему ID1 и транзистор VT1. При монтаже транзистора обращают особое внимание на качество его крепления к корпусу коммутатора с использованием теплопроводящей пасты. <b>Коммутатор 3620.3734 - II (см. рис. 3).</b> Проверяют исправность транзистора VT1. Если он исправен, но сильно нагревается в рабочем состоянии, увеличивают номинал резистора R6. В случае, если после этого транзистор VT1 продолжает сильно нагреваться, последовательно заменяют микросхему IC1 и транзистор VT1. При монтаже транзистора обращают особое внимание на качество крепления к корпусу коммутатора с использованием теплопроводящей пасты. <b>Коммутатор 78.3734 (см. рис. 4).</b> Проверяют исправность транзисторов VT4, VT3, VT1. Если данные транзисторы исправны, но VT4 сильно нагревается в рабочем состоянии, уменьшают номинал резистора R22. В случае, если после этого транзистор продолжает греться, заменяют последовательно элементы: VT4, DA1. При монтаже транзистора обращают особое внимание на качество крепления к корпусу коммутатора с использованием теплопроводящей пасты
	Неисправна схема защиты коммутатора	<b>Коммутатор 3620.3734 - I (см. рис. 2).</b> Проверяют исправность элементов схемы защиты C6, VD4, R11, VT2, VD2. <b>Коммутатор 3620.3734 - II (см. рис. 3).</b> Проверяют исправность элементов C7, VD2, R10. <b>Коммутатор 78.3734 (см. рис. 4).</b> Проверяют исправность элементов VD5, C4, R7, VT1, R8, VT3
Двигатель автомобиля не заводится. Искры на свечах нет	Неисправны элементы коммутатора, формирующие напряжение питания датчика Холла	<b>Коммутатор 3620.3734 - I (см. рис. 2).</b> Проверяют исправность элементов C6, VD4, R11, VT2, VD2. <b>Коммутатор 3620.3734 - II (см. рис. 3).</b> Проверяют исправность элементов C7, VD2, R10. <b>Коммутатор 78.3734 (см. рис. 4).</b> Проверяют исправность элементов VD5, C4, R7, VT1, R8, VT3
	Неисправны элементы электронного коммутатора	<b>Коммутатор 3620.3734 - I (см. рис. 2).</b> Проверяют исправность элементов VT1, R8, VD3, VD4, VT2, C1, C4. Если указанные элементы исправны, а неисправность не устранилась, следует заменить микросхему ID1. <b>Коммутатор 3620.3734 - II (см. рис. 3).</b> Проверяют исправность элементов VT1, R7, VD1, VD2, VD3, C2, C6. Если указанные элементы исправны, а неисправность не устранилась, заменяют микросхему IC1. <b>Коммутатор 78.3734 (см. рис. 4).</b> Проверяют последовательно элементы коммутатора VT1, VT2, VT3, VT4, VD4, R15, R13, C3, VD5, C4, C1, DA1 (заменой)
Двигатель работает неустойчиво. При замене коммутатора на другой, заведомо исправный, неисправность устранилась	Нарушены контакты в разъёмных соединениях коммутатора и датчика Холла	<b>Для всех типов коммутаторов (3620.3734 - I, 3620.3734 - II, 78.3734).</b> Проверяют качество разъёмных соединений коммутатора и датчика
	Неисправен датчик Холла	Заменяют датчик Холла
	Неисправны элементы электронного коммутатора	<b>Коммутатор 3620.3734 - I (см. рис. 2).</b> Проверяют последовательно элементы коммутатора VD3, VD4, C6, C7, VT1, VT2, VD2, C1, C4, C2, C3. Если указанные элементы исправны, а неисправность не устранилась, следует заменить микросхему ID1. <b>Коммутатор 3620.3734 - II (см. рис. 3).</b> Проверяют последовательно элементы коммутатора C2, C6, C1, C5, R7, VT1, VD1, VD2, VD3, C7, IC1 (заменой). <b>Коммутатор 78.3734 (см. рис. 4).</b> Проверяют элементы коммутатора VT3, VD5, VD4, C4, C3, R15, VT1, VT2, R16, R14, VD6, C1, C2, VD2, VD3, VT4, DA1 (заменой)

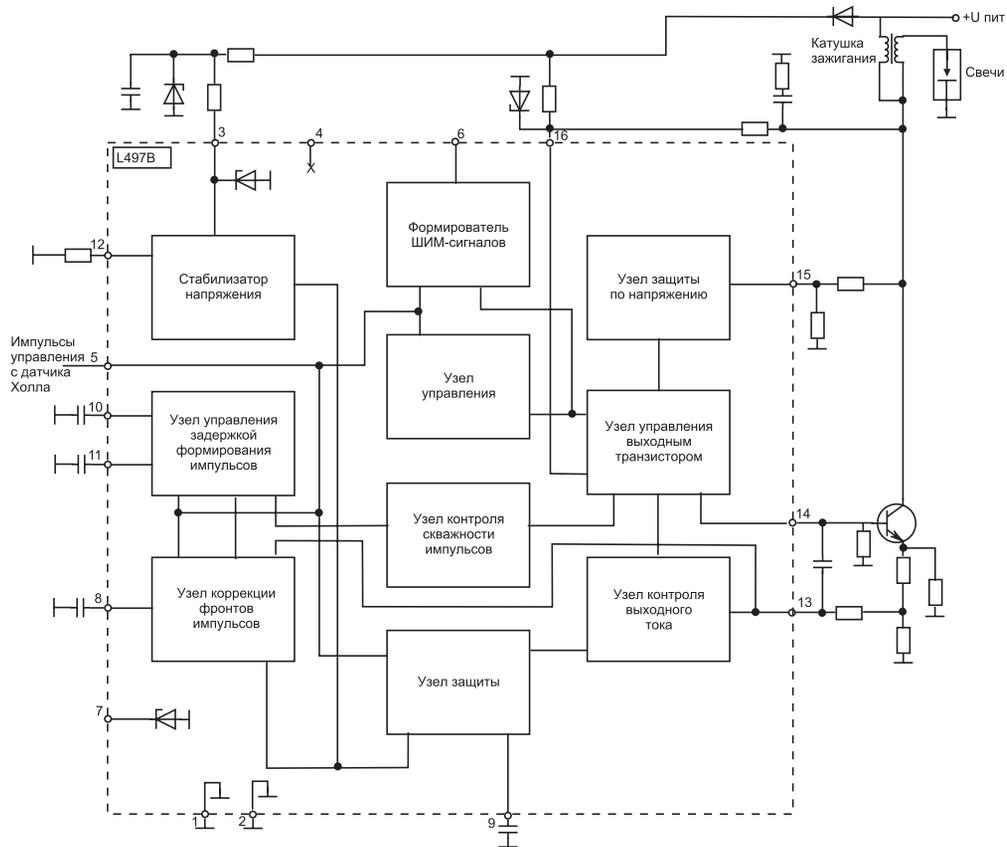
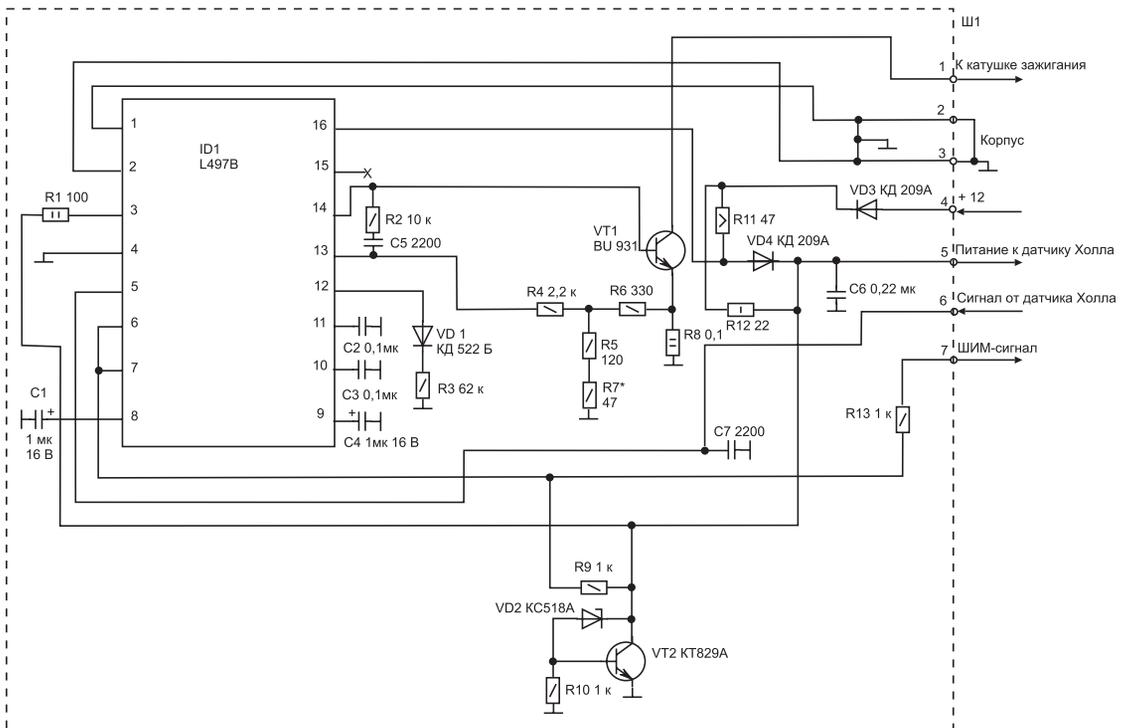


Рис.1

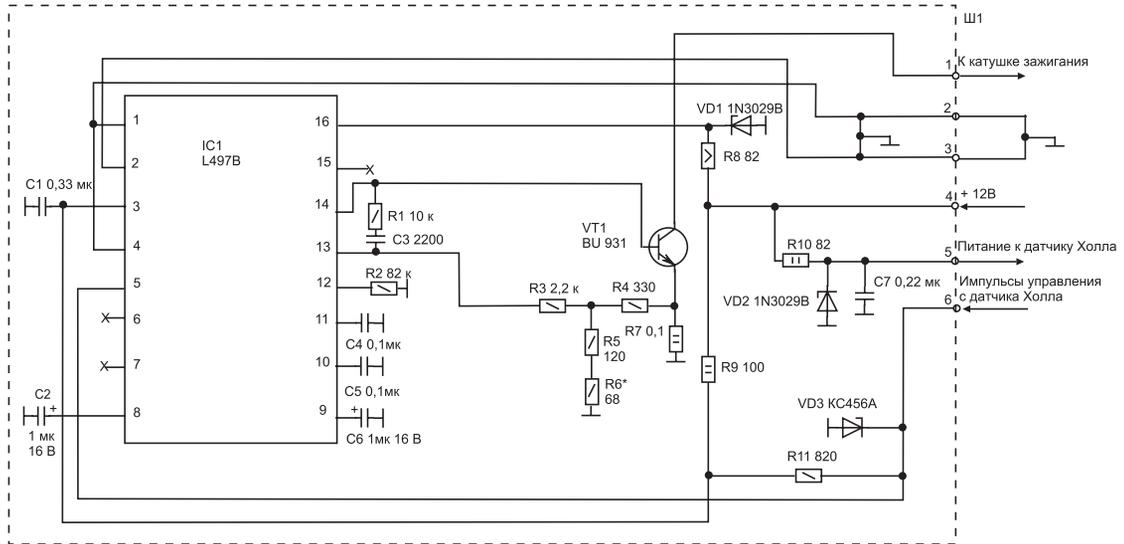


Примечание:

Конденсаторы: C1, C4 - типа К50-35  
 К50-30  
 остальные - К73-9  
 на рабочее напряжение 63В

Резисторы: R8 - типа С5-16  
 R11- С5-37  
 Остальные - МЛТ, ОМЛТ  
 R7\* - подбирается при настройке

Рис.2



Примечание:  
 Конденсаторы: C2, C6 - К50-35 Резисторы: R8 - C5-37  
 К50-30 R7 - C5-16  
 Остальные — К73-9 на рабочем Остальные - МЛТ, ОМЛТ  
 напряжении 63В R6\* - подбирается при настройке

Рис.3

Примечание:  
 DA1-K140УД2Б Резисторы: R10, R13 - C2-23-1  
 Конденсаторы: C1, C4, C5 - K73-9 R12 - C5-16M  
 на рабочем напряжении не менее 63В R15 - C2-23  
 C3 - K73-9 R1-R9, R11, R13, R14, R16-R25 -  
 на рабочем напряжении не менее 630В МЛТ, ОМЛТ  
 C2 - K53-4A

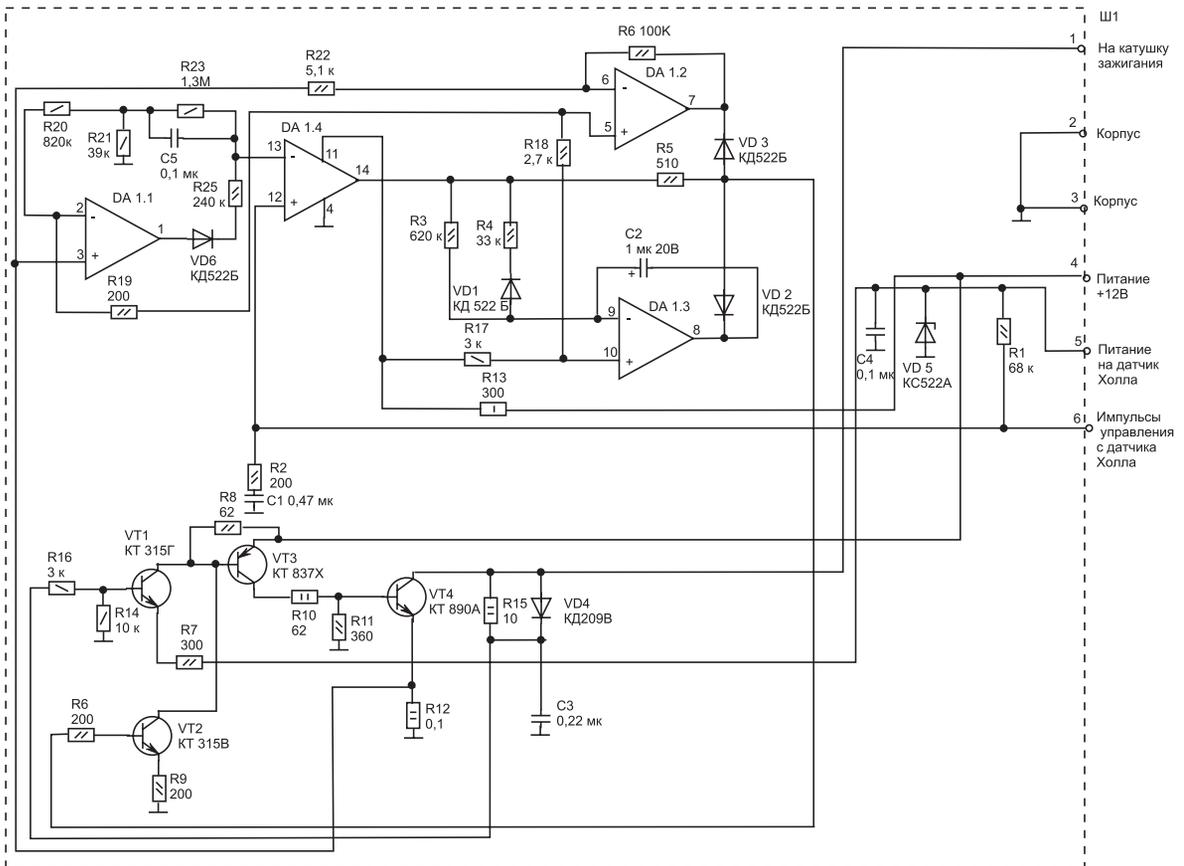


Рис.4



В современных отечественных коммутаторах используются специализированные выходные ключевые транзисторы типов КТ890А, КТ898А1, ВU931 (зарубежный) в нескольких конструктивных исполнениях: ТО-220, ТО-3, бескорпусном. В некоторых коммутаторах, например 78.3734 (рис. 4), в качестве управляющей микросхемы применен четырехканальный операционный усилитель типа К1401УД2Б.

В коммутаторах также широко применяется управляющая микросхема L497В фирмы SGS-TOMSON (отечественный аналог Р1055ХП1). Структурная схема и рекомендованный вариант ее включения приведены на рис. 1, а назначение выводов — в табл. 1.

Прежде чем приступить к поиску неисправностей и ремонту электронного коммутатора, следует:

- проверить целостность проводки автомобиля, надежность контактных соединений системы зажигания, исправность элементов системы зажигания (свечи, катушка зажигания, датчик Холла, провода высокого напряжения);
- проверить исправность автомобильного генератора, а также его

интегрального регулятора напряжения;

- проконтролировать поступление напряжения от бортовой сети (при включенном замке зажигания) на контакт «П» соединителя датчика Холла.

Признаки, по которым проявляются неисправности электронных коммутаторов, наиболее вероятные причины этих неисправностей и способы их устранения сведены в табл. 2.

Принципиальные электрические схемы коммутаторов зажигания приведены на рис. 2 (коммутатор 3620.3734 - I), рис. 3 (коммутатор 3620.3734 - II) и рис. 4 (коммутатор 78.3734).

В заключение следует отметить следующее:

1. Близким аналогом зарубежного транзистора ВU931 (см. схемы на рис. 2 и 3) является отечественный КТ898А1. Эти транзисторы имеют большой разброс параметров, что приводит к необходимости подбора номиналов радиоэлементов в его базовой и эмиттерной цепях, для каждого экземпляра транзистора в отдельности.

2. Резисторы R7 (см. рис. 2) и R6 (см. рис. 3) служат для задания требуемого значения тока через

мощные ключевые транзисторы описанных коммутаторов. Увеличение номинала резисторов приводит к уменьшению тока и наоборот.

Таким образом изменением номиналов этих резисторов можно подобрать оптимальный токовый и тепловой режимы работы выходных ключевых транзисторов.

3. При замене мощного ключевого транзистора следует обратить внимание на качество крепления транзистора к радиатору (корпусу) коммутатора. Также проверяют наличие теплопроводящей пасты между транзистором и радиатором (корпусом коммутатора).

4. Аналогом зарубежного стабилитрона 1N3029 (см. рис. 3) является отечественный КС524.

5. Аналогом зарубежной микросхемы L497В (см. рис. 1, 2, 3) является отечественная КР1055ХП1.

6. После замены неисправных радиоэлементов в коммутаторе каждый новый элемент на плате и место его пайки следует покрыть нитролаком. При сборке корпуса коммутатора его крышку по периметру уплотнения необходимо промазать водостойким герметиком (например, «Гермесилом»).