

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине «Основы проектирования
приборов и систем» для студентов направления 200100.62
«Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)
для всех форм обучения

Воронеж 2014

Составители: канд. техн. наук Н.В. Астахов, канд. техн. наук
А.В. Башкиров

УДК 621.396.6.001.66

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы проектирования приборов и систем» для студентов направления 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») для всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.В. Астахов, А.В. Башкиров. Воронеж, 2014. 56 с.

В работе представлены практические задания, состоящие из четырех разделов, позволяющие получить необходимые умения и навыки при проектировании радиоэлектронного модуля, реализованного на печатной плате, контрольные задания, список рекомендуемой литературы.

Издание соответствует требованиям рабочей программы дисциплины «Основы проектирования приборов и систем». Предназначено для бакалавров четвертого курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле `Практ_200100.doc`

Табл. 6. Ил. 17. Библиогр.: 3 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.В. Турецкий
Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.
А.В. Муратов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2014

ВВЕДЕНИЕ

В практической жизни человек часто имеет дело с конструированием, которое является одним из важнейших направлений его творческой деятельности. С процессом творчества человек связан постоянно на протяжении всей жизни. Эффективность творчества при этом определяется профессиональной подготовкой человека, знанием законов природы, освоением математики, механики, физики и т. д. Совокупность этих знаний позволяет быть подготовленным для решения сложных задач техники посредством конструирования механизмов и устройств различного функционального назначения. Как известно, механизмы и устройства должны обладать высокой надёжностью, точностью и действенностью. Такое условие выполнимо, если их ответственные детали изготавливаются с высокой точностью и чистой рабочей поверхностью. Качество деталей обеспечивается технологическим процессом их обработки и контроля. Процесс контроля деталей назначается одновременно с проектированием технологического процесса их обработки.

Научно-технический процесс невозможен без создания точных приборов и измерительных устройств. Это создание требует большой работы по расчёту и конструированию приборов контроля.

Приступая к конструированию точного прибора, конструктор, прежде всего, должен выбрать материал деталей, определить параметры их изготовления и способы соединения основных узлов механизмов.

Основная задача практической работы - реализовать системный подход при проектировании конструкции РЭС с учетом всех перечисленных стадий проектирования РЭС.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Целью практических занятий является приобретение навыков технического анализа и выбора методов компоновки блоков приборов, выполнения компоновочного эскиза, выполнения внутриблочного монтажа, методы улучшения механических параметров приборов.

Компоновка блока прибора

Данная работа является первой частью комплексной задачи по разработке блока. В процессе выполнения этой работы студент должен:

- изучить требования, предъявляемые к современной РЭС;
- ознакомиться с наиболее распространенными техническими способами выполнения компоновочных работ;
- приобрести конструкторские навыки компоновки блоков современной РЭС по заданной электрической принципиальной схеме с учетом особенностей эксплуатации и назначения устройства, изложенных в техническом задании;
- дать ориентировочную оценку компоновки;
- изучить правила выполнения и оформления компоновочных эскизов.

Работа по воплощению электрической принципиальной схемы в реально работающее устройство, как правило, вызывает ее изменение, т.к. для достижения расчетных параметров в схему приходится вводить различные дополнительные элементы в виде фильтрующих и развязывающих цепей, экранов и т.д.

Кроме того, сложность современной РЭС и увеличение числа специалистов, непосредственно участвующих в процессе её разработки, и привели к тому, что в настоящее время для ускорения и повышения качества разработки кроме принципиальных (функциональных) схем необходимы компоновочные эскизы (чертежи) и количественные критерии компоновки.

Под компоновкой при этом понимается размещение основных элементов РЭС в пространстве заданного или минимально возможного объёма (площади) с целью обеспечения нормального функционирования элементов и устройства в целом.

Компоновочный эскиз устройства до разработки рабочих чертежей позволяет оценить характер и величину паразитных связей данного конструктивного варианта, основные эксплуатационные характеристики, осуществить параллельную работу конструктора, художника и технолога, а это позволяет значительно сократить срок разработки, обеспечить большие технико-экономические выгоды. По компоновочному эскизу можно выполнить предварительный расчет теплового режима устройства и на

основе полученных данных оценить надежность устройства с учетом не только электрических коэффициентов нагрузки, но и температурного режима.

В практике современного конструирования используются следующие технические способы выполнения компоновки изделий РЭС: аналитический, номографический, графический, аппликационный, объемных моделей.

Аналитический (расчетный) способ компоновки предполагает простое суммирование численных значений соответствующих компоновочных параметров элементов (объемов, массы, потребляемой мощности и т.д.). Так, например, при определении объема проектирующего изделия в процессе компоновки суммируются установочные объемы всех составляющих будущего изделия и конечный результат находится с учетом поправочного коэффициента:

$$V = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{i=N} V_{yi},$$

где V_6 — объем проектируемого изделия (блока),
 K — коэффициент заполнения,
 V_{yi} — установочный объем i -го элемента.

Установочный объем каждого элемента представляет собой сумму физического объема данного элемента с учетом крайних положений его подвижных частей и тех частей объема, которые не могут быть заняты рядом расположенными элементами (рис. 1).

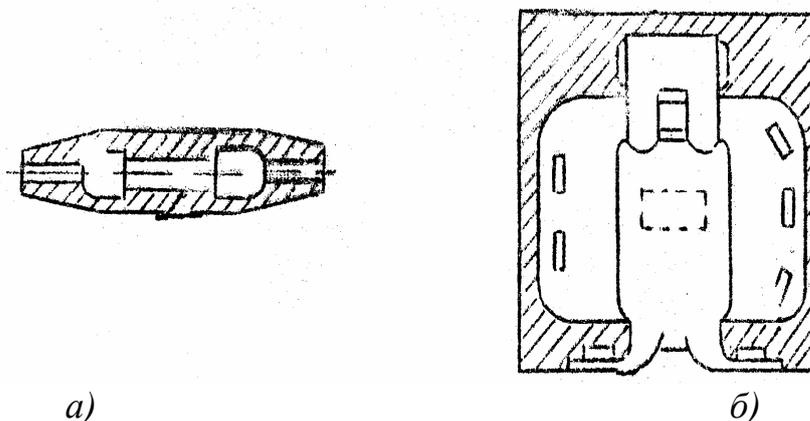


Рис. 1

Для упрощения расчетов сложную форму элемента, как правило, заменяют совокупностью трех-четырех простых геометрических фигур, а размеры округляют и берут такими, чтобы значения установочного объема — вычислить за одну-две операции. Аналогично объему определяется вес и потребляемая мощность. Широкое применение этого способа затрудняется большим объемом вычислений, число которых даже для относительно простых изделий может складываться из нескольких сотен элементарных операций.

Номографический способ компоновки позволяет значительно упростить большое количество вычислений, выполняемых при определении установочных объемов элементов и при их суммировании. Это упрощение достигается за счет замены реальных численных объемов элементов на нормированные и определенным способом зашифрованные величины.

Аналитический и номографический способы компоновки дают возможность относительно быстро определить ориентировочные значения объема, массы и потребляемой мощности. Но ни аналитическая, ни номографическая компоновки не обладает достаточной наглядностью и не дают возможность выполнить пространственные компоновочные эскизы. Это ограничивает применение данных способов только этапом эскизного проектирования.

Более точное значение объема, геометрические размеры и формы проектируемого изделия можно получить, выполняя компоновку с помощью плоских аппликаций или объемных изделий.

Удовлетворительные результаты получаются для устройств с объемным монтажом, когда коэффициент заполнения объема не превышает 0,3–0,5 и применяются элементы с хорошо сопрягающимися формами и размерами.

Для получения хороших результатов при больших значениях коэффициента заполнения рекомендуется использовать способ объемных моделей.

Время, затрачиваемое на изготовление моделей, даже при их разовом использовании окупается с большим эффектом.

Основными критериями качества компоновки прибора блока РЭС являются:

а) функционально-весовой показатель:

$$q = \frac{N}{M},$$

б) функционально-объемный показатель:

$$p = \frac{N}{V_H},$$

в) удельная весовая плотность прибора:

$$\gamma = \frac{1}{V_H},$$

г) коэффициент плотности компоновки:

$$K_{\Pi} = \frac{\sum V_{уст\ i}}{V_H},$$

где N — число радиоэлементов прибора по перечню электрической принципиальной схемы;

V_H — номинальный установочный объем прибора, определяемый без учета объема, занимаемого элементами крепления прибора и элементами подключения внешних связей;

M — расчетное число суммарной массы функциональных элементов прибора;

$\sum V_{уст} i$ — сумма установочных объемов всех функциональных элементов прибора.

В процессе выполнения компоновки разработчик определяет разновидность монтажа проектируемого устройства и предусматривает для него дополнительное пространство между элементами.

Монтаж любого радиоэлектронного устройства должен иметь:

- высокую надежность электрических и механических соединений;
- минимально возможную длину соединяющих проводников и объем, занимаемый монтажом;
- минимальное сопротивление соединительных проводников и переходных контактов;
- технологичность в производстве (возможно меньшую трудоемкость в производстве, свободный доступ ко всем элементам в процессе настройки, регулировки, ремонта);
- единообразие для всех узлов и элементов монтажа в пределах одного устройства;
- стабильность параметров при воздействии различных дестабилизирующих факторов (изменение температуры, влажности, вибрации и т. д.);
- ремонтпригодность.

Компоновку блока (устройства) применительно к данной работе рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Получить техническое задание (ТЗ) на разработку и необходимые справочные материалы.
2. Изучить общие требования, предъявляемые к аппаратуре аналогичного назначения, изучить частные конструктивные требования, оговоренные в ТЗ и последовательно сформулировать факторы, определяющие конструкцию (компоновку) разрабатываемого устройства.
3. Провести анализ заданной электрической схемы.
4. Выбрать разновидность монтажа для разрабатываемого устройства.
5. Руководствуясь требованиями к аппаратуре аналогичного назначения, требованием ТЗ и соответствующими перечнями, официальными справочниками НИИ (ПКБ), проверить правильность выбора типономиналов элементов и выписать компоновочные параметры нормализованных и стандартных элементов, рекомендованных перечнем элементов в электрической принципиальной схеме.
6. Выполнить компоновку устройства с учетом основных факторов, сформулированных при выполнении п. 1, а также требований и рекомендаций, изложенных в предыдущем разделе.

7. Выполнить оценочные расчеты, предусмотренные техническим заданием и подтверждающим целесообразность принятых при компоновке решений (задание может предусматривать расчет компоновочных параметров, тепловой характеристики, паразитных емкостных взаимодействий и т. д.).

8. Представить на утверждение преподавателю окончательный наиболее рациональный (по мнению студента) вариант компоновочного эскиза. На этом этапе разработки эскиз должен иметь достаточное для полного представления о конструкции число проекций, разрезов и рассчитанные основные компоновочные параметры.

При компоновке радиоэлектронных устройств отдавать предпочтение функционально-узловому методу конструирования, рассчитанному на возможность независимого производства настройки и контроля отдельных функциональных узлов устройства и на их легкую замену при выполнении ремонтных работ.

При большой повторяемости и небольшой номенклатуре функциональных узлов при компоновке рекомендуется внедрять модульный метод и шире применять унифицированные модули, нормализованные и типовые узлы и детали. Это позволяет значительно ускорить процесс разработки и изготовления РЭС, повысить ее надежность.

Крупные узлы и блоки по возможности следует разбивать на более мелкие. Это позволяет применить более простую оснастку для их изготовления и создает условия для механизации сборочных процессов.

Тяжелые детали следует по возможности размещать так, чтобы их вес на шасси был сбалансирован относительно геометрического центра блока. Тяжелые детали должны монтироваться на прочных опорах как можно ближе к точкам крепления шасси. Это придает устойчивость шасси, облегчает обслуживание и транспортировку.

Если блок имеет относительно большую высоту, то тяжелые детали следует размещать в нижней части автономных блоков или в нижних блоках стойки, чтобы уменьшить возможность опрокидывания.

Тяжелые элементы, особенно с большими размерами, следует одновременно использовать для усиления механической прочности шасси в качестве конструктивных элементов.

Не допускается крепление деталей тонкими скобками. Не рекомендуется применять консольное крепление деталей.

При размещении элементов на шасси (панели) следует руководствоваться последовательностью прохождения сигнала.

В устройствах с большим коэффициентом усиления вход и выход должны быть разнесены на максимально возможное расстояние, а конструкцию в целом рекомендуется выполнять в виде «линейки». Элементы следует располагать с учетом удобства доступа к ним и их замены. Не рекомендуется располагать детали так, чтобы при их замене требовалось снимать или перемещать другие детали и узлы.

Наиболее свободный доступ должен быть предусмотрен к тем элементам, которые имеют малый срок службы и требуют периодической замены или съема в процессе настройки и эксплуатации (щетками, лампы, генераторы, электродвигатели, сельсины и т.д.).

Необходимо предусмотреть свободный доступ к регулировочным элементам и точкам смазки.

К контрольным гнездам, расположенным внутри блока, должен быть обеспечен удобный и безопасный доступ для подключения контрольно-измерительной аппаратуры при работающем блоке. Расположение контрольных гнезд должно соответствовать последовательности прохождения сигнала.

Компоновка органов управления, контроля и сигнализации должны выполняться с учетом требований эргономики человека-оператора.

Количество органов управления на передних панелях следует сводить к рациональному минимуму. Ручки рычажных переключателей следует размещать на расстоянии не менее 30-40 мм от других органов управления.

Приборы с периодической подстройкой рекомендуется выбирать с ручкой (осью) под шлиц с контровкой. Эти приборы не рекомендуется размещать на передних панелях.

Места ввода и вывода кабелей не рекомендуется размещать на оперативных передних панелях, т.к. это затруднит работу оператора.

Приборы, требующие регулировки, и точки контроля (например: потенциометры) должны быть доступны и безопасны для оператора и настройщика.

Плавкие предохранители и автоматы защиты сети рекомендуется размещать на передней панели. Запасные предохранители в непосредственной близости должны располагаться в том же порядке, что и основные.

Элементы с большим тепловыделением (гасящие резисторы, полупроводниковые вентили и т.д.) должны иметь пространство вокруг для создания восходящих потоков нагретого воздуха. Это обеспечивает необходимые условия охлаждения, уменьшает взаимный прогрев рядом расположенных элементов.

Температурно-чувствительные элементы, например, электролитические конденсаторы, микросхемы, германиевые транзисторы и диоды следует размещать как можно дальше от элемента с большим тепловыделением или между этими элементами должен быть установлен тепловой экран.

Печатные платы с элементами и другие вспомогательные платы и панели с элементами рекомендуется располагать вертикально.

При компоновке малогабаритных элементов на монтажных планках (платах) минимальный шаг установки этих элементов определяется электрической прочностью отдельных токонесущих частей, допустимым уровнем паразитных связей, тепловым режимом отдельных элементов.

Компоновочным эскизом называется временный конструкторский документ, на котором с соблюдением масштаба изображено взаимное расположение составляющих проектируемого изделия.

Компоновочный эскиз является первичным документом, на основании которого разрабатывается электромонтажный чертеж изделия, выбираются из числа нормализованных или разрабатываются вновь вспомогательные изделия, элементы крепления, выполняется сборочный чертеж изделия и сборочные чертежи составляющих изделия.

Компоновочный эскиз должен быть выполнен возможно компактнее, но без ущерба для ясности и удобства его чтения на листах основных форматов, предусмотренных ЕСКД.

При выполнении компоновочного эскиза применяются упрощенные правила выполнения и оформления сборочных чертежей.

Компоновочный чертеж должен содержать:

- изображение проектируемого изделия с необходимым и достаточным количеством видов, разрезов и сечений, дающих полное представление о взаимном расположении составных частей изделия и расстояниях между ними;

- упрощенное без графических подробностей изображение составных частей изделия (в том числе с предполагаемыми формами и размерами составных частей, которые будут разработаны на последующих этапах);

- центры предполагаемых элементов крепления и ориентировочные очертания вспомогательных (крепежных) деталей, определяющих зазоры между элементами и увеличение габаритных размеров изделия в целом;

- габаритные, установочные и присоединительные размеры;

- позиционные обозначения элементов в электрической принципиальной схеме, представленные на всех проекциях, видах и в графе.

«Примечание» спецификации.

В пределах упрощенных проекций составных частей рекомендуется выносить обозначения составных частей.

Рекомендуется не показывать элементы крепления, если их конструкция не определяет компоновочных решений.

На компоновочном эскизе должна быть оформлена спецификация, в которую должны быть записаны основные составные части проектируемого изделия, подлежащие разработке.

В спецификацию компоновочного эскиза должны быть записаны под соответствующими наименованиями и номерами позиций вспомогательные и установочные элементы, неуказанные в перечне элементов электрической принципиальной схемы.

От всех изображенных на эскизе составных частей, подлежащих разработке, должны быть проведены линии-выноски, заканчивающиеся «полкой», параллельной надписи.

Линии-выноски с «полкой» следует проводить от составной части изделия, изображенной на том виде, разрезе, сечении или выносном

элементе, на котором данная составная часть показана как видимая и наиболее наглядна. От одной «полки» допускается проводить выносные линии к двум и более одинаковым составным частям изделия.

«Полки» следует располагать, как правило, вне контура изображения и группировать в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Шрифт для написания номеров позиций на «полках» рекомендуется применять на один размер больше, чем шрифт для размерных чисел.

Если в изделие входит две и более одинаковых позиции, то «полка» с номером, как правило, выносится один раз.

Содержание отчета

В качестве отчета по настоящей работе представляется компоновочный эскиз блока и пояснительная записка с результатами расчетов, предусмотренных ТЗ. Компоновочный эскиз блока должен быть выполнен карандашом на миллиметровой бумаге или пергаменте в соответствии с правилами, изложенными в разделе 2.

Контрольные вопросы

1. Что такое компоновка блока РЭС?
2. Какую информацию должен содержать компоновочный эскиз?
3. Какие вопросы разработки конструкции блока можно решить с помощью компоновочного эскиза?
4. Каковы достоинства и недостатки отдельных разновидностей внутриблочного монтажа?
5. Какими показателями оценивается компоновка блока РЭС?
6. Какие компоновочные решения способствуют улучшению механических параметров устройств?
7. Какие компоновочные решения способствуют повышению удобства обслуживания и доступа к элементам блока?
8. Какие компоновочные решения способствуют улучшению теплового режима блока?

2. РАЗРАБОТКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРОВ

Настоящая работа является второй частью комплексной задачи по разработке блока РЭА, в процессе выполнения которой студент должен:

- закрепить теоретические знания, приведенные в разделе «Конструирование вспомогательных элементов блоков РЭС»;
- приобрести конструкторские навыки разработки несущих и вспомогательных элементов блоков, изготавливаемых штамповкой, прессованием, литьем;

- закрепить знания в оформлении рабочих чертежей деталей сборочных и габаритных чертежей по ЕСКД.

Общие положения

В настоящей работе над вспомогательными элементами блоков РЭС понимаются детали и сборочные единицы, не участвующие в преобразовании энергии сигнала, а служащие для обеспечения нормального функционирования основных элементов РЭС.

В соответствии с общими требованиями к радиоэлектронной аппаратуре количество вспомогательных элементов по возможности должно быть минимальным. При этом, в любом устройстве должно быть предусмотрено оптимальное применение стандартных и покупных изделий, изделий, ранее освоенных производством и соответствующих современному уровню техники. Широкое использование стандартных и унифицированных деталей узлов, применение конструктивной нормализации позволяет резко снизить трудоемкость и стоимость изделия, существенно уменьшить время освоения изделия производством и в целом добиться серьезных экономических эффектов.

При необходимости выполнения новых разработок конструкция каждой детали и сборочной единицы должна находиться путем рационального выбора ее геометрии, материала и способа изготовления, в максимальной степени отвечающих функциональному назначению изделия, технологическим, экономическим и эксплуатационным требованиям, оптимального применения метода конструктивной преемственности. Исходя из этих общих требований, конструкция вновь разрабатываемой детали или сборочной единицы должна предусматривать:

- а) рационально минимальную номенклатуру размеров, предельных отклонений, типоразмеров резьбы и других конструктивных элементов;
- б) рационально минимальную номенклатуру марок материалов, покрытий и крепежных материалов;
- в) оптимальную степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделия.

Выбор номинальных размеров изделия должен производиться из рядов нормальных линейных размеров, допуска и посадки размеров от 1 до 5000 ММ (по табл. 1).

Допусков расположения осей отверстий нормальных диаметров, допусков на угловые размеры, оговоренные действующими нормами (отраслевыми стандартами).

Общие рекомендации по вопросу выбора класса точности и чистоты поверхности приведены в приложениях 1, 2

Чистота обработки открытых поверхностей, как правило, определяется выбором способа изготовления, применяемого инструмента и типом покрытия. Чистота поверхностей основного материала с материалом гальванического или лакокрасочного покрытия определяет величину адгезии

покрытия. Данные по чистоте поверхностей под гальванические покрытия приведены в приложении 3.

При выборе материала в первую очередь необходимо учитывать, что [1,2]:

а) материал должен в наиболее полной мере удовлетворять функциональному значению деталей;

б) материал должен легко обрабатываться и принимать заданную форму при минимальной затрате трудоемкости;

Таблица 1

Величины основных допусков, мкм (кавалитеты)

Квалитет IT	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
от 1 до 3	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
св. 3 до 6	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
св. 6 до 10	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
св. 10 до 18	11	16	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
св. 18 до 30	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
св. 30 до 50	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
св. 50 до 80	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
св. 80 до 120	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
св. 120 до 180	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
св. 180 до 250	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600

в) стоимость материала должна быть минимальной, а материал — не дефицитным;

г) материал во время эксплуатации не должен терять своей формы и свойств.

При выборе типа покрытия необходимо учитывать:

- 1) материал, из которого изготовлена деталь;
- 2) условия эксплуатации изделия;
- 3) свойства покрытия;
- 4) способ нанесения покрытия.

Основные конструктивные требования к деталям в зависимости от способа их изготовления штампованные детали.

Стоимость штампованной детали, как правило, определяется стоимостью штампов и материалов. При этом, стоимость детали тем меньше, чем меньше ее размеры и чем проще ее форма.

Стоимость материала определяется по черному весу материала (сумма чистого веса деталей и веса всех получающихся при ее изготовлении отходов). Поэтому конструкция штампованных деталей должна предусматривать применение дешевого и недифицитного материала, а геометрия детали должна допускать безотходный или мало отходный раскрой.

Форма детали или развертки должна обеспечивать наилучшее качество детали, использование материала, простоту штампа и наибольшую стойкость его рабочих частей.

Детали малогабаритной аппаратуры рекомендуется изготавливать из материала возможно меньшей толщины, обеспечивая необходимую жесткость за счет профилирования плоских поверхностей.

Сложный контур вырубной детали, как правило, вызывает появление заусенцев, которые резко ускоряют износ штампа.

Конструктивные формы штампов объемных деталей рекомендуется компоновать из элементов, которые могут быть получены станочной обработкой.

Плоские детали можно изготавливать из материала толщиной 0,05–6 мм. Однако для материалов толщиной свыше 3 мм минимальный диаметр вырубаемых отверстий резко ограничивается, точность размеров падает, а износ штампов ускоряется.

Для плоских деталей не рекомендуется применять длинные узкие формы и выбирать отношения ширины к толщине меньше 3:1 (на перемычках 1,5:1), предусматривать отверстия неправильной формы.

В целях меньшего искажения контуров деталей отверстия должны быть расположены на расстоянии двух-трех толщин материала от края, а диаметр отверстия должен быть больше толщины материала.

Таблица 2

Материал	Круглое отверстие диаметр d	Квадратное отверстие со стороной a	Овальное отверстие с шириной c
Сталь до 50 г/мм ²	$D \geq S$	$a \geq 1,9S$	$c \geq 0,7S$
Сталь до 50-60 г/мм ²	$d \geq 1,3S$	$a \geq 1,2S$	$c \geq 0,9S$
Латунь, медь	$d \geq 0,9S$	$a \geq 0,8S$	$c \geq 0,65S$
Алюминий	$d \geq 0,8S$	$a \geq 0,7S$	$c \geq 0,6S$

Материал деталей, подвергающихся гибке, должен обладать высокими характеристиками предельной устойчивости к предельно прочной

пластичности, чтобы гибка осуществлялась без разрушения металла. Минимальный радиус гибки должен соответствовать формуле:

$$R_{\min} = K_1 K_2 S,$$

где K_1 — коэффициент определяемый по табл. 2, который учитывает свойства материала и угол направлений волокон к линии изгиба;

K_2 — коэффициент, определяемый по табл. 3, который вводит поправку при изгибе под углом меньше 90° .

При конструировании изогнутых деталей рекомендуется избегать замкнутых фигур типа колец рамок и гибков, направленных в разные стороны.

Сложность и стоимость изогнутой детали определяется направлениемгиба, числом изгибов в каждой плоскости и материалом. Наиболее простыми формами гибков являются Г и П-образные гибки, т. е. угольника и скобы (рис. 2). Для таких деталей желательна симметричная форма.

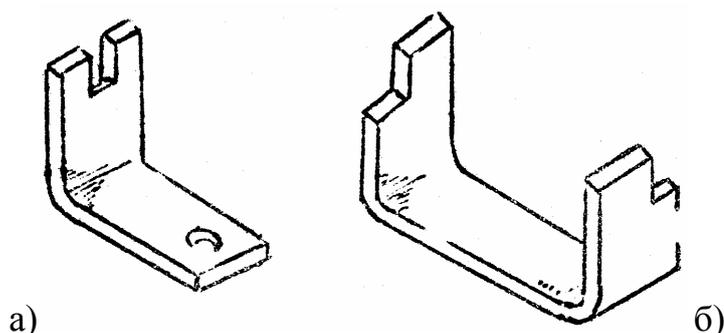


Рис. 2 Изогнутые детали:
а) Г-образная; б) П-образная

Длина изгибаемой части должна быть не менее 4–5 толщин материала, а выступ должен отстоять от края не менее, чем на радиус изгиба (рис. 3).

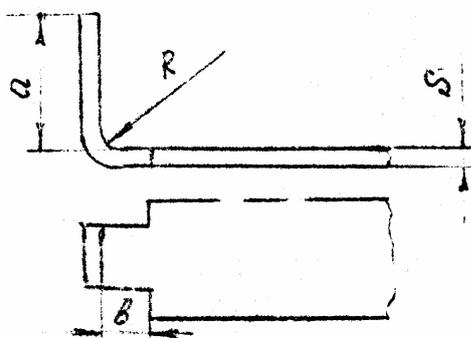


Рис. 3. Правильная конструкция выступа изогнутой детали

Боковым стенкам деталей типа скоб (рис.4) рекомендуется придавать уклон 5–10, особенно при толщине материала 3–6 мм.

Таблица 3

Материал	Направление волокон к линии изгиба		
	Поперек	Под углом 45	Вдоль
Сталь 08 и 10	0,3	0,5	0,8
Сталь 30	0,8	1,2	2,0
Латунь мягкая, медь	0,3	0,45	0,8
Латунь твердая	0,5	0,75	1,2
Алюминий	0,35	0,5	1,0
Алюминий сплав д16М	1,5	2,5	4,0

Таблица 4

Угол гибки	90	80	60	50	45
К	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5

Для повышения точности гибки необходимо предусматривать фиксацию деталей с помощью технологических отверстий, если сама деталь не имеет функциональных отверстий.

Точность гибки зависит от следующих основных факторов:

- а) формы и размеров детали;
- б) числа операций гибки;
- в) механических свойств металла;
- г) типа штампа.

Допуски на углыгиба и линейные размеры изогнутых деталей приведены в табл. 3–4.

Наиболее простыми в изготовлении являются цилиндрические полые детали с высокой, равной 0,5–0,6 диаметра, с возможно большими радиусами закругления у дна и фланцев. Цилиндрические детали с отношением высоты к диаметру больше 0,6 обычно требуют двух и более вытяжных операций, а поэтому их изготовление дороже.

Малогабаритные полые детали с большим отношением высоты к диаметру (вплоть до 5–8) могут быть получены методом ударного выдавливания, либо многократной вытяжкой.

Для нормальных условий вытяжки полых цилиндрических деталей рекомендуется выбирать радиусы сопряжения с учетом следующих соотношений:

$$R_M \geq 2 \dots 2,5 / S;$$

$$R_{II} \geq 3 / 1 \dots 0,5 / R_M,$$

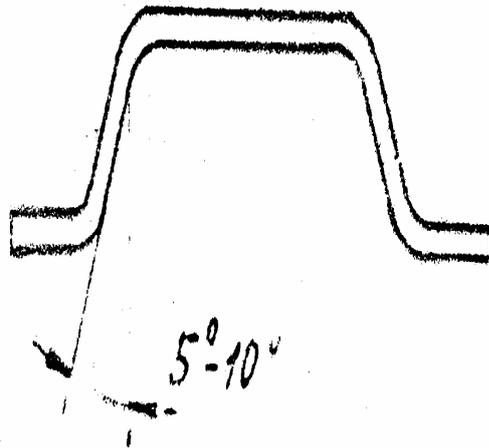


Рис. 4. Форма детали (скобы), обеспечивающая легкий объем пуансона где R_M — радиус сопряжения между фланцем и боковой стенкой, R_n — радиус скругления между дном и боковой стенкой (радиус скругления пуансона)

Применение конусности в пределах 1,5 значительно облегчает съем детали с пуансона. Большой угол несколько усложняет технологию вытяжки.

Полые детали прямоугольной формы обходятся в производстве значительно дороже. Эти детали также должны иметь возможно большие радиусы закруглений в углах и малое отношение высоты к площади сечения. При этом радиус скругления в углах стенок должен быть равен или больше округления у дна.

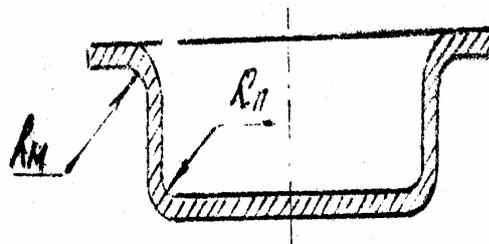


Рис. 5. Радиусы сопряжений полый цилиндрической детали.

В полых деталях прямоугольной формы (рис.5.) радиусы сопряжения рекомендуется выбирать в пределах:

$$R_1 \geq S,$$

$$R_2 \geq /0,14...0,18/ b,$$

где R_1 — радиус сопряжения дна и стенки,

R_2 — радиус сопряжения стенок по контуру,

b — ширина основания.

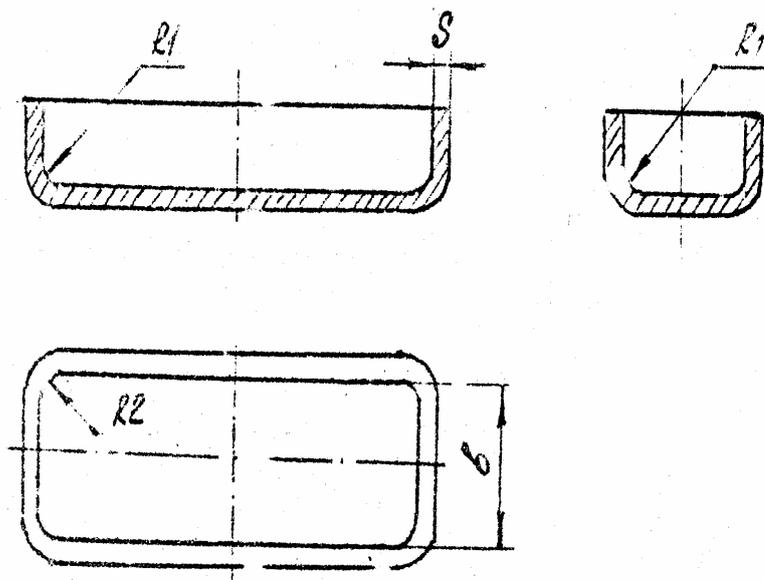


Рис. 6. Радиусы сопряжений спинок полых прямоугольной детали

В целях снижения брака при вытяжке переход дна в боковую стенку рекомендуется выполнять скосом под углом 45° с возможно большими радиусами перехода этого скоса в стенку и дно. Самыми трудоемкими в изготовлении являются полые детали неправильной формы.

Отверстия в дне полых деталей являются более желательными, чем в стенках. Боковые отверстия особенно при глубоких вытяжках нельзя располагать близко ко дну.

Материал полых деталей должен обладать весьма высокими показателями устойчивой пластичности и возможно более низкими пределами упругости и текучести. Повышенная твердость металла затрудняет вытяжку и вызывает разрывы на второй и последующих операциях выполняемых без промежуточных отжигов. Исходя из этих требований для изготовления полых деталей рекомендуется мягкая сталь, алюминий, медь и латунь при содержании меди до 68–72 %. Из алюминиевых сплавов наиболее близок к указанным требованиям сплав Амц.

При назначении размеров полых деталей должны учитываться как функциональные, так и технологические требования. Указание размеров для сложных форм поперечных сечений рекомендуется давать как по внутренним, так и по наружным стенкам. За базу для простановки размеров по высоте рекомендуется принимать дно детали. Радиусы скруглений необходимо показывать только для внутренних поверхностей, по которым обтягивается материал при вытяжке. Для уступов рекомендуется показывать размеры между односторонними поверхностями.

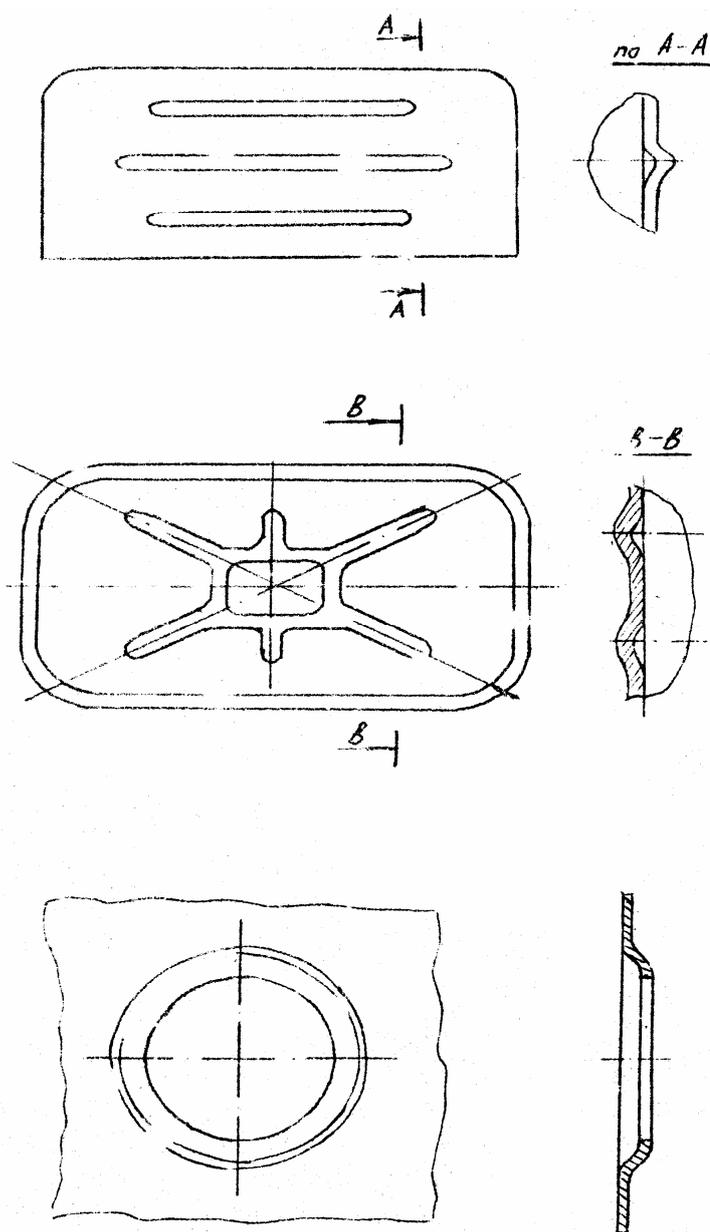


Рис. 7. Конструктивные элементы повышения жесткости деталей

Способ указания размеров, определяющих положение отверстий, пазов, пуклевок на стенках и дне полых детали определяется методом фиксации детали в штампе и выбирается с точки зрения удовлетворения конструктивных требований. При пробивке отверстий в дне обычно фиксируют деталь на вертикальные стенки. За базу для отверстий, располагаемых на стенках, можно принимать как дно, так и отрезанный размер верхнего края детали.

При конструировании полых деталей особенно с большим количеством отверстий необходимо обращать внимание на жесткость конструкции. При отношении толщины материала к диаметру или большой стороне дна детали более 0,02–0,03 деталь требует дополнительных средств усиления жесткости. В качестве таких дополнительных элементов рекомендуется принимать:

- а) продольные, кольцевые радикальные выдавки;
- б) разбортовку отверстий;
- в) выдавки углов.

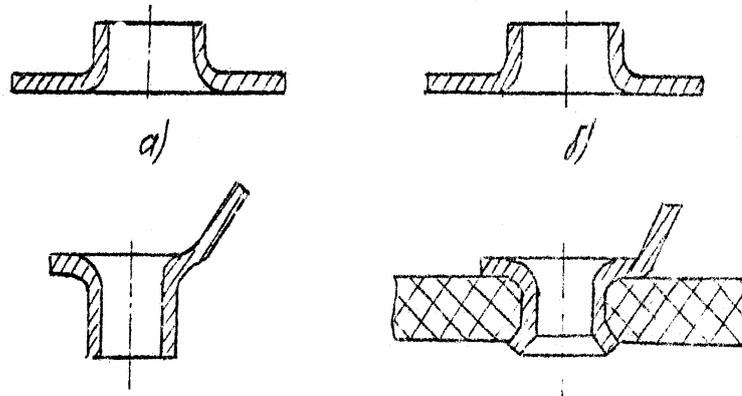


Рис. 8. Примеры разбортовок отверстий:
 а) для большей жесткости спинок;
 б) для увеличения длины резьбы;
 в) для развальцовки

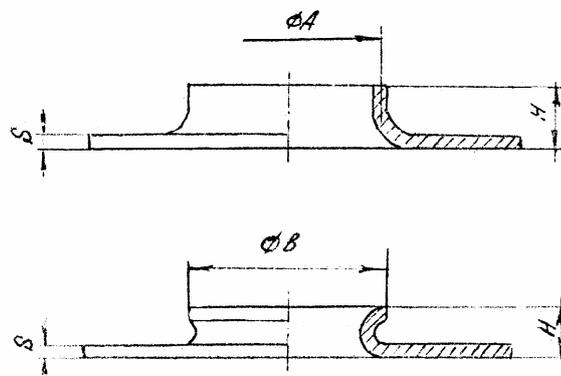


Рис. 9. Обозначение размеров элементов разбортованных отверстий.



Рис. 10. Выдавка угла для повышения жесткости.

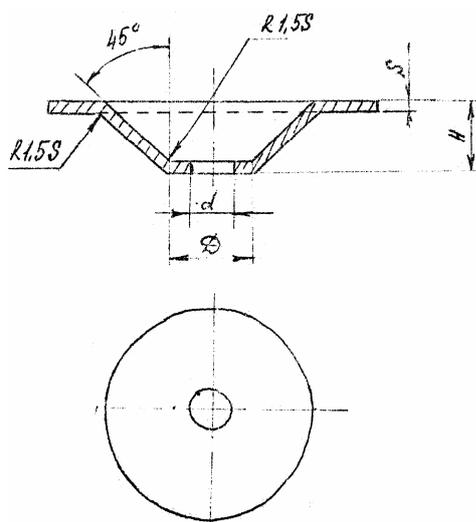


Рис. 11. Рекомендуемая форма высадки

Меньшие значения коэффициента соответствуют меньшим толщинам материала.

Если разбортовка отверстия предназначена для нарезания резьбы, то при выборе диаметра A необходимо получать высоту H , равную высоте 2,5–3 ниток резьбы. Толщина материала для подобных разборок должна находиться в пределах 0,5–3 мм.

Свойства основных листовых металлических материалов, рекомендуемых для применения в штампованных деталях, приведены в приложении 4.

Конструктивные и технологические параметры литых деталей в наибольшей мере определяются методом литья.

При заданной механической прочности литой детали ее минимальные вес и габариты должны достигаться за счет уменьшения и правильного выбора сечений стенок наилучшего использования механических качеств литейного материала.

При конструировании литых деталей необходимо стремиться к изготовлению модели с плоским разъемом (рис.12), избегая ломаной линии разъема.

Отливки должны иметь по возможности плоские, цилиндрические и конические поверхности, что снижает стоимость изготовления моделей. Конструкция отливки должна быть такой, чтобы она беспрепятственно извлекалась из формы, устраняя необходимость в отъемных частях модели.

Все поверхности литой детали, перпендикулярные к плоскости съема модели, должны иметь литейные уклоны, величина которых зависит от высоты отливки, материала, из которого изготавливается, толщины ее стенок и метода литья. Чем больше высота отливки, толщина ее стенки и больше усадка металла, тем больше должны быть литейные уклоны. Рекомендуемые значения уклонов для различных методов литья и сплава приведены в табл. 5.

Таблица 5

Размеры отливки, перпендикулярные плоскости	Способы получения отливки			
	в землю	в кокиль	под давлением	по выплавляемым моделям
разъема	Уклон (конусность) в градусах			
до 25 мм	11,5	3–5	1,5–0,5	
25–100 мм	5,3	1		
100–500 мм	3	0,5		

Примечание: большие величины уклонов соответствуют внутренним поверхностям алюминиевых и медных сплавов.

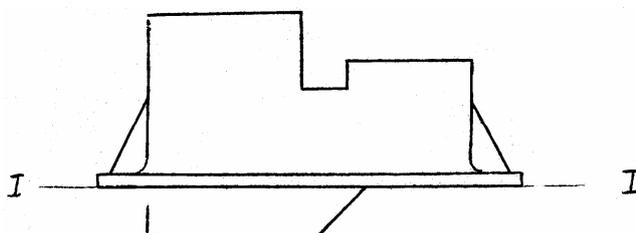


Рис. 12. Линия разъема модели — плоская

Для создания нормальных условий равномерного охлаждения отливки необходимо стремиться выдерживать одинаковую толщину стенок отливки. Отливки не должны иметь резких переходов и местных утолщений. Переходы одной толщины стенки к другой (от толстого сечения к тонкому) должны быть по возможности более равными.

Минимальную толщину стенок, определенную исходя из возможности заполнения формы жидким металлом для различных материалов и способов литья рекомендуется выбирать, руководствуясь табл. 6.

Таблица 6

Наименование сплавов	Способы получения отливки			
	в землю	в кокиль	под давлением	по выплавляемым моделям
	Минимальная толщина стенок (мм)			
Алюминиевые	3	2,5	1–1,5	1–1,5
Магниевые	3	2,5	1,2–1,3	1,5
Цинковые	–	3,0	2,0	2,0
Медные	3	3,0	2,0	2,0

Ребра жесткости и внутренние стенки рекомендуется выполнять более тонкими, чем наружные стенки (в пределах 0,6–0,8 толщины наружных

стенок). Ребра жесткости выполняются обычно конусным уклоном 1:20–1:50. Ребра и приливы следует располагать в плоскости разъема или перпендикулярно ей.

В конструкциях деталей рекомендуется принимать шахматное или радиальное расположение ребер и перегородок. Приливы и бобышки, расположенные в одной плоскости близко друг от друга рекомендуется объединять в один прилив.

Конструкции литых деталей и заготовок должны учитывать явление линейной усадки в процессе охлаждения и механической обработки и не препятствовать происходящему при этом уменьшению размеров.

При конструировании отливок необходимо предусматривать закругления всех острых углов, особенно внутренних, так как в отливках с острыми углами могут образовываться трещины.

Радиусы деталей рекомендуется брать в пределах 0,2–0,4 мм среднего значения толщины сопрягаемых стенок. Большие радиусы галтелей брать не рекомендуется из-за увеличения массы металла. Обрабатываемые поверхности отливок должны приподниматься или иметь канавку в месте перехода.

Требуемую точность и чистоту литых поверхностей необходимо получать правильным выбором метода литья, подбором материалов, выбором правильных форм и размеров сечения. Дополнительную механическую обработку деталей необходимо предусматривать в тех случаях, когда требуемая точность размеров и чистота поверхности не могут быть обеспечены литьем.

При выборе метода литья следует принимать во внимание следующие данные.

Литье под давлением является самым производительным и относительно точным методом литья. Обеспечивает полное использование механических свойств сплавов, очень малую величину отходов материала, поверхность с чистотой 4–5 классов. Дает возможность получать в процессе литья резьбы, надписи, отверстия сложной конфигурации, требующих при других способах изготовления длительной многооперационной механической обработки.

Основными факторами, ограничивающими применение этого способа, является высокая стоимость литейных форм и сложная технология получения толстостенных деталей хорошего качества.

Вследствие высокой стоимости форм литье под давлением рентабельно главным образом в крупно-серийном и массовом производстве и при условии, что последующая механическая обработка будет относительно дешевой и нетрудоемкой.

Содержание отчета

В качестве отчета по настоящей работе представляются рабочие чертежи деталей и сборочные единицы, оговоренные в техническом задании. Все

чертежи должны быть выполнены в строгом соответствии с требованиями и рекомендациями ГОСТов, ЕСКД.

Чертежи должны быть выполнены на миллиметровке или ватмане и подшиты в обложку вместе с документацией, выполненной по лабораторной работе № 2.

Контрольные вопросы

1. Какие общие требования предъявляются ко вновь разработанным деталям и сборочным единицам?
2. Из каких соображений выбираются номинальные размеры, допуски и чистота обработки поверхностей, элементов детали?
3. С учетом каких требований выбирается материал детали?
4. С учетом каких данных выбирается тип покрытия?
5. Какие общие требования предъявляются к конструкциям штампованных деталей?
6. Какие технологические ограничения и рекомендации определяют конструкцию плоских, изогнутых и полых деталей?
7. Какие общие требования предъявляются к конструкциям литых деталей?

3. ЗАЩИТА ИЗДЕЛИЙ ИЗОЛЯЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Защита изделий изоляционными материалами может производиться пропиткой, заливкой, обволакиванием, опрессовкой.

Пропитка изделий состоит в заполнении имеющихся в них каналов электроизоляционными материалами. Одновременно с заполнением каналов при пропитке на всех элементах конструкции образуется тонкий изоляционный слой, защищающий от воздействия агрессивной среды. Одновременно с защитными функциями пропиточный материал повышает электрическую прочность изделия, скрепляет механически его отдельные элементы, во многих случаях улучшает теплопроводность. Пропитку осуществляют путем погружения изделий в жидкий изоляционный материал. После извлечения изделия материал отвердевает. Процесс отверждения может происходить при нормальной температуре или с внешним подогревом.

При герметизации заливкой все свободные полости в изделии, в т.ч. и пространством между элементами и корпусом, заливают электроизоляционным материалом, который после отверждения образует достаточно толстый защитный слой. Заливку изделия можно производить в его постоянном корпусе или использовать для этого специальные съемные формы, которые после отверждения материала удаляются. Объем заливочного материала должен быть не слишком большим, чтобы не утяжелять всей конструкции, и не слишком маленьким чтобы обеспечить надлежащую механическую прочность и влагозащиту. Обычно заливка составляет 10..20 % будущего объема изделия. Качество защиты от влаги при использовании заливки определяется водопроницаемостью заливочного материала, толщиной его слоя, площадью и формой металлических деталей, выходящих из заливки (детали выводов и креплений).

Обволакивание обеспечивает влагозащиту изделия при сравнительно толстом слое нанесенного на него изоляционного материала, который удерживается на поверхности изделия за счет адгезии с его элементами. Толщина покрытия может быть от долей мм. до нескольких мм. Обволакивание получают путем кратковременного окунания изделия в специальный изоляционный материал. Обычно время нахождения изделия в обволакивающем составе длится 1...1,5 сек. В производственных условиях обволакивание осуществляется не одним, а несколькими слоями различных материалов, налагаемых один на другой. При этом удается обеспечить многие, часто противоречивые требования, предъявляемые к защитному слою материала. Иногда обволакивание изделия изоляционным материалом (контрацептивом) производят не путем окунания, а пульверизацией вихревым опылением. После обволакивания эпоксидными компаундами конструкция становится механически более прочной и не боится сильных ударов. Кроме того, ее можно использовать даже в условиях повышенной и

тропической влажности. Обволакивание значительно экономичнее заливки и вакуумноплотной герметизации.

Опрессовка представляет собой защиту частей изделия толстым слоем изоляционного материала, образующегося из пластмасс в специфических формах. Тонкий слой изоляционного материала при опрессовке получить очень трудно, так как возможны повреждения частей изделия. Толстые же слои требуют больше времени опрессовки и больше материала. В зависимости от конструктивной специфической формы частей изделия, их объема и используемого материала толщину опрессовки выбирают в пределах от 2 до 15 мм.

Опрессовку целесообразно использовать в тех случаях, когда она может выполнять роль не только изоляционного материала, но и другие функции, например базового элемента всей конструкции. Так, опрессовывая изделия в эпоксидный компаунд, после его отверждения можно получить форму в виде каркаса, на котором можно установить другие элементы конструкции.

Герметизация с помощью герметичных корпусов

Это наиболее совершенный способ защиты узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. При разработке герметичных корпусов следует учитывать условия эксплуатации и, прежде всего изменения барометрического давления, внешние механические воздействия и возможные перепады температур.

Вакуум-плотная герметизация может быть выполнена с неразъемными и разъемными швами: первую используют для защиты малогабаритных узлов и устройств, вторую – для сравнительно больших блоков, требующих профилактической проверки и нуждающихся в смене ее отдельных элементов.

Герметичные неразъемные конструкции делают со швами, выполняемыми пайкой, сваркой, и др., а швы разъемных конструкций обеспечивают специальными прокладками (свинцовыми, резиновыми и др.).

Герметичные паяные соединения могут в некоторых случаях подвергаться распайке и выполнять роль разъемных конструкций, но этим не всегда можно воспользоваться в эксплуатации, так как даже после удачной распайки восстановить их прежнее качество практически не возможно.

Качество паяных швов зависит от материала корпуса и технологий пайки. Корпуса изделий, предназначенных для пайки, обычно изготавливают из холоднокатаной стали (0,3 – 0,5 мм), латуни (0,25-0,8 мм) и алюминия (0,3-0,8 мм). Перед пайкой швов их хорошо облуживают. Швы, паянные мягкими припоями, допускают работу при температуре до 85°C. При большей температуре, вследствие перекристаллизации припоя, в швах могут образовываться поры и герметичность нарушится. Большие перепады температур (-60- +85°C.) вызывают деформации корпуса и также могут

вызвать потерю герметичности. Для температуры выше 85°C необходимо пользоваться стальными корпусами и применять твердые припой.

Герметизация с помощью паяного демонтируемого соединения применяются для блоков, объем которого составляет 0,5 – 5 дм³. Этот способ обеспечивает натекание $V_n = 1,33 * 10^{-7}$ дм³ * Па / сек, что гарантирует работоспособность блока в течение 12 лет.

Сварные швы допускают большие механические нагрузки и в ряде случаев более технологичны, чем паяные. Для контактного, роликового и рельефного способов электросварки целесообразно использовать стальные листы толщиной 0,25 - 0,5 мм, для дуговой сварки толщина свариваемых стальных листов должна быть не менее 1 мм. Холодная сварка может применяться только для алюминия с толщиной не менее 0,8 мм. Основная особенность герметичных сварных швов состоит в том, что они выдерживают большие перепады температур (-60 – + 200 °С).

Герметизация сваркой применяются для блоков, не подлежащих ремонту, объем которых не превышает 0,5 дм³. Вскрытие таких блоков возможно путем механического снятия сварного шва. Это приводит к попаданию металлической пыли на бескорпусные элементы и может вызывать их отказ. Этот способ широко используется для герметизации корпусов микросхем и МСБ и обеспечивает натекание не $1,33 * 10^{-10}$ дм³ * Па / сек.

В герметичных разъемных конструкциях между соединениями деталями (корпусом и крышкой) помещают прокладки из металла, способного упруго деформироваться. Условием непроницаемости герметичного соединения является сохранения во все время его службы контактного давления между уплотняющей прокладкой и соприкасающимися поверхностями. Значение контактного давления должно превышать перепад давлений разделяемых сред.

Применяют металлические и резиновые прокладки, удовлетворяющие этому условию. Металлические прокладки из свинца, алюминия, красной меди. При стягивании винтами прокладки деформируются, в них может возникать напряжение, превышающие предел текучести. В резиновых прокладках уплотнения достигается действием упругих остаточных деформаций. Резиновые прокладки имеют форму сечения круглую, прямоугольную и т. д. При использовании резины в качестве прокладок необходимо учитывать, что для этого материала характерно свойство релаксации, т.е. постепенного падения внутренних напряжений при неизменном значении деформации. Причина релаксации – замедленная перестройка молекулярной структуры деформированной резины. Так, через 20 мин напряжение снижается на 14 % , через 2 –е суток – на 25 % и стабилизируется. При повторном обжатии релаксация меньше, всего 6 % за 20 суток. Поэтому узел уплотнения с резиновой прокладкой следует подтянуть через 2-е суток после сборки.

Резина (непористая) практически несжимаема, при давлении $800 \text{ МН} / \text{м}^2$ сжатие составляет всего 3 %. Температурный коэффициент линейного расширения резины равен $500 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$, что примерно в 40 раз больше, чем у стали, и может при нагревании замкнутого узла привести к разрушению тонкостенной конструкции или к развитию вредных для резины механических перенапряжений. Резина не должна подвергаться эксплуатационным деформациям сжатия более чем на 30%, иначе быстро теряет свои эластичные свойства.

Герметизация с помощью уплотнительных прокладок применяется для блоков, объем которых превышает 3 дм^3 , так как блоки меньших размеров герметизировать данным способом нецелесообразно из-за больших потерь на элементы крепления. Этот способ обеспечивает натекание $V_n = 1,33 \cdot 10^{-4} \text{ дм}^3 \cdot \text{Па} / \text{сек}$.

Обеспечение герметичности осложняется, если из корпуса должны выходить валы устройств управления. Для уплотнения валика применяется фетровые или фторопластовые сальники. Необходимым условием работы сальника является отсутствие биения валика и высокая чистота поверхности (не ниже 7). Герметизация рукояток управления может быть выполнена с помощью резиновых колпаков.

Кабельные выводы делают с помощью герморазъемов.

Выводы в герметичном корпусе выполняют с помощью проходных изоляторов.

Следует учитывать климатические условия при герметизации в момент монтажа или ремонта. Герметизацию следует производить при более низкой температуре, чем точка росы.

Герметизированный узел и корпус должны быть предварительно высушены, операция герметизации должна протекать в среде сухого газа. В противном случае влага будет законсервирована внутри корпуса и при колебаниях окружающей температуры образуется конденсат.

Примеры конструкций средств защиты

Схемы герметичных соединений конструктивных элементов металлических корпусов:

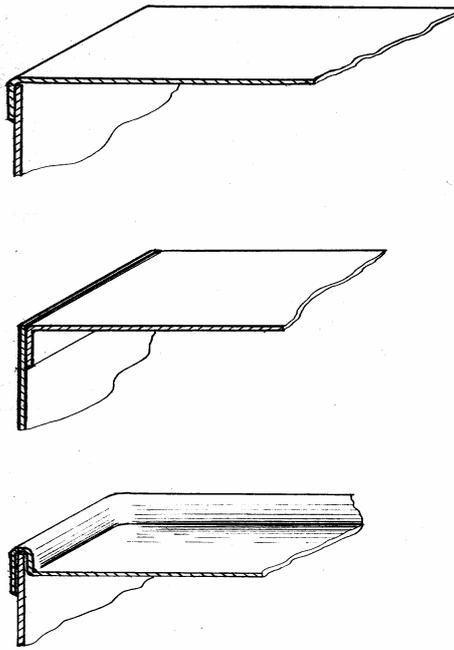


Рис. 13 - соединение пайкой: 1-“наружная крышка”;
2-“внутренняя крышка”; 3-“соединение в фальц ”.

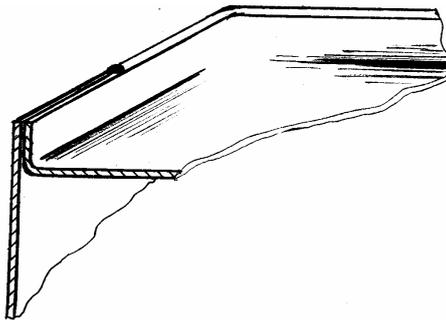


Рис. 14 - Соединение дуговой сваркой

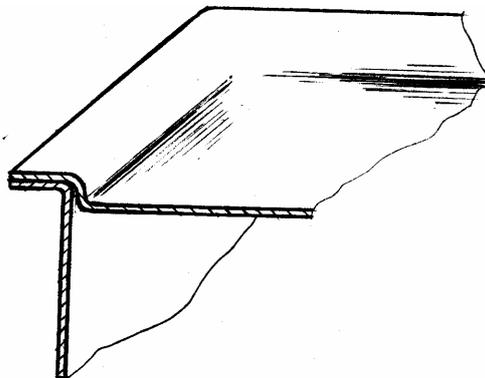


Рис. 15 - Соединения контактной сварки

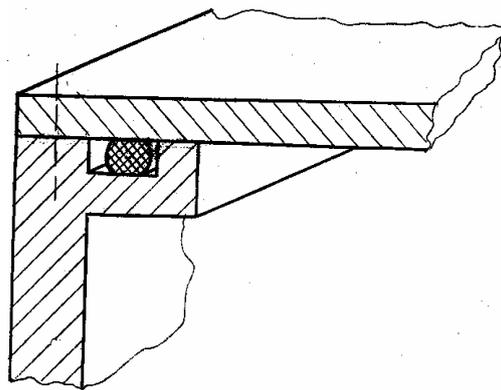
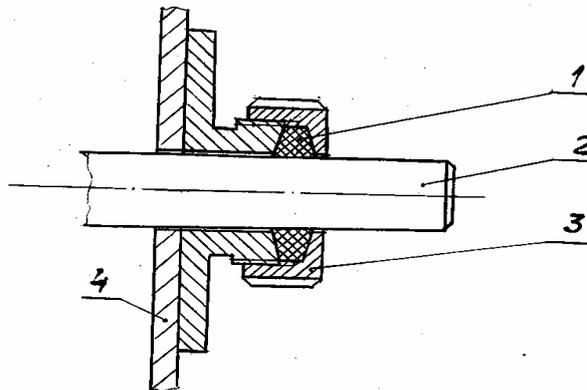
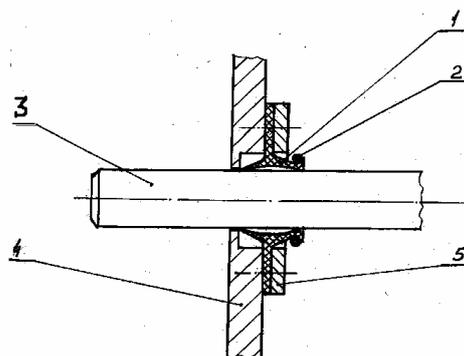


Рис. 16 - Герметизация при помощи резиновых прокладок

Уплотнение герметизированной РЭА с помощью фетрового и фторопластового сальника.



1- фетровый сальник; 2- валик; 3- накладная гайка; 4- корпус.



1- фторопластовый сальник; 2- пружинное кольцо; 3- валик; 4- корпус; 5- шайба сальника.

Рис. 17 – Варианты уплотнений корпуса герметичных приборов

Выбор способа защиты от взрыво- и пожароопасной среды

Радиоэлектронная аппаратура может быть применена в различных отраслях промышленности для автоматического управления производственными процессами, в т. ч. во взрыво- и пожароопасной среде.

Производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, и Е.

Категории производства А и Б – взрыво-пажароопасные производства. Производства категории А характеризуется применением, хранением или образованием в процессе производства горючих газов, нижний предел взрывности которых 10 % и менее к объему воздуха; жидкости с температурой вспышки паров до 28°С при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения; вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и друг с другом. Производства категории Б характеризуются наличием горючих газов, нижний предел которых по взрываемости более 10 % к объему воздуха; жидкости с температурой вспышки паров выше 28 до

61°С; жидкости, нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше; горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемости которых 65 г/м³ и менее к объему воздуха, при условии, что указанные газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения.

Производства категории В, Г и Д – пожароопасные.

Производства категории В характеризуются наличием жидкости с температурой вспышки паров выше 61°С; горючей пыли или волокон, нижний предел взрываемости которых более 65 г/м³ к объему воздуха; веществ, способных только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твердых сгораемых веществ и материалов. производственные категории Г характеризуются наличием веществ и материалов в горючем, раскаленном или расплавленном состоянии, процессе обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; твердых, жидких и газообразных веществ, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Производства категории Д характеризуется наличием несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии,

Производства категории Е – взрывоопасные. Они характеризуются наличием горючих газов без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, что они могут образовать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% помещения, и в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв, либо наличием веществ, способных взрываться при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

Категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности принимают по нормам технологического проектирования или по специальным перечням производств, устанавливающим категории взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности, составленным и утвержденным министерствами.

Выбор способа защиты радиоэлектронной аппаратуры от взрыво- и пожароопасной среды зависит от конкретных условий производства, в которых она применяется.

Защитой радиоэлектронной аппаратуры от взрыво- и пожароопасной среды являются все мероприятия, направленные на предотвращение взрывов и пожаров в данных производственных условиях.

Универсальным способом защиты радиоэлектронной аппаратуры от взрыво- и пожароопасной среды является применение РЭА в герметизированных корпусах.

Контрольные вопросы.

1. Какие предложите металлические покрытия для корпусных деталей ЭС, работающих в нормальных климатических условиях?
2. Приведите марки лакокрасочных покрытий.
3. Аппаратура работает в условиях влажных тропиков. Приведите покрытие корпуса.
4. Почему пара алюминий – медь нежелательна?
5. Почему пару титановые сплавы – алюминий нельзя применять в морской воде?
6. Приведите защитно – декоративные покрытия.
7. Что такое воронение? Какие металлы им защищаются? Приведите примеры записи воронения в КД.
8. Какие вы знаете неметаллические покрытия? Приведите примеры. Как их записывают в КД?
9. К какому виду покрытия относится анодное оксидированное? Что покрывается и как записывается в КД?
10. К какому виду покрытия относится хромирование? Запись его в КД.
11. Приведите конструктивы ЭС, покрываемые палладием.
12. Для каких деталей применяется покрытие родием.
13. Запишите в технические требования чертежа детали сложное покрытие: подслоем кадмием, сверху лакокрасочное покрытие. Из какого материала изготавливается деталь?
14. Какие факторы учитываются при выборе покрытия?
15. На какие группы разделяются способы герметизации?
16. Какими способами обеспечивается герметизация?
17. Расскажите суть пропитки, заливки, обволакивания, опрессовки?
18. Возможно ли изделие, опрессованное пластмассой, например электродвигатель, эксплуатировать в воде? Да. Нет. Почему?

19. Приведите способы герметизации соединителей в герметичном корпусе.
20. С каким сплавом согласуется стекло по ТКЛР? Дайте пример конструктива.
21. Каким критерием оценивается герметичность корпуса? Приведите формулу.
22. Какие вы знаете способы определения герметичности корпуса?
23. Формы резиновых прокладок, устанавливаемых между крышкой и основанием корпуса.
24. Достоинства и недостатки резиновых прокладок.
25. Как загерметизировать тумблер, устанавливаемый на лицевой панели герметизированного корпуса?
26. Как загерметизировать кнопку?
27. Как передать момент вращения, например ротору конденсатора переменной емкости, без нарушения герметичности корпуса?
28. Опишите металлостеклянный корпус микросхемы. Как обеспечивается герметичность между крышкой и основанием, вдоль выводов корпуса?
29. Как выглядит соединение корпуса в фальц?

Исходные данные и варианты для выполнения практических заданий

Вариант № 1

Металлоискатель

Схему металлоискателя отличает простота изготовления и необычный принцип работы. В качестве индикатора используется УКВ приемник (64..108 МГц), а в качестве поисковой катушки - отрезок телевизионного кабеля. За счет того, что генератор VT3 (маломощный передатчик) работает на высокой частоте, удалось добиться высокой чувствительности и упростить конструкцию катушки. Она представляет собой виток телевизионного кабеля диаметром 15..25 см (в зависимости от частоты и УКВ диапазона). Необходимо только наличие в приемнике отключаемой ЛПЧ, что значительно повышает чувствительность.

Для модуляции высокочастотного генератора используется мультивибратор. Приемник настраивается на частоту металлоискателя таким образом, чтобы она находилась на краю полосы пропускания. При приближении металлических предметов к катушке происходит изменение частоты генератора, и в приемнике пропадает сигнал.

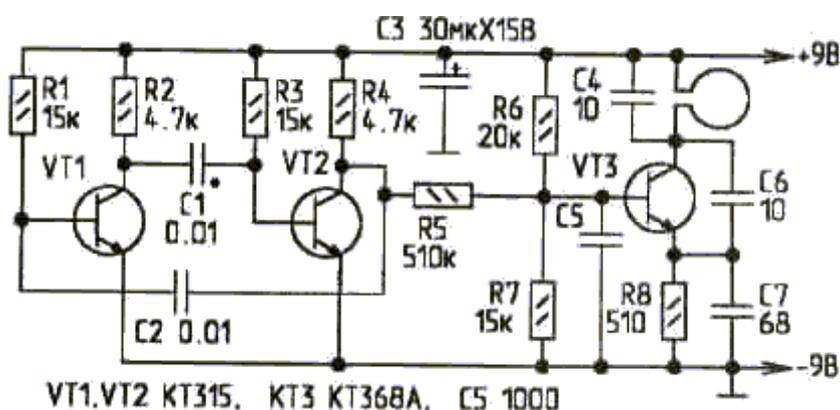


Рис. П.1. Металлоискатель

Вариант № 2

Кварцованный металлоискатель

Чувствительный малогабаритный металлоискатель с использованием кварцевого резонатора.

Металлоискатели, основанные на регистрации биений, оказываются малочувствительными при поисках металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, таких как, например, медь, олово, серебро. Повысить чувствительность металлоискателей этого типа невозможно, поскольку разность частот биения малозаметна при обычных методах индикации.

Значительный эффект дает применение кварцованных металлоискателей. Металлоискатель, принципиальная схема которого приведена на рис. 17, а, состоит из измерительного генератора, собранного на транзисторе VT1, и буферного каскада - эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе VT2, отделенных кварцевым резонатором ZQ1 от индикаторного устройства — детектора на диоде VD2 с усилителем постоянного тока на транзисторе VT3. Нагрузкой усилителя служит стрелочный прибор с током полного отклонения 1 мА.

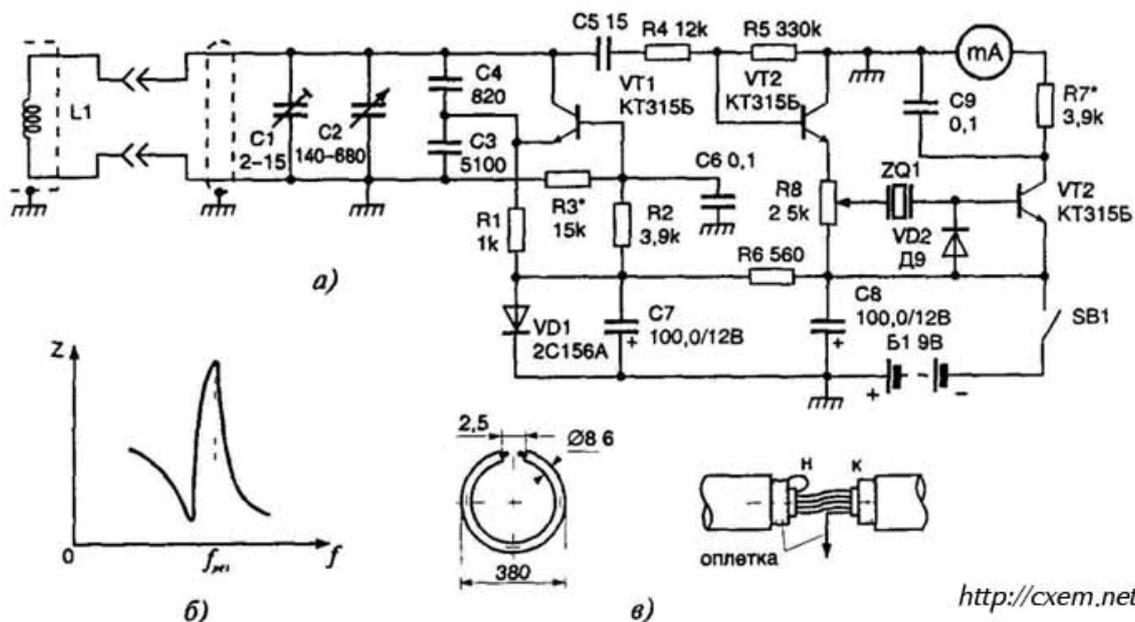


Рис. П.2. Кварцованный металлоискатель

Вследствие высокой добротности кварцевого резонатора, малейшие изменения частоты измерительного генератора будут приводить к уменьшению полного сопротивления последнего, как это видно из характеристики, приведенной на рис. П.2, б, а это, в конечном итоге, повысит чувствительность прибора и точность измерений. Подготовка к поиску заключается в настройке генератора на частоту параллельного резонанса кварца, равную 1 МГц. Эта настройка производится конденсаторами переменной емкости C2 (грубо) и подстроечным конденсатором C1 (точно) при отсутствии около рамки металлических предметов. Поскольку кварц является элементом связи между измерительной и индикаторной частями устройства, его сопротивление в момент резонанса велико и минимальное показание стрелочного прибора свидетельствует о точной настройке устройства. Уровень чувствительности регулируется переменным резистором R8. Особенностью устройства является кольцевая рамка L1, изготовленная из отрезка кабеля. Центральную жилу кабеля удаляют и вместо нее продергивают шесть витков провода типа ПЭЛ 0,1 -0,2 мм длиной 115 мм. Конструкция рамки показана на рис. 17. Такая рамка обладает хорошим электростатическим экраном.

Жесткость конструкции рамки обеспечивается размещением ее между двумя дисками из оргстекла или гетипакса диаметром 400 мм и толщиной 5—7 мм. В приборе использованы транзисторы КТ315Б, опорный диод — стабилитрон 2С156А, детекторный диод типа Д9 с любым буквенным индексом. Частота кварца может быть в интервале частот от 90 кГц до 1,1 МГц. Кабель — типа РК-50.

Вариант № 3

Металлоискатель

Металлоискатель, принципиальная схема которого изображена на рис. П.3, собран всего на одной микросхеме К176ЛП2. Один из ее элементов (DD1.1) использован в образцовом генераторе, другой (DD1.2) - в перестраиваемом. Колебательный контур образцового генератора состоит из катушки L1 и конденсаторов C1, C2, а перестраиваемого - из поисковой катушки L2 и конденсатора C4; первый перестраивают переменным конденсатором C1, второй - подбором емкости конденсатора C4.

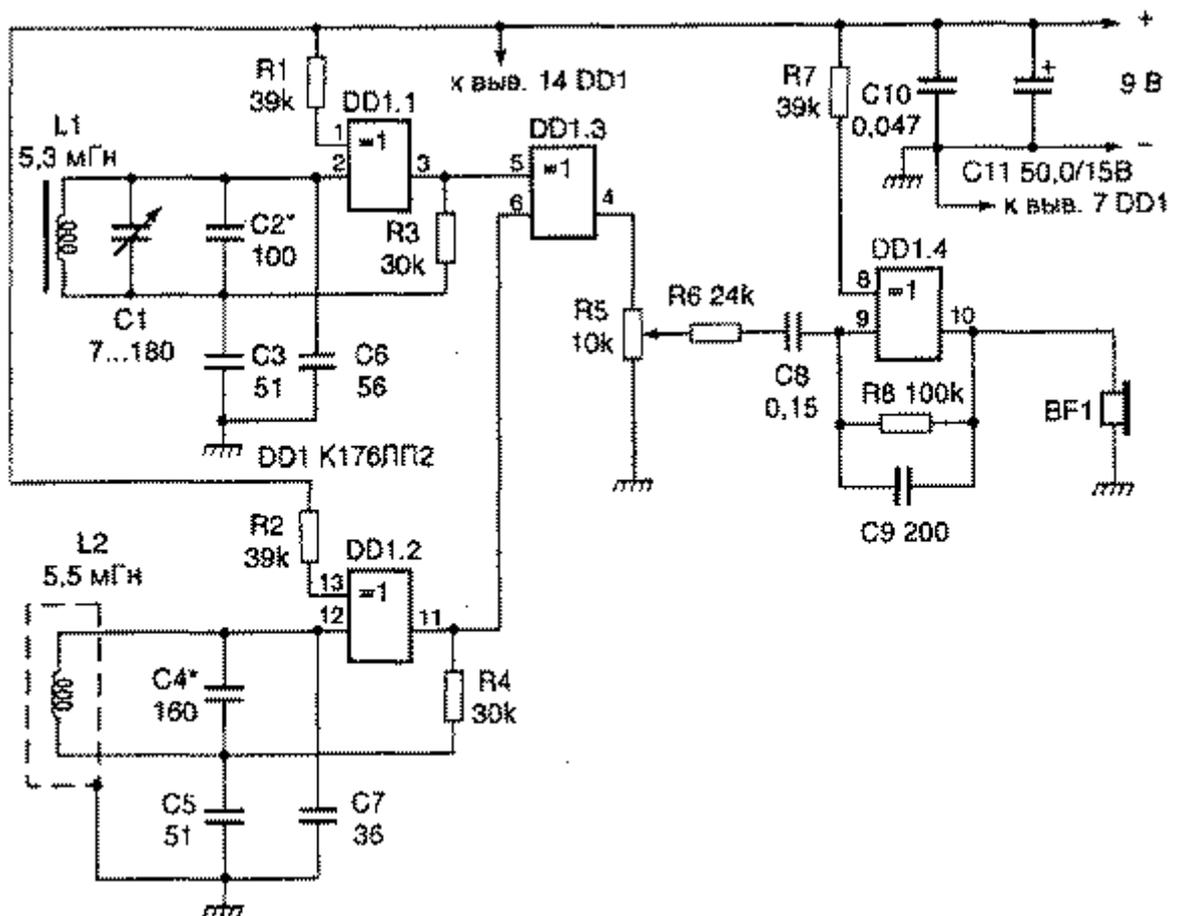


Рис. П.3. Металлоискатель, принципиальная схема.

На элементе DD1.3 выполнен смеситель колебаний образцовой и переменной частот. С нагрузки этого узла - переменного резистора R5 -

сигнал разностной частоты поступает на вход элемента DD1.4, а усиленное им напряжение звуковой частоты - па головные телефоны BF1. Прибором можно обнаружить пятикопеечную монету (доперестроечную денежную единицу) на глубине до 60 мм. А крышку канализационного колодца - на глубине до 0,6 м.

Вариант № 4

Блок питания.

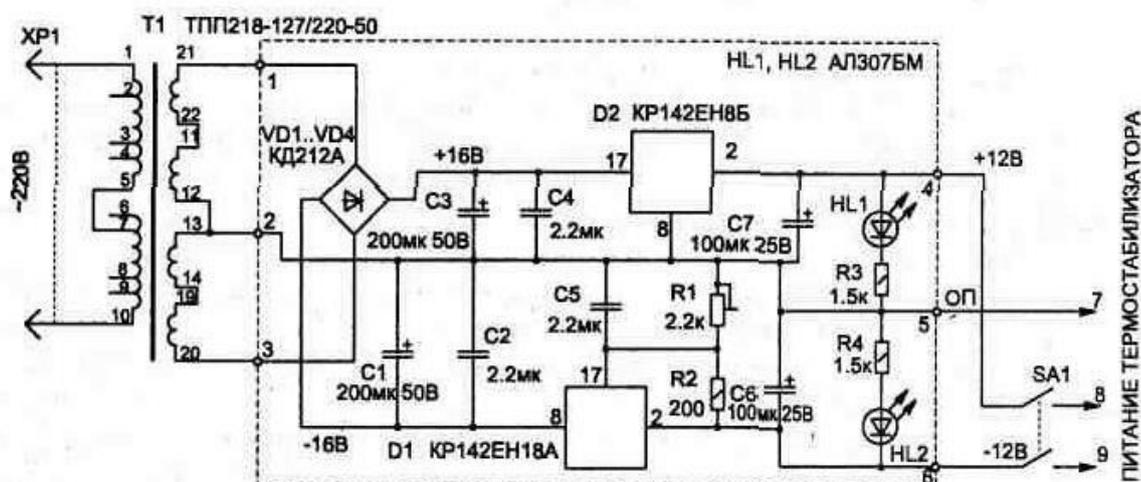


Рис. П.4. Блок питания, принципиальная схема.

Вариант № 5

Автоматическая защита сетевой радиоаппаратуры

Устройство предназначено для предотвращения перегрузки и неисправностей в радиоаппаратуре из-за отклонения сетевого напряжения питания за допуск. Оно будет особенно полезно на даче или в деревне, где нередко значительные колебания напряжения в сети. Часто используемые при нестабильной сети ферромагнитные стабилизаторы имеют узкий диапазон стабилизации и при значительных колебаниях напряжения (в сторону увеличения) просто выходят из строя. Для некоторой радиоаппаратуры опасно не только повышенное, но и пониженное напряжение сети.

Контролировать сеть измерительным прибором, каждый раз перед включением радиоприборов, неудобно да и неэффективно, так как отклонение может произойти в процессе работы. Но эту задачу может взять на себя автоматическое контрольное устройство, через которое и питается аппаратура. Электрическая схема устройства приведена на рис. П.5 и

состоит из четырехуровневого компаратора на элементах микросхемы D2, звукового генератора на элементах D3.1...D3.3, узла коммутации на транзисторе и реле K1, а также блока питания со стабилизатором напряжения на микросхеме D1.

Порог срабатывания компараторов устанавливается при настройке резисторами, отмеченными на схеме звездочкой "*". Их значения указаны на схеме ориентировочно. Настройка устройства производится при помощи ЛАТРА, изменяя напряжение питания на штекере XP1. При этом резистором R15 устанавливаем превышение порога 245 В (на выходе D2/8 появится лог. "1"), а резистором R14 — снижение напряжения ниже 170 В (на выходе D2/8 лог. "0"). Для настройки удобно использовать многогабаритные регулировочные резисторы.

Настройку схемы лучше начинать с проверки работоспособности узла, показанного на рис. П.5. При нажатии на кнопку ВКЛ (SB1), реле K1 срабатывает с задержкой примерно в 1 секунду и контактами K1.2 блокирует кнопку. Время задержки включения реле зависит от номинала емкости C2 и резистора R7. Выключение реле K1 может производиться кнопкой ОТКЛ (SB2) или же от схемы автоматики, когда на выходе микросхемы D3/11 появится импульс или лог. «1» (при выходе напряжения за допуск).

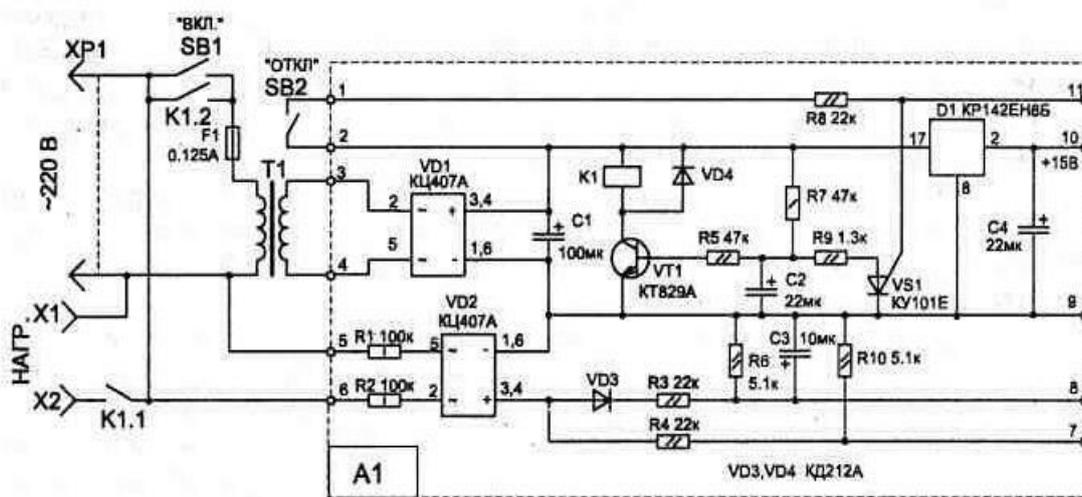


Рис. П.5. Электрическая схема устройства.

Вариант № 6

Кодовый включатель

Предлагаемая схема может найти применение в любых устройствах, где требуется ограничить доступ посторонних к переключению режимов. В зависимости от того, что подключено на выходе схемы (электромагнит, реле, сигнализация и т. Д.), назначение может быть самым разным, например отключение режима охранной сигнализации.

В простейшем варианте, совместно с электромагнитом, схема может быть использована в качестве кодового замка. Его открывание производится набором известного ограниченному кругу лиц кода. Код состоит из 4 цифр (из 10 возможных). Кнопки с определенными цифрами необходимо нажать в заданной последовательности. Это позволяет иметь не менее 5040 возможных вариантов кода.

Код легко и оперативно можно сменить, переставив зажимы проводов с кнопками в любой последовательности. При установке кода нежелательно занимать цифры последовательного ряда (1, 2, 3, 4). Лучше, если код будет состоять из цифр вразброс, например: 9, 3, 5, 0.

Схема кодового устройства (рис. 6.1) собрана на двух микросхемах КМОП серии 561 ТМ2 (возможна замена на 564ТМ2). Что обеспечивает высокую надежность и экономичность работы. Потребление схемой микротока позволяет легко выполнить, при необходимости, автономное питание. По дойдет любой, даже не стабилизированный источник постоянного напряжения 4...15 В.

Работает электрическая схема следующим образом. В начальный момент, при подаче питания, цепь из конденсатора С1 и резистора R1 формирует импульс обнуления триггеров (на выходах 1 и 13 микросхем будет лог. «0»).

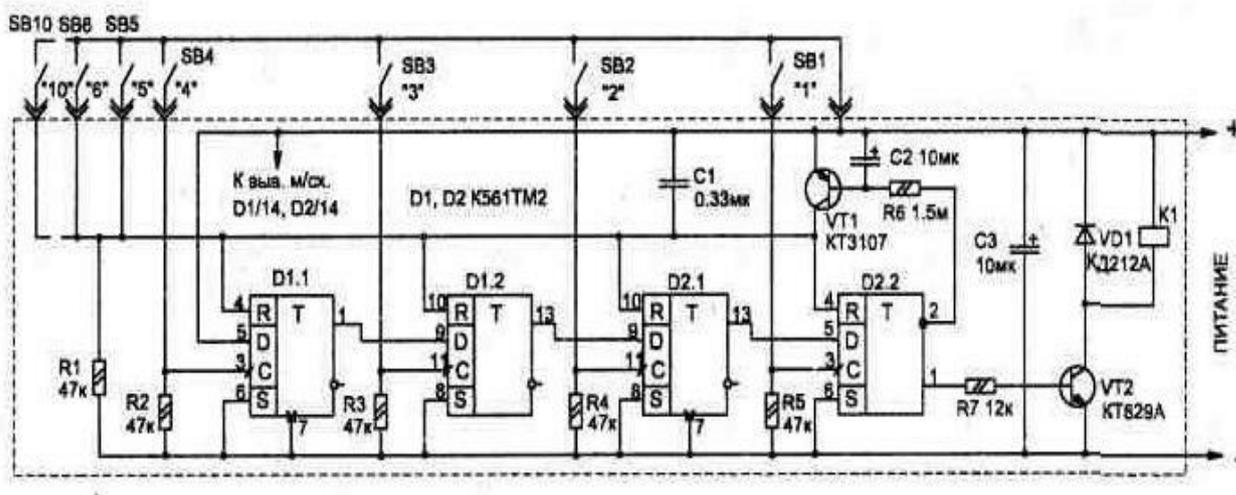


Рис. П.6. Схема кодового устройства.

При нажатии на кнопку первой цифры кода (на схеме — SB4), в момент ее отпускания триггер D1.1 переключится, т. е. на выходе D1/1 появится лог. "1", так как на входе D1/5 есть лог. "1".

При нажатии очередной кнопки, если на входе D соответствующего триггера имеется лог. "1", т. е. предыдущий сработал, то лог. "1" появится и на его выходе.

Последним срабатывает триггер D2.2, а чтобы схема не осталась в таком состоянии надолго, используется транзистор VT1. Он обеспечивает задержку обнуления триггеров. Задержка выполнена за счет цепи заряда конденсатора C2 через резистор R6. По этой причине на выходе D2/13 сигнал лог. "1" будет присутствовать не более 1 секунды. Этого времени вполне

достаточно для срабатывания реле К1 или электромагнита. Время, при желании, легко можно сделать значительно больше, применив конденсатор С2 большей емкости.

В процессе набора кода нажатие любой ошибочной цифры обнуляет все триггеры. Если сигнал управления транзистором VT1 снимать с выхода не последнего триггера (например с вывода D2/12), то будет ограничено необходимое время на нажатие цифр кода. В этом случае даже при правильном, но медленном наборе кода выходной сигнал не появится.

Размещается схема вблизи кнопочной панели.

Все используемые детали, за исключением транзистора VT2, могут быть любого типа. Транзистор VT2 применен с большим коэффициентом усиления, и в случае использования в качестве нагрузки вместо реле электромагнита его нужно заменить на более мощный из серии КТ827.

Для открывания защелки дверного замка лучше использовать не электромагнит, а электромоторчик с редуктором. Такие узлы используются в составе автомобильных сигнализаций для автоматической блокировки дверей (их можно приобрести в магазине). Они потребляют небольшой ток (60...150 мА от 12 В) по сравнению с электромагнитом и позволяют иметь источник питания небольшой мощности, что особенно важно для автономного питания.

Вариант № 7

Подключение удаленного датчика

Если же необходимо подключить удаленный датчик и провода невозможно скрыть, то шлейф охраны должен срабатывать при любом нарушении цепи (разрыве или замыкании).

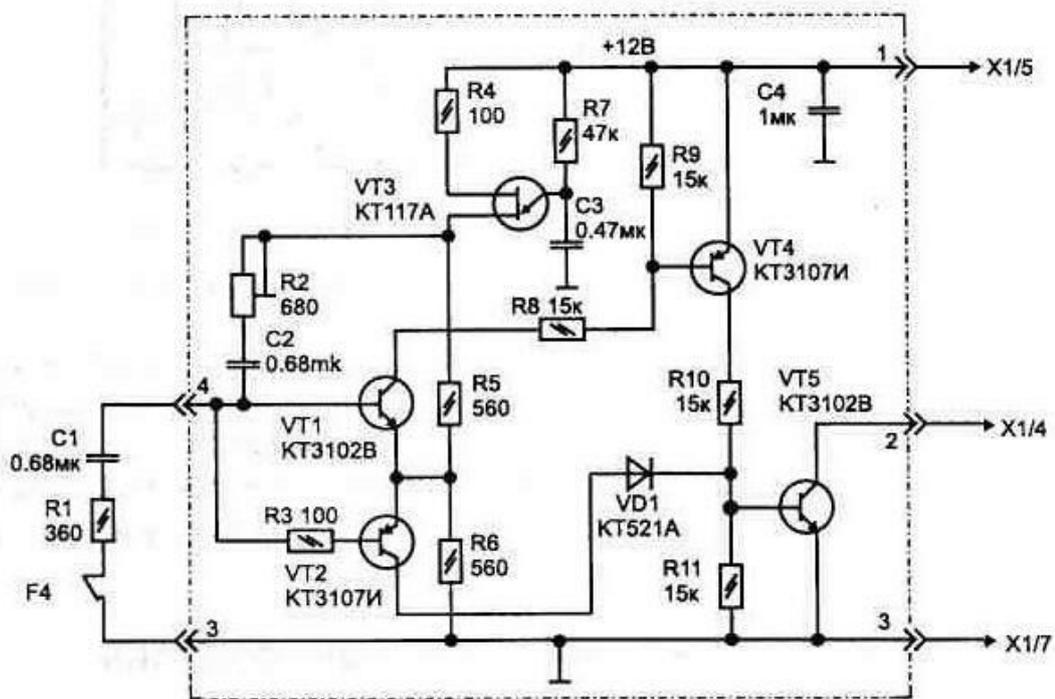


Рис. П.7. Электрическая схема для подключения удаленного датчика

Традиционное построение такой схемы связано с включением датчика последовательно с резистором в плечо моста. При разбалансе моста формируется сигнал срабатывания. В этом случае по цепи охранного шлейфа должен протекать ток более 5 мА, что не экономично, так как требуется мощный источник автономного питания. Аналогичную задачу, но работая в импульсном режиме, выполняет схема на рис. П.7 — она потребляет не более 1,5 мА.

Вариант № 8

Блокиратор нелегального подключения к линии

О необходимости установки такого устройства приходится задумываться в случае получения счета с АТС за междугородные разговоры, которых вы не вели. Ведь телефонные линии не защищены от несанкционированного подключения и появились мошенники, этим пользующиеся. В продаже уже появились блокираторы промышленного изготовления, но пока они неоправданно дорогие. Использование современной элементной базы позволяет сделать блокиратор довольно простым и миниатюрным.

Предлагаемое устройство размещается внутри ТА и позволяет заблокировать любые "пиратские" разговоры по данной линии с любого другого телефона. При этом подразумевается, что к линии не требуется подключать другие параллельные телефоны, — все остальные ТА схемой будут считаться "пиратскими".

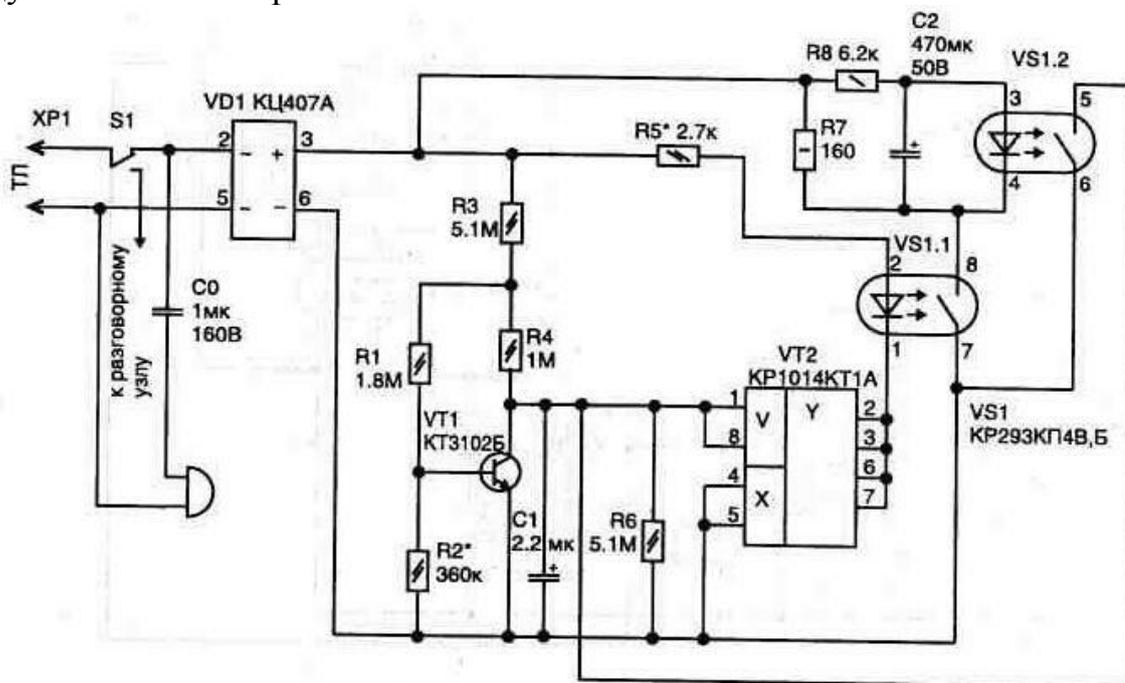


Рис. П.8. Электрическая схема блокиратора

Для питания устройства, в отличие от опубликованных аналогов, не требуется дополнительный источник — оно берется от ТЛ. В дежурном

режиме устройство потребляет микроток, что допустимо и не нарушает режимов в линии.

В основе работы схемы, рис. П.8, используется пороговое устройство на транзисторе VT1, который контролирует уровень напряжения в ТЛ. Как известно, при поднятии трубки с аппарата, напряжение в линии падает с 60 до 5...15 В (зависит от сопротивления цепей ТА). Режим работы VT1 настраивается резистором R2 так, чтобы он при напряжении ниже +18 В запирался. При этом транзистор VT2 током через резисторы R3-R4 откроется, что приведет к срабатыванию оптронного ключа VS1.1. Резистор R7 закоротит ТЛ, что воспрепятствует импульсному набору номера на время заряда С2. Как только С2 зарядится — сработает ключ VS1.2 и разрядит С1. Этот процесс периодически повторяется, что исключает фиксацию схемы в режиме закорачивания линии после однократного срабатывания блокировки. Конденсатор С1 обеспечивает нечувствительность схемы к сигналу вызова в линии.

Устройство подключается параллельно звонку (или схеме звукового сигнализатора) до разделительного конденсатора так, чтобы при поднятии трубки оно отключалось контактами, связанными с положением трубки (S1). В этом случае не потребуется отключать устройство от линии при использовании собственного ТА, что удобно при эксплуатации.

Вариант № 9

Простой импульсный блок питания на 15 Вт

Данный источник может применяться для питания любой нагрузки мощностью до 15...20 Вт и имеет меньшие габариты, чем аналогичный, но с понижающим трансформатором, работающим на частоте 50 Гц.

Источник питания выполняется по схеме однотактного импульсного высокочастотного преобразователя, рис. П.9. На транзисторе собран автогенератор, работающий на частоте 20...40 кГц (зависит от настройки). Частота настраивается емкостью С5. Элементы VD5, VD6 и С6 образуют цепь запуска автогенератора.

Во вторичной цепи после мостового выпрямителя стоит обычный линейный стабилизатор на микросхеме, что позволяет иметь на выходе фиксированное напряжение, независимо от изменения на входе сетевого (187...242 В).

В схеме применены конденсаторы: С1, С2 типа К73-16 на 630 В; С3 — К50-29 на 440 В; С4 — К73-17В на 400 В; С5 — К10-17; С6 — К53-4А на 16 В; С7 и С8 типа К53-18 на 20 В. Резисторы могут быть любыми. Стабилитрон VD6 можно заменить на КС147А.

Импульсный трансформатор Т1 выполняется на ферритовом сердечнике М2500НМС-2 или М2000НМ9 типоразмера Ш5х5 (сечение магнитопровода в месте расположения катушки 5х5 мм с зазором в центре). Намотка сделана проводом марки ПЭЛ-2. Обмотка 1-2 содержит 600 витков

провода диаметром 0,1 мм; 3-4 — 44 витка диаметром 0,25 мм; 5-6 — 10 витков тем же проводом, что и первичная обмотка.

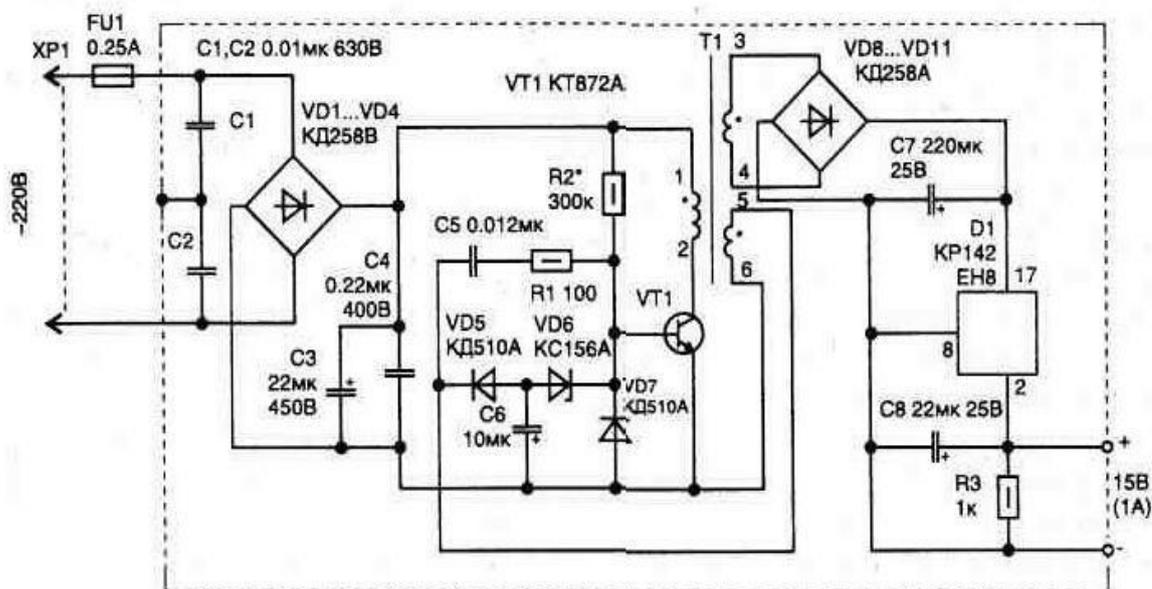


Рис. П.9. Электрическая схема импульсного блока питания на 15 Вт

В случае необходимости вторичных обмоток может быть несколько (на схеме показана только одна), а для работы автогенератора необходимо соблюдать полярность подключения фазы обмотки 5-6 в соответствии со схемой.

Настройка преобразователя заключается в получении устойчивого возбуждения автогенератора при изменении входного напряжения от 187 до 242 В. Элементы, требующие подбора, отмечены звездочкой "*". Резистор R2 может иметь номинал 150...300 кОм, а конденсатор C5 — 6800...15000 пФ. Для уменьшения габаритов преобразователя в случае меньшей снимаемой во вторичной цепи мощности номиналы электролитических фильтрующих конденсаторов (C3, C7 и C8) можно уменьшить. Их величина связана с мощностью нагрузки соотношением:

Вариант № 10

Радиопередатчик

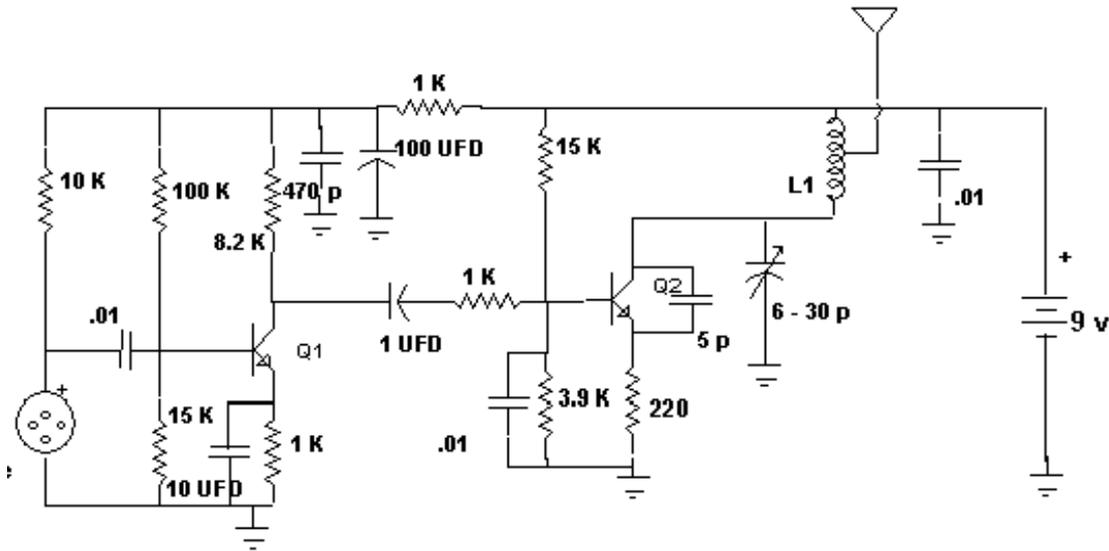


Рис. П.10. Радиопередатчик, схема электрическая.

Вариант № 11

Усилитель мощности УКВ.

Идея использовать полевой транзистор КП904А в усилителе мощности диапазона 2 м возникла поневоле - во время работы в "тропо" вышел из строя транзистор КТ931А, а заменить его было нечем. Тогда выбор пал на КП904А (по справочным данным он работоспособен до частоты 400 МГц). Усилитель на этом транзисторе не критичен к качеству источника питания (в моем случае он питается нестабилизированным напряжением +55 В при емкости выходного конденсатора источника питания 10000 мкФ), не требует принятия специальных мер для стабилизации тока покоя транзистора и имеет очень простую схему (рис.1). При входной мощности 4...5 Вт выходная мощность составляет 20...25 Вт на нагрузке 75 Ом.

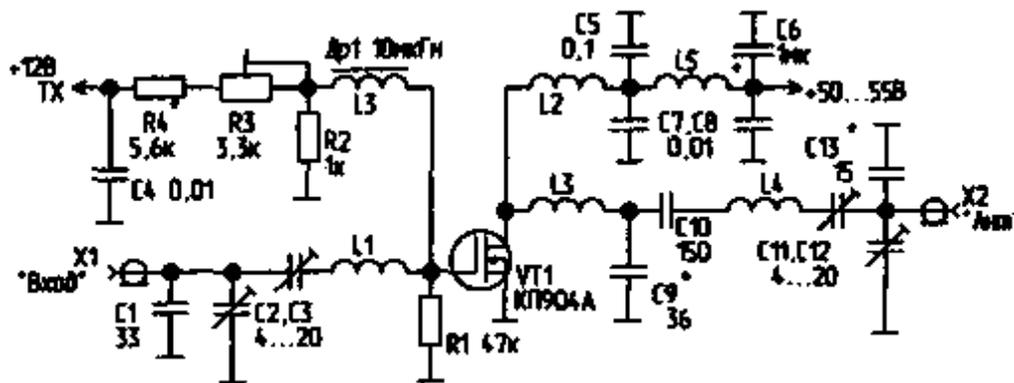


Рис. П.11. Схема усилителя мощности УКВ.

Вариант № 12

Микропередатчик

Схема в настройке, практически, не нуждается (необходимо только подобрать частоту растяжением или сжатием витков катушки L1).

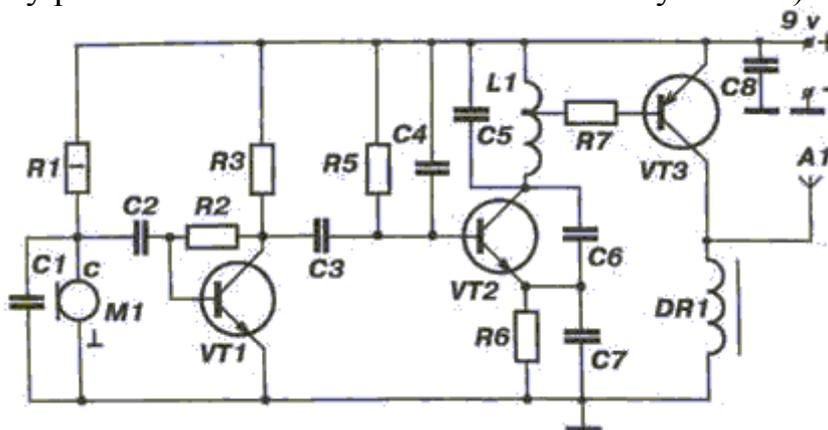


Рис. П.12. Микропередатчик, схема электрическая

Преимущества данной схемы:

- Высокая стабильность частоты (Частота не уходит при касании рукой антенны, катушки)
- Высокая чувствительность
- Высокая выходная мощность

Технические характеристики:

- Рабочая частота - 87..108МГц около 96МГц
- Тип модуляции - частотная
- Дальность приёма - 100..800м
- Питание - 9в
- Потребляемый ток - 25мА
- Время непрерывной работы - 14 часов, а с хорошей батареей все 18 часов
- VT1- КТ3130Б9 (можно заменить на КТ315Б, с наибольшим усилением, не менее 200)
- VT2-КТ368А9 (можно заменить на КТ368АМ)
- VT3-КТ3126Б (транзисторы распространённые, найти легко)

$R1 = 12k$, $R2 = 220..300k$, $R3 = 3,9k$, $R4 = 20k$, $R5 = 20k$, $R6 = 2000mk$, $R7 = 2000mk$, $C1 = 100p$, $C2 = 0.1mp$, $C3 = 0.1mp$, $C4 = 500..1000p$, $C5 = 22p$, $C6 = 12p$, $C7 = 39p$, $C8 = 33np$.

Простой ограничитель речевого сигнала

Для повышения эффективности и дальности SSB-связей используют ограничение сигнала по высокой (ВЧ) или низкой (НЧ) частоте. Лучшими параметрами обладают ВЧ-ограничители, в которых обработка сигнала происходит на промежуточной частоте. Они позволяют увеличить среднюю мощность сигнала передатчика на 6...9дБ. Незначительно, на 1...2 дБ, им уступают низкочастотные ограничители (сигнал обрабатывается в микрофонном усилителе). Но в то же время изготовить и настроить НЧ ограничитель значительно проще.

На рис. П.13 предлагается схема НЧ ограничителя, эффективность которого значительно превосходит ранее опубликованные разработки автора. Схема содержит всего два каскада, первый из которых на транзисторе VT1 представляет собой логарифмирующий усилитель. В качестве логарифмирующих элементов использованы диоды VD1 и VD2, включенные встречно-параллельно в цепь отрицательной обратной связи. Применение германиевых диодов позволяет получить выходное напряжение усилителя до 200 мВ эфф., а применение кремниевых - до 600 мВ.

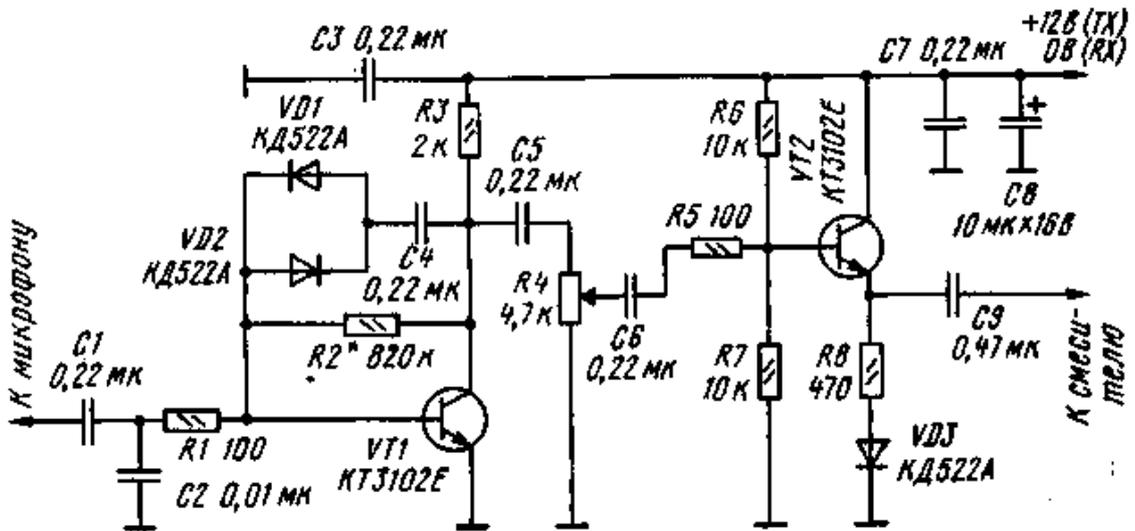


Рис. П.13. Схема НЧ ограничителя на двух каскадах

На транзисторе VT2 собран эмиттерный повторитель, позволяющий подключать усилитель практически к любому смесителю. Для регулировки уровня выходного ограниченного сигнала служит резистор R4. Применение этого резистора на выходе ограничителя позволяет использовать его как бы в качестве регулятора усиления по ПЧ в режиме передачи. Резисторы R1 и R5 предотвращают самовозбуждение каскада по постоянному току. Для этого в схеме (рис. 1) подбором резистора R2* устанавливается напряжение на коллекторе VT 1, равное +6 В.

Вариант № 14

Простой ограничитель речевого сигнала

В схеме по рис. П.14 такое же напряжение на коллекторах VT1 и VT2 устанавливается подбором резисторов R2 и R5 соответственно. Приведенные в статье схемы были реализованы автором в конструкциях SSB-трансиверов: прямого преобразования, с ЭМФ, с кварцевым фильтром. При использовании практически любого типа динамического микрофона ограничители показали хорошее качество получаемого SSB-сигнала и отсутствие перемодуляции при значительных изменениях уровней сигналов, подаваемых с микрофона.

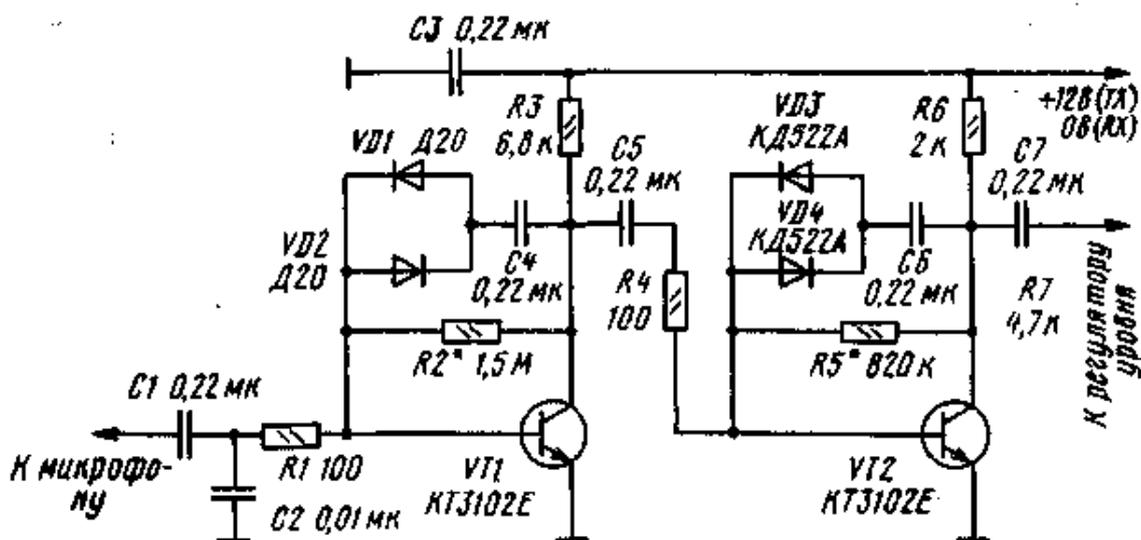


Рис. П.14. Схема НЧ ограничителя

Вариант № 15

Радиомикрофон 88-108 МГц

Отличительной особенностью данной схемы является эмиттерная модуляция, осуществляемая с помощью транзистора VT3. Для лучшей компоновки в корпусе, ширина платы разработана под длину элемента типа "Корунд", но первостепенное значение в минимизации изделия имеет принцип электрического решения самой схемы. При применении микрофона МКЭ-3 диапазон частот составляет 50...15000 Гц.

Катушка L1-бескаркасная, имеет пять витков медного посеребрянного провода диаметром 0,9 мм на оправе диаметром 7 мм. Все резисторы типа МЛТ-0,125, электролиты C1-C4, C6 и C8 типа К50-35, высокочастотные конденсаторы C5 и C8 типа КТ-1. Длину антенны можно уменьшить до 500 мм.

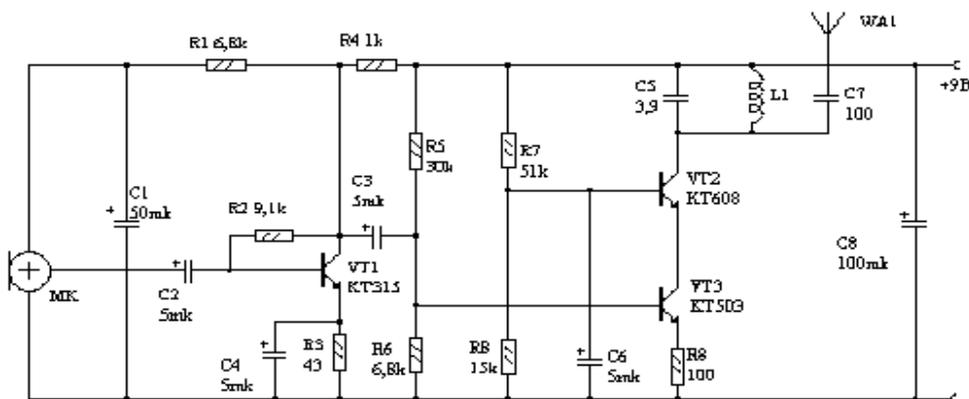


Рис. П.15. Радиомикрофон, схема электрическая

Вариант № 16

Радиомикрофон

Этот передатчик при скромных габаритах позволяет передавать информацию на расстояние до 300 метров. Прием сигнала может вестись на любой приемник УКВ ЧМ диапазона. Для питания подходит любой источник с напряжением 5...15 вольт.

Схема передатчика приведена на рис. П.16. Задающий генератор выполнен на транзисторе КП303. Частота генерации определяется элементами L1, C5, C3, VD2. Частотная модуляция осуществляется путем подачи модулирующего напряжения звуковой частоты на варикап VD2 типа KB109. Рабочая точка варикапа задается напряжением, поступающим через резистор R2 со стабилизатора напряжения. Стабилизатор включает в себя генератор стабильного тока на полевом транзисторе VT1 типа КП103, стабилитрон VD1 типа КС147А и конденсатор C2. Усилитель мощности выполнен на транзисторе VT3 типа КТ368. Режим его работы задается резистором R4. В качестве антенны используется кусок провода длиной 15...20 см.

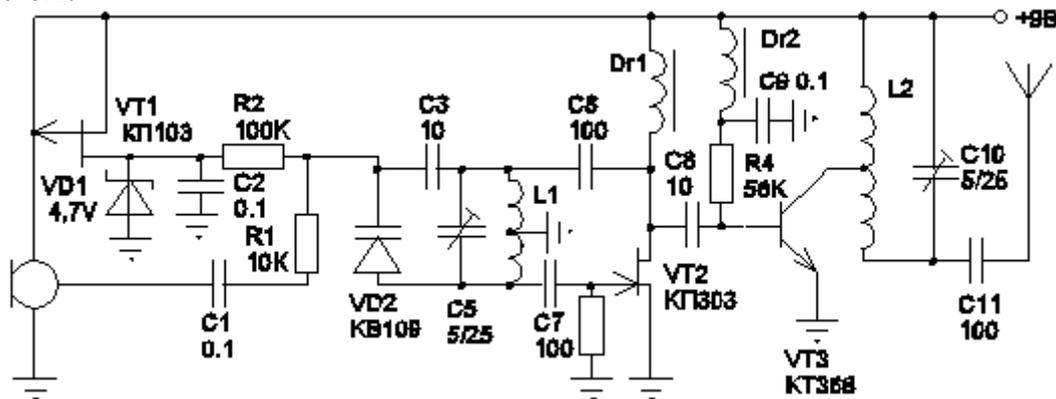


Рис. П.16. Радиомикрофон

Дроссели Dr1 Dr2 могут быть любые индуктивностью 10...150 μ Н. Катушки L1 и L2 наматываются на полистироловых караксах диаметром 5 мм с подстроечными сердечниками 100ВЧ или 50ВЧ. Количество витков - 3.5 с отводом от середины, шаг катушки 1 мм, провод ПЭВ 0.5 мм. Вместо КП303 подойдет КП302 или КП307.

Настройка заключается в установке необходимой частоты генератора конденсатором С5, получения максимальной выходной мощности путем подбора сопротивления резистора R4 и подстройке резонансной частоты контура конденсатором С10.

Вариант № 17

Преобразователь напряжения

Простая и надежная схема преобразователя напряжения для управления варикапами в различных конструкциях, который вырабатывает 20 В при питании от 9 В. Выбран вариант преобразователя с умножителем напряжения, поскольку он считается самым экономичным. Кроме того, он не создает помех радиоприему. На транзисторах VT1 и VT2 собран генератор импульсов, близких к прямоугольным. На диодах- VD1...VD4 и конденсаторах С2...С5 собран умножитель напряжения. Резистор R5 и стабилитроны VD5, VD6 образуют параметрический стабилизатор напряжения. Конденсатор С6 на выходе является ВЧ-фильтром. Ток потребления преобразователя зависит от напряжения питания и количества варикапов, а также от их типа. Устройство желательно заключить в экран для снижения помех от генератора. Правильно собранное устройство работает сразу и не критично к номиналам деталей.

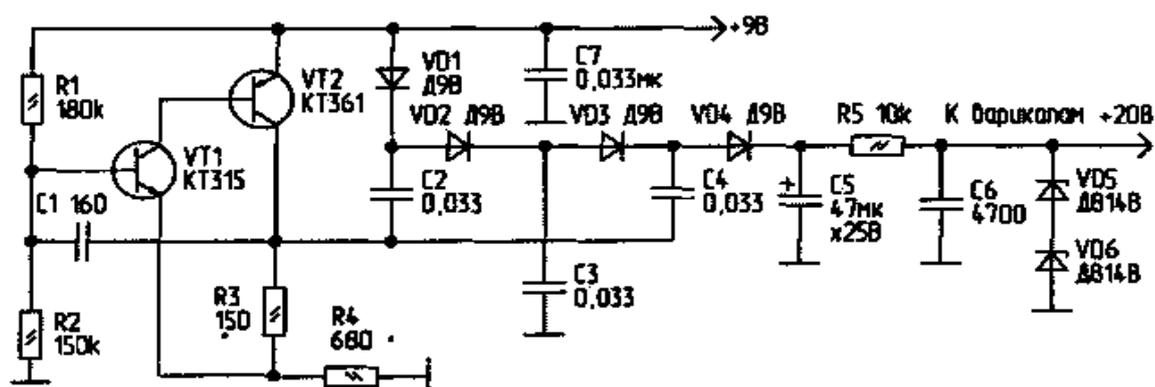


Рис. П.17. Схема преобразователя напряжения

Блок зажигания

Как видно из принципиальной схемы блока, показанной на рис. П.18, основные ее изменения относятся к преобразователю, т.е. генератору зарядных импульсов, питающих накопитель—конденсатор С2. Упрощена цепь запуска преобразователя, выполненного, как и прежде, по схеме однотактного стабилизированного блокинг-генератора. Функции пускового и разрядного диодов (соответственно VD3 и VD9 по прежней схеме) выполняет теперь один стабилитрон VD1. Такое решение обеспечивает более надежный запуск генератора после каждого цикла искрообразования путем значительного увеличения начального смещения на эмиттерном переходе транзистора VT1. Это не снизило тем не менее общей надежности блока, поскольку режим транзистора ни по одному из параметров не превысил допустимых значений.

Изменена и цепь зарядки конденсатора задержки С1. Теперь он после зарядки накопительного конденсатора заряжается через резистор R1 и стабилитроны VD1 и VD3. Таким образом, в стабилизации участвуют два стабилитрона, суммарным напряжением которых при их открывании и определяется уровень напряжения на накопительном конденсаторе С2. Некоторое увеличение напряжения на этом конденсаторе скомпенсировано соответствующим увеличением числа витков базовой обмотки II трансформатора. Средний уровень напряжения на накопительном конденсаторе уменьшен до 345...365 В, что повышает общую надежность блока и обеспечивает вместе с тем требуемую мощность искры.

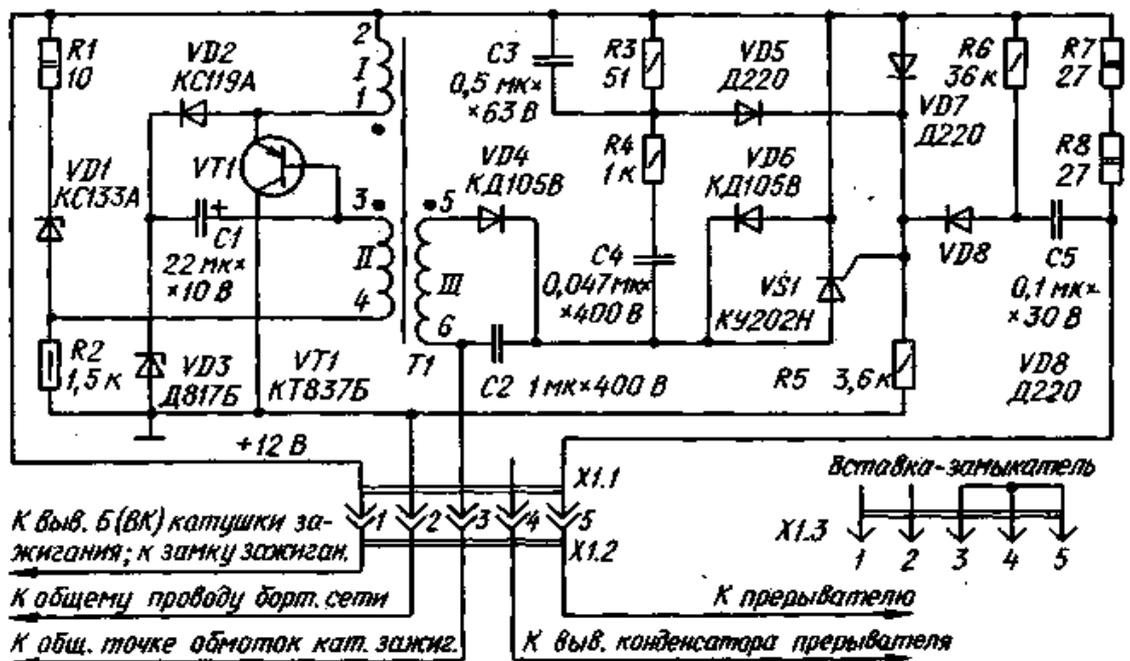


Рис. П.18. Схема блока зажигания

В разрядной цепи конденсатора С1 использован стабилитрон VD2, позволяющий получить такую же степень перекомпенсации при уменьшении бортового напряжения, как три-четыре обычных последовательных диода. При разрядке этого конденсатора стабилитрон VD1 открыт в прямом направлении (подобно диоду VD9 исходного блока).

Конденсатор С3 обеспечивает увеличение длительности и мощности импульса, открывающего тринистор VS1. Это особенно необходимо при большой частоте искрообразования, когда средний уровень напряжения на конденсаторе С2 существенно снижается.

Вариант № 19

Электронный регулятор

Электронный регулятор напряжения в системе автомобильного электрооборудования уже зарекомендовал себя как надежный, стабильный и долговечный узел. Ниже описан один из вариантов такого регулятора, в течение длительного времени испытанного на разных автомобилях и показавшего хорошие результаты. Особенности регулятора являются использование триггера Шмитта в узле управления выходным транзистором и наличие температурной зависимости регулируемого напряжения. Регулятор смонтирован в корпусе реле-регулятора РР-380 и полностью его заменяет.

Первая из указанных особенностей позволила снизить мощность рассеяния на выходном транзисторе за счет большой скорости его переключения. Вторая позволяет автоматически уменьшать напряжение зарядки аккумуляторной батареи при повышении температуры в моторном отсеке. Известно, что зарядное напряжение летом должно быть ниже, чем зимой. Невыполнение этого условия приводит к кипению электролита летом и недозарядке батареи зимой.

Принципиальная схема электронного регулятора изображена на рис. П.19. Регулятор состоит из трех функциональных узлов: входного узла управления, состоящего из резистивного делителя напряжения R1—R3, стабилитора VD1 и стабилитрона VD2, триггера Шмитта на транзисторах VT1, VT2 и выходного ключа на транзисторе VT3 и диоде VD4.

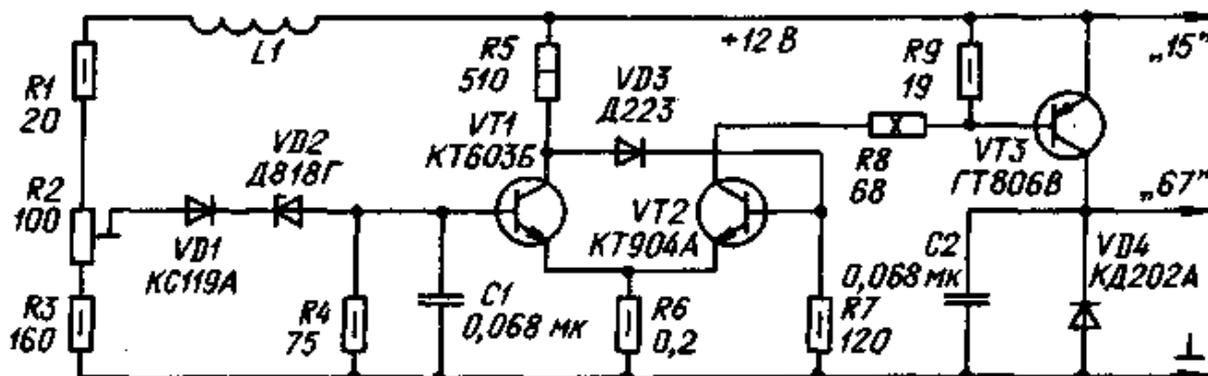


Рис. П.19. Принципиальная схема электронного регулятора.

Дроссель L1 служит для снижения пульсации напряжения на входе триггера, которые ухудшают эффективность регулирования. Элементы VD1 и VD2 формируют образцовое напряжение. Подводимое к входу триггера Шмитта напряжение равно разности между регулируемой частью входного напряжения и образцовым. Благодаря температурной зависимости напряжения на стабилиторе VD1 и эмиттерном переходе транзистора VT1 происходит уменьшение образцового напряжения при повышении температуры. В результате напряжение, подводимое к аккумуляторной батарее, уменьшается примерно на 10 мВ с повышением температуры на 1°C, что и необходимо для правильной эксплуатации батареи.

Триггер Шмитта выполнен по классической схеме. Конденсатор C1 не допускает возникновения высокочастотного возбуждения этого транзистора, когда он находится в линейном режиме, и не влияет на скорость переключения триггера. Разность между порогами напряжения переключения определяется соотношением номиналов резисторов R6 и R8 и равна примерно 0,03 В

Вариант № 20

Бесконтактный прерыватель

Принципиальная схема бесконтактного прерывателя показана на рисунке 36. Датчик представляет собой катушку L1, которая вместе с конденсатором C3 входит в состав генератора, выполненного на транзисторах VT1.1, VT1.2 микросборки VT1. При вхождении зубца диска в зазор магнитопровода катушки происходит срыв колебаний генератора, так как энергия электромагнитного поля катушки расходуется на образование вихревого тока в зубце.

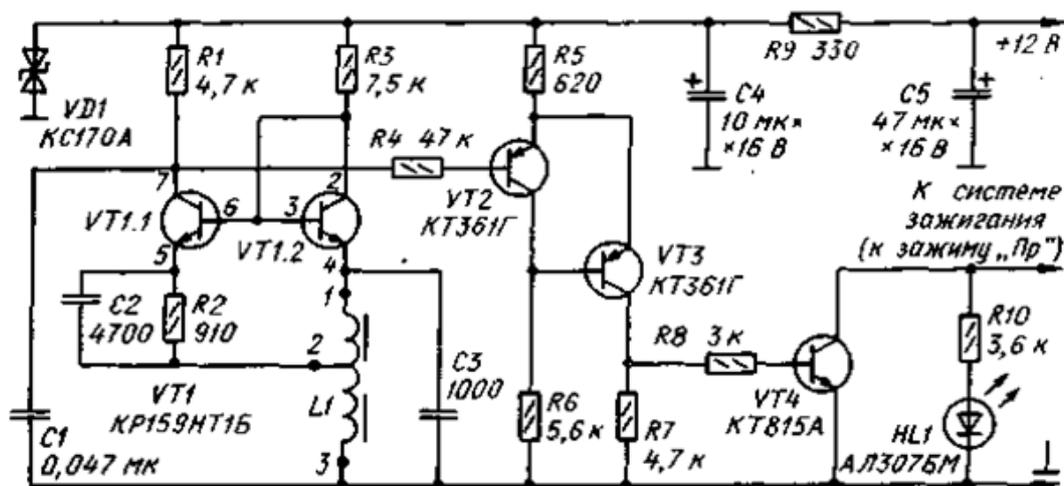


Рис. П.20. Принципиальная схема бесконтактного прерывателя.

В этот момент ток коллектора транзистора VT1.1 уменьшается, вызывая увеличение напряжения на коллекторе. Триггер Шмитта, выполненный на транзисторах VT2, VT3, формирует сигнал с крутыми фронтами и спадом. Транзистор VT4 работает в режиме переключения.

Вхождение зуба переключающего диска в зазор датчика соответствует моменту замыкания контактов прерывателя. Эквивалентный угол замкнутого состояния контактов определяется в основном угловой шириной зуба диска; этот угол выбран равным 50°. Небольшая погрешность в определении угла замкнутого состояния контактов обусловлена гистерезисом триггера Шмитта.

Температурная стабилизация генератора обеспечена отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор R2, включенный в цепь эмиттера транзистора VT1.1, диодной термокомпенсацией (диодное включение транзистора VT1.2) и применением согласованной пары транзисторов, размещенных на одном кристалле. Ток через эмиттерный переход транзистора VT1.2 выбран небольшим, около 1,5 мА. Благодаря этим мерам стабильность режима генератора сохраняется в температурном интервале -48...+90°C.

Вариант № 21

Автомобильный радиосторож

В связи с ростом числа автомобилей и отдаленностью гаражей от квартир, актуальным стал вопрос охраны машин в ночное время во дворах домов. Если угнать автомобиль довольно сложно, то снять эмблему, вытащить магнитолу или аккумулятор не составляет большого труда. Большинство противоугонных устройств усложняют только запуск мотора автомобиля, но не защищают от хищения содержимого.

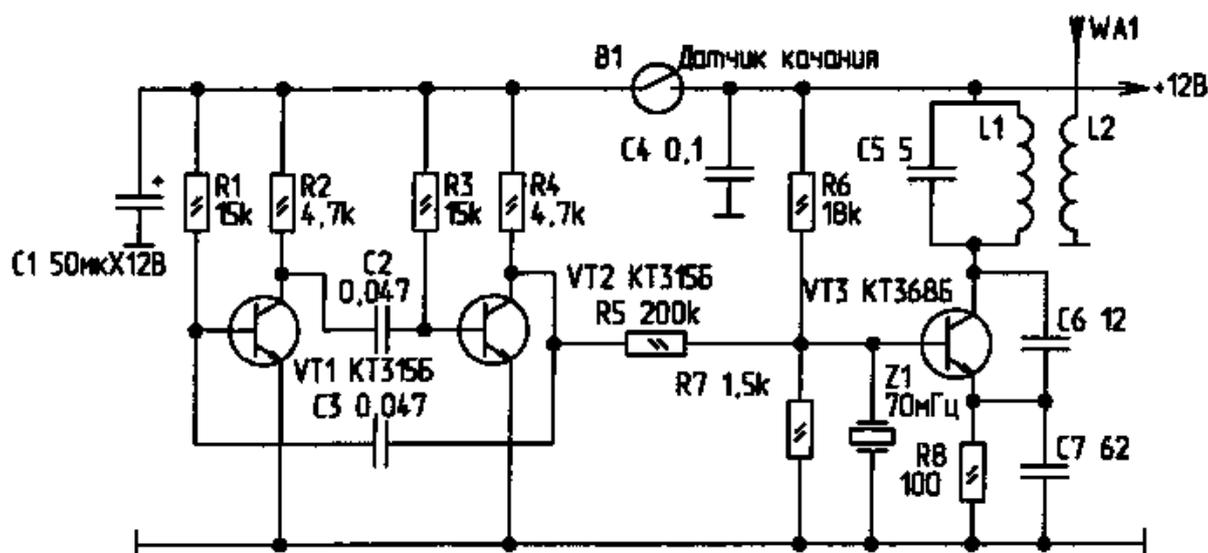


Рис. П.21. Автомобильный радиосторож

Радиосторож состоит из высокочастотного генератора, модулятора и датчика качания. В дежурном режиме датчик качания разомкнут, и питание подается только на генератор. Приемник, находящийся в квартире, настраивается на несущую частоту генератора по пропаданию шумов в громкоговорителе.

Таким образом, даже при отключении аккумулятора срабатывание радиосторожа определяется по резкому возрастанию шумов, и это также является признаком исправности линии "машина - квартира".

Вариант № 22

Передатчик видеосигнала

Передатчик предназначен для амплитудно-частотной модуляции видеосигнала с видеоаппаратуры (видеокамер, тюнеров, магнитофонов, персональных компьютеров и т.д.) на телевизионный приемник. Передатчик подключают непосредственно к видеоаппарату, что исключает необходимость иметь видеовход на телевизионном приемнике.

Совместив такой передатчик с бескорпусной видеокамерой, нетрудно получить установку для беспроводного наблюдения, а для экономичной работы батарей питания рекомендуется совместить это устройство с инфракрасным детектором присутствия, серийно выпускающимся многими зарубежными фирмами и стоящим относительно недорого, например детектором "REFLEX" фирмы "ТЕХЕСОМ:" способным улавливать постороннее вмешательство, устойчив на ложное срабатывание, электромагнитное и радиочастотное излучение.

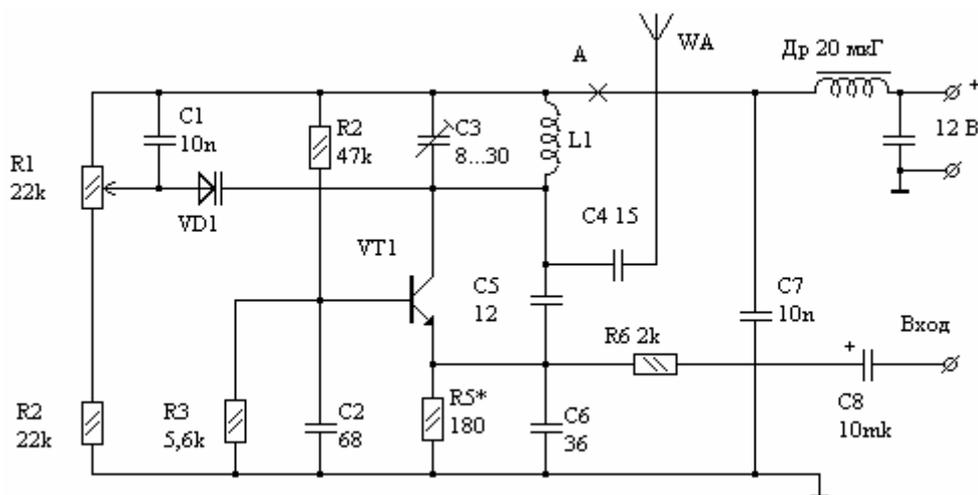


Рис. П.22. Электрическая схема видеопередатчика

Дополнив схему видеопередатчика усилителем высокой частоты, выполненном на одном транзисторе типа КТ325, можно увеличить выходную мощность передатчика, и соответственно дальность беспроводной связи с телевизионным тюнером.

Принципиальная схема передатчика содержит один транзистор VT1 типа КТ603Г. Передатчик настраивают на частоту одного из свободных от телевизионного вещания каналов (например, 1...5 канал). Подстройка осуществляется с помощью подстроечного конденсатора С4, которым добиваются захвата немодулированного сигнала. Точная настройка передатчика производится резистором R1.

Сигнал от видеоприбора подается на вход передатчика в цепь эмиттера транзистора через резистор R6 и конденсатор С9. Промодулированный видеосигнал с коллектора поступает на колебательный контур L1C4 в антенну.

Ток в точке А подбирается в пределах 30...35 мА. Правильно собранный передатчик работает сразу. В случае отсутствия генерации необходимо проверить напряжение на эмиттере транзистора VT1, причем напряжение на нем должно отличаться от напряжения на базе на 1...2 В в большую сторону. Передатчик следует питать от стабилизированного источника питания. Антенна должна иметь жесткую конструкцию, например типа телескопической. Вместо транзистора КТ603 можно использовать КТ608Б или другой, с подходящими параметрами. Передатчик желательно поместить в экран с целью уменьшения помех.

Вариант № 23

Прослушивающее устройство «Клоп» на 1.5 В

Предлагаемая схема предназначена для прослушивания переговоров в помещениях на небольшом расстоянии. Чувствительность микрофона хватает для уверенного восприятия слабого звука (шепот, тихий разговор) на расстоянии 3...4 метра от микрофона. Дальность действия устройства - около 50 метров (при длине антенны передатчика 30...50 см). Схему передатчика желательно уменьшить до минимальных размеров (чтобы его не было видно). При использовании устройства на небольших расстояниях (до 15 м) питание можно снизить до 1,5...3 В.

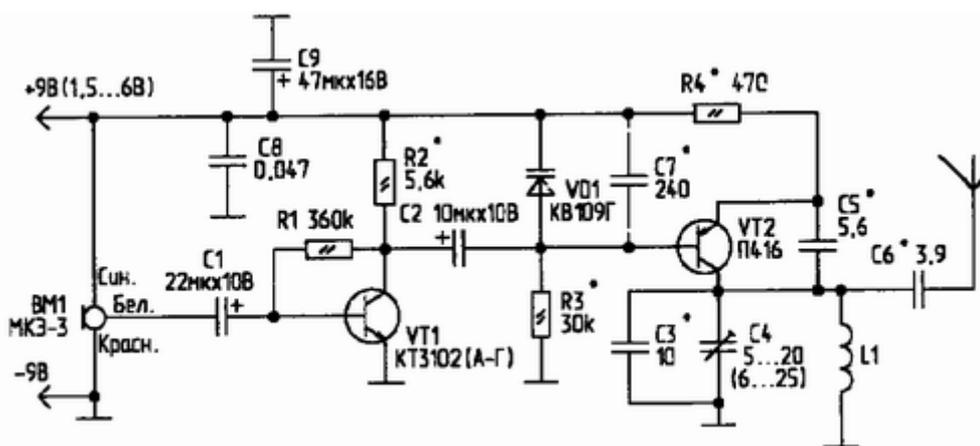


Рис. П.23. Прослушивающее устройство, схема электрическая

Рабочая частота передатчика - 66...74 МГц. Данные катушки L1 - 6 витков провода ПЭВ-2 0,5 мм и намотана на каркасе диаметром 4 мм с шагом намотки 1...1,5 мм. Частота генератора изменяется сдвиганием (раздвиганием) витков катушки L1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкиров, А.В. Проектирование электронных средств [Текст]: учеб. пособие / А.В. Башкиров, А.А. Соболев. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 185 с.
2. Конструирование радиоэлектронных средств [Текст] : учебник для вузов / В.Б. Пестряков и др; под ред. В.Б. Пестрякова. – М.: Радио и связь, 1992. 432 с.
3. Грачев, А.А. Конструирование электронной аппаратуры на основе поверхностного монтажа компонентов [Текст] / А.А. Грачев, А.А. Мельник, Л.И. Панов. – М.: НТ Пресс, 2006. – 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
1. Общие указания по выполнению практических занятий.....	2
2. Разработка вспомогательных элементов приборов	9
3. Защита изделий изоляционными материалами	23
Приложение. Исходные данные и варианты для выполнения практических заданий.....	32
Библиографический список.....	55

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям по дисциплине «Основы проектирования
приборов и систем» для студентов направления 200100.62
«Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)
для всех форм обучения

Составители: Астахов Николай Владимирович,
Башкиров Алексей Викторович

В авторской редакции

Компьютерный набор А.В. Башкиров

Подписано к изданию 18.11.2014.
Уч.- изд. л. 7,1.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14