**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Разработка технического задания

2. Литературно-патентный поиск

3. Анализ исходных данных и основные технические требования к разрабатываемой конструкции

3.1. Анализ климатических факторов

3.2. Анализ дестабилизирующих факторов

4. Выбор и обоснование элементной базы, унифицированных узлов, установочных изделий и материалов конструкции

4.1 Выбор и обоснование элементной базы

4.2 Выбор и обоснование унифицированных узлов и установочных изделий

4.3 Выбор материалов

5. Описание схемы электрической структурной, электрической принципиальной

5.1 Описание схемы электрической структурной

5.2 Описание схемы электрической принципиальной

6. Выбор и обоснование компоновочной схемы, методов и принципов конструирования

6.1 Выбор и обоснование компоновочной схемы

6.2 Выбор и обоснование методов конструирования

7. Выбор способов и методов теплозащиты, герметизации, виброзащиты и экранирования

7.1 Выбор способа теплозащиты

7.2 Выбор способов и методов герметизации

7.3 Выбор способов и методов экранирования

7.4 Выбор способов и методов виброзащиты

8. Расчет конструктивных параметров изделия

8.1 Компоновочный расчет блоков РЭС

8.2 Расчет теплового режима

8.3 Расчет надежности

8.4 Расчет механической прочности

8.5 Расчет конструктивно-технологических параметров печатной платы....

8.6 Расчет электромагнитной совместимости

9. Анализ и учет требований эргономики и технической эстетики

10. Мероприятия по защите от коррозии, влаги, электрического удара, электромагнитных полей и механических нагрузок

11. Технико-экономическое обоснование конструкции

Заключение

Литература

**ВВЕДЕНИЕ**

Производство РЭА в настоящее время развивается высокими темпами, находит все более широкое применение во многих областях народного хозяйства и в значительной мере определяет уровень научно-технического прогресса. Современная РЭА используется в радиолокации, радионавигации, системах связи, вычислительной технике, машиностроении, на транспорте, в физических, химических, медицинских и биологических исследованиях и т. д. В связи с этим возникает потребность в расширении функциональных возможностей РЭА и серьезном улучшении таких технико-экономических показателей как надежность, стоимость, габариты, масса. Эти задачи могут быть решены только на основе рассмотрения целого комплекса вопросов системо- и схемотехники, конструирования и технологии, производства и эксплуатации. Именно на стадиях конструирования и производства РЭА реализуются системо- и схемотехнические идеи, создаются изделия, отвечающие современным требованиям. Проектирование современной РЭА - сложный процесс, в котором взаимно увязаны принципы действия радиотехнических систем, - схемы и конструкции аппаратуры и технология ее изготовления. Требования, предъявляемые к РЭА, постоянно ожесточаются, а усложнение аппаратуры приводит к необходимости внедрения последних достижений науки и техники в разработку, конструирование и технологию РЭА. Радиоэлектроника немыслима сегодня без новой технической базы, в первую очередь, функциональной электроники и микроэлектроники. Создание интегральных микросхем , сверхбольших интегральных схем (СБИС), изделий функциональной микроэлектроники и многослойного монтажа позволило резко повысить надежность РЭА, уменьшить ее габариты, массу. Основное требование при проектировании РЭА состоит в том, чтобы создаваемое устройство было эффективнее своего аналога, т. е. превосходило его по качеству функционирования, степени миниатюризации и технико-экономической целесообразности. Современные методы конструирования должны обеспечивать: снижение стоимости, в том числе и энергоемкости; уменьшение объема и массы; расширение области использования микроэлектронной базы; увеличение степени интеграции, микроминиатюризацию межэлементных соединений и элементов несущих конструкций; магнитную совместимость и интенсификацию теплоотвода; взаимосвязь оператора и аппаратуры; широкое внедрение методов оптимального конструирования; высокую технологичность, однородность структуры; максимальное использование стандартизации. В данном дипломном проекте необходимо разработать конструкцию блока интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения. В ходе дипломного проектирования решаются следующие задачи:

* проводится разработка технического задания с точки зрения конструктора РЭА;
* анализируется схема электрическая принципиальная;
* обосновываются элементная база и материалы проектируемого изделия;
* проводится выбор базовой несущей конструкции;
* производится компоновочный расчет;
* на этапе разработки конструкции печатной платы выполняется расчет проводящего рисунка. Детально оценивается помехоустойчивость платы;
* анализируется тепловой режим;
* оценивается виброзащищенность и устойчивость конструкции в отношении механических воздействий;
* проводится расчет надежности;
* разрабатывается комплект конструкторской документации.

**1 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

**1.1 Цель и назначение разработки**

1.1.1 Целью разработки является изучение методов и приемов конструирования и автоматизации устройств и узлов РЭС различного назначения.

1.1.2 Назначение разработки - создание конструктивно законченного устройства на базе микропроцессорной техники.

1.1.3 Разработка должна обеспечить создание базовой модели блока интерфейсных адаптеров.

1.1.4 Дальнейшее развитие разработки должно выполняться путем создания модификаций базовой модели, отличающихся конфигурацией и изменениями функций на основе частных технических заданий.

1.1.5 Блок интерфейсных адаптеров предназначен для передачи информации от внешних устройств системы технического зрения на пульты операторов слежения, сопровождения и целеуказаний, а также с системы автоматического управления на внешние устройства.

**1.2 Основание для разработки**

1.2.1 Основанием для разработки является программа курса «КРЭА и АП» для вузов по специальности Т08.01, утвержденная Министерством образования Республики Беларусь 1995г.

**1.3 Наименование и область применения**

1.3.1 Блок интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения предназначен для использования в помещениях с повышенной влажностью и искусственно регулируемыми условиями (закрытые отапливаемые помещения).

1.3.2 Областью применения блока интерфейсных адаптеров является система технического зрения.

**1.4 Источники разработки**

1.4.1 Источниками разработки является схема электрическая принципиальная блока интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения.

1.4.2 Разработка блока интерфейсных адаптеров должна выполнятся на базе следующих патентов:

* сетевой контроллер, А.с. 1564641, Н 04 Q 9/00, СНГ, МКИ №18 1990г.;
* устройство преобразования и коммутации сигналов, А.с. 1566505, Н 04 Q 9/00, СНГ, МКИ №19 1990г.;
* устройство передачи и приема информации для интегрированной сети связи, А.с. 1734241, Н 04 Q 9/00, СНГ, МКИ №18 1992г.;
* система управления передачей данных, А.с. 1-23039, Н 04 Q 9/00, Япония, ИСМ №2 1990г.;
* система передачи данных, А.с. 1- 48719, Н 04 Q 9/14, Япония, ИСМ №6 1990г.;
* устройство управления доступом к общему каналу связи, А.с. 1598215, Н 04 Q 9/00, ФРГ, ИСМ №1 1991г.;

**1.5 Технические требования**

**1.5.1 Состав изделия и требования к конструктивному исполнению устройства**

1.5.1.1 Блок интерфейсных адаптеров должен содержать следующие составные части:

* преобразователь аналогово-цифровой;
* схема сопряжения с пультом оператора слежения;
* схема сопряжения с пультом оператора сопровождения;
* схема сопряжения с пультом оператора целеуказаний;
* адаптер ЭВМ;
* схема сопряжения с визиром видиообзора;
* схема сопряжения с АРЛС;
* модуль питания РТР-2008 (5 В, 20 А).

1. Блок интерфейсных адаптеров должен изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 21552 - 84, соответствовать требованиям настоящего ТЗ, ТУ и комплекта конструкторской документации.
2. Принцип построения блока интерфейсных адаптеров должен обеспечивать:

* взаимозаменяемость сменных одноименных составных частей;
* возможность построения и расширения, совершенствования и изменения технико-эксплуатационных характеристик;
* ремонтопригодность.

1.5.1.4 Габаритные размеры корпуса блока должны быть не более, м :

длина - 0,483;

ширина - 0,295;

высота - 0,264.

1. Масса блока должна быть не более 5 кг.
2. Конструктивно блок должен предусматривать установку в стойку по направляющим и закрепление в ней винтами.
3. Конструкция блока должна обеспечивать:

* удобство эксплуатации;
* возможность ремонта;
* доступ ко всем элементам, узлам, требующим регулирования или замены в процессе эксплуатации.

1. Структура блока и его конструктивное выполнение должны обеспечивать объединение составных частей в единый базовый конструктив.
2. Блок должен быть работоспособным при электропитании от однофазной сети переменного тока номинальным напряжением 220В и частотой переменного тока 50 Гц, при этом нормы качества электрической энергии при электропитании от государственной энергетической системы - по ГОСТ 13109-67.
3. Электрическая прочность изоляции блока интерфейсных адаптеров между токоведущими цепями, а также между токоведущими цепями и корпусом в нормальных климатических условиях эксплуатации должна обеспечивать отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий изоляции.
4. По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающей среды блок интерфейсных адаптеров должен соответствовать климатическому исполнению к категории размещения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.
5. Для антикоррозионной защиты поверхность деталей, сборочных единиц и блока в целом применять гальванические и лакокрасочные покрытия.

**1.5.2 Показатели назначения**

1. Потребляемая мощность блока, Вт, не более 30.
2. Скорость приема-передачи по каналу передачи

информации, Мбит/с 2.

1.5.2.3 Максимальное расстояние при скорости передачи

2 Мбит/с, м 120.

Допускается передача на большие расстояния при пропорциональном уменьшении скорости, но не менее 28800 бит/с.

1. Максимальное число подключаемых внешних устройств 14.
2. Каждая цепь взаимосвязи должна быть реализована так, чтобы она питалась напряжением со стороны приемника.

**1.5.3 Требования к надежности**

1. Показатели должны соответствовать заданным значениям при нормальных климатических условиях (температура окружающей среды +20°С, относительная влажность 60 %, атмосферное давление (84...1037)102 Па); с отклонениями напряжения сети 220В от +10% до -15% от номинального значения, частотой (50±1) Гц.
2. Средняя наработка на отказ, ч 121114.
3. Вероятность безотказной работы 0,9.
4. Среднее время восстановления, ч 0,5.
5. Коэффициент технического использования, не менее 0,95.
6. Средний срок службы - не менее 10 лет с учетом проведения восстановительных работ.
7. Средний срок сохраняемости (до ввода в эксплуатацию) - не менее 9 месяцев.
8. После восстановления работоспособности, по окончании ремонтно-восстановительных работ, изделие должно сохранять показатели назначения, изложенные в настоящем документе.

**1.5.4 Требования к технологическому и метрологическому обеспечению разработки, производства и эксплуатации**

1. Параметры блока интерфейсных адаптеров должны контролироваться с помощью стандартных измерительных приборов обслуживающим персоналом средней квалификации.
2. Требования к технологичности должны соответствовать ГОСТ 14.201-83.
3. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность выполнения монтажных работ с соблюдением требований технических условий на установку и пайку комплектующих изделий.
4. Конструкция изделия в целом и отдельных сложных узлов должна обеспечивать сборку при изготовлении без создания и применения специального оборудования.
5. При изготовлении блока интерфейсных адаптеров должны применяться стандартные методы и универсальные средства измерений, серийное испытательное оборудование. Допускается для проведения климатических проверок при технологическом прогоне применять специально приготовленную камеру или специально оборудованное оборудование.
6. Конструкция блока должна обеспечивать его сборку и монтаж при подготовке к эксплуатации без применения специальных оборудований, приспособлений и инструмента.

**1.5.5 Требования к уровню унификации и стандартизации**

1.5.5.1 Конструкция блока интерфейсных адаптеров должна быть оформлена в унифицированном корпусе для субблоков кассетного типа. Основой корпуса является каркас, образованный двумя литыми из алюминиевого сплава рамками, соединенными между собой продольными профилированными планками.

1. В качестве комплектующих единиц и деталей (коммутационные, установочные, крепежные, изделия электроники) должны применяться серийно выпускаемые изделия.
2. Сборочные единицы типа монтажных плат, панелей, крепежных и установочных узлов должны быть унифицированными.
3. В конструкции блока интерфейсных адаптеров должны быть заимствованы сборочные единицы, узлы и детали из ранее разработанных изделий.
4. Параметры уровня унификации и стандартизации блока должны быть следующими:

* коэффициент применяемости Кпр= 60 %.

**1.5.6 Требования безопасности и требования по охране труда**

1. Конструкцией блока интерфейсных адаптеров должна быть обеспечена безопасность персонала при эксплуатации. Общие требования электрической и механической безопасности по ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 25861-83.
2. Конструкция блока должна исключать попадание внутрь посторонних предметов.
3. По способу защиты человека от поражения электрическим током блок интерфейсных адаптеров должен быть изготовлен в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007-75 и ГОСТ 25861-83. Класс защиты - 2.
4. Меры защиты от поражения электрическим током должны соответствовать требованиям ГОСТ 25861-83 и ГОСТ 12.1.019-75.
5. В блоке интерфейсных адаптеров должна быть обеспечена защита от коротких замыканий.
6. Общие требования к обеспечению пожарной безопасности в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.004-85.

**1.5.7 Условия эксплуатации, требования к техническому**

**обслуживанию и ремонту**

1.5.7.1 Блок интерфейсных адаптеров должен быть выполнен для климатического исполнения УХЛ 4.2 согласно ГОСТ 15150-69 и нормально функционировать при следующих климатических условиях:

* верхнее значение температуры окружающей среды, °С +35;
* нижнее значение температуры окружающей среды, °С +10;
* относительная влажность воздуха при температуре +20°С, % 60.

1.5.7.2 Предельно допустимые условия эксплуатации блока интерфейсных адаптеров должны соответствовать:

* верхнее значение температуры окружающей среды, °С +40;
* нижнее значение температуры окружающей среды, °С +1;
* относительная влажность воздуха при температуре +25°С, % 80;
* атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84,0...107,0 (630...800).

1. Время подготовки блока интерфейсных адаптеров к использованию после транспортировки и хранения не должно превышать 10 минут.
2. Рабочий режим в блоке должен устанавливаться не более чем через 3 минуты после включения.
3. К обслуживанию блока интерфейсных адаптеров должны допускаться лица прошедшие подготовку и имеющие квалификационную группу не ниже второй по работе на электроустановках с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности.
4. **Эстетические и эргономические требования**

1.5.8.1 Блок интерфейсных адаптеров должен отвечать общим требованиям эстетики по ГОСТ 24750-81.

**1.5.9 Требования к маркировке и упаковке**

1. Маркировка должна наносится на табличку, прикрепленную к корпусу блока интерфейсных адаптеров и изготовленную в соответствии с требованиями ГОСТ 12969-67 и ГОСТ 12971-67.
2. Маркировку выполняют любым способом. Способ и качество выполнения маркировки должно обеспечивать четкое и ясное изображение ее в течении срока службы блока интерфейсных адаптеров.
3. Маркировка должна содержать:

* наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
* шифр и условное обозначение блока интерфейсных адаптеров;
* порядковый номер блока интерфейсных адаптеров по системе нумерации предприятия-изготовителя;
* дату изготовления (год и месяц).

1.5.9.4 Маркировка потребительской тары с изделием должна содержать:

* наименование предприятия-изготовителя;
* наименование и условное обозначение изделия;
* год и месяц упаковки.

1. Упаковка должна выполняться в виде картонного ящика с вкладышами из пенополиуретана.
2. Упаковка должна обеспечивать сохранность изделия при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании, хранении и необходимую защиту от внешних воздействий.
3. Каждое изделие в упаковке должно фиксироваться в транспортной таре.

**1.5.10 Требования к транспортировке и хранению**

1. Блок интерфейсных адаптеров в упаковке предприятия-изготовителя транспортируют на любое расстояние автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), авиационным транспортом (в герметизированных отсеках самолетов), водным транспортом (в трюмах судов). Транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта.
2. Условия транспортирования блока интерфейсных адаптеров в таре для транспортирования должны быть:

* температура окружающего воздуха, °С -50...+50;
* относительная влажность воздуха при +30°С, % 95;
* атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84,0...107,0 (630...800).

1. Размещение и крепление упакованных изделий в транспортных средствах должно обеспечивать их устойчивое положение, исключить возможность ударов их друг о друга.
2. Блок интерфейсных адаптеров должен храниться в упаковке в складских помещениях у изготовителя и потребителя при температуре воздуха 5...35°С и относительной влажности воздуха не более 85 %. В помещениях для хранения не должно быть агрессивных примесей (паров, кислот, щелочей), вызывающих коррозию.
3. Изделие следует хранить на стеллажах.
4. Расстояние между стенами, полом хранилища и изделием должно быть не менее 100мм, а между отопительными устройствами не менее 0,5м.

**1.6 Экономические показатели**

1. Сравнительные характеристики разрабатываемого изделия на основе источников разработки.
2. Предполагаемый годовой выпуск до 25 тыс. в год.

**1.7 Порядок контроля и приемки**

1. Для приемки работы на этапе проведения испытаний необходимо предоставить три образца блока интерфейсных адаптеров.
2. Испытания должны проводиться по программе и методике испытаний.
3. Для приемки предоставляются следующие документы:

* техническое задание;
* комплект конструкторской документации;
* ведомость покупных изделий;
* программа и методика испытаний;
* эксплуатационные документы;
* программа метрологической аттестации;
* методики проверки.

1. Приемочные испытания проводят разработчик, приемосдатчик, изготовитель.
2. В случае несоответствия основных параметров блока интерфейсных адаптеров, его отправляют в ремонт. После ремонта проводят проверку и настройку блока интерфейсных адаптеров.
3. Аттестацию опытного образца проводит разработчик с участием заказчика.

**2 ЛИТЕРАТУРНО - ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК**

**2.1 Патентный поиск**

В данном разделе проводится патентный поиск на разрабатываемую конструкцию блока интерфейсных адаптеров глубиной 7 лет, начиная с 1997 года по странам СНГ и зарубежным странам, которые являются ведущими в области радиоэлектронной промышленности.

Автором [1] предлагается сетевой контроллер, содержащий линейный узел, преобразователь кода, входной регистр, узел проверки информации по паритету, выходной регистр, мультиплексор условий приема-передачи, блок микропрограммного управления приема-передачи, блок постоянной памяти микропрограмм приема-передачи, конвейерный регистр приема-передачи, тактовый генератор.

Рассматриваемое устройство отличается тем, что с целью повышения скорости передачи информации и расширения протокольных функций контроллера, в него введены регистр приема, регистр передачи, мультиплексор условий обработки, блок микропрограммного управления обработки, блок постоянной памяти микропрограмм обработки, конвейерный регистр обработки, блок постоянной памяти уставок, процессор, регистр адреса, блок буферной памяти приема-передачи.

В работе [2] рассматривается устройство передачи и приема информации, содержащее приемник и передатчик, к управляющему входу которого подключен первый выход блока управления, блок выделения синхроимпульсов и дешифратор адреса получателя, входы которых объединены и подключены к выходу приемника, а также блок памяти и блок буферной памяти.

Устройство отличается тем, что с целью повышения пропускной способности путем обеспечения приема и передачи информации в режимах коммутации каналов сообщений и пакетов, дешифратор начала канального интервала, дешифратор сигналов типа коммутации, последовательно соединенные счетчик, первый и второй регистры сдвига, элемент ИЛИ, счетчик канальных интервалов, регистр состояния источника и мультиплексор, регистр адреса источника подключены к выходу приемника, другой выход которого подключен к первому информационному входу передатчика.

В патенте [3] рассматривается устройство преобразования и коммутации сигналов. Предлагаемое устройство содержит группу каналов, каждый из которых содержит группу входных преобразователей кода, информационные входы которых являются входами устройства для подключения к входящим линиям связи, группу блоков фиксации времени, блок памяти адресов, информационные входы которого соединены с входом управления устройства, блок обслуживания трактов.

Отличительной особенностью является то, что с целью упрощения устройства, в него введены блок служебных сигналов, блок выдачи сигналов, регистр, блок преобразования сигналов, блок коммутации и счетчик записи.

Автором [4] рассматривается устройство для опроса информационных датчиков, содержащее генератор тактовых импульсов, n узлов опроса, каждый из которых содержит последовательно соединенные блок учета времени обработки информации, триггер, первый и второй элементы И, коммутационный элемент, ждущий мультивибратор.

Предлагаемое устройство отличается тем, что с целью увеличения числа опрашиваемых датчиков при сохранении достоверности передачи информации, введены последовательно соединенные второй триггер, первый вход которого соединен с выходом первого элемента ИЛИ, и элемент И, выход которого соединен со вторым входом первого ключа.

Устройство коммутации асинхронных разноскоростных дискретных сигналов, рассматриваемое в работе [5], содержит N регистров исходящих линий, первый выход каждого из которых через соответствующий из N блоков сравнения соединен с первым входом соответствующего из N триггеров, второй вход каждого из N блоков сравнения соединен с выходом соответствующего из N счетчиков, а также блок памяти адресов.

Отличительной особенностью устройства коммутации является то, что с целью исключения потерь информации при коммутации, введены блок памяти информации, блок записи, блок чтения, блок управления коэффициентом деления, блок синхронизации и блок блокировки.

В работе [6] предлагается система управления передачей данных. В системе циклический доступ к контрольным и управляющим терминалам, соединенным с главной панелью управления через линию связи и обладающими отдельными специфическими каналами, производится посредством сигнала передачи F, состоящего из стартового сигнала S, контрольного сигнала C, сигнала L управления и интервала T контрольного сигнала.

Система отличается тем, что к каждому терминалу подключены соответствующие переключатели. В случае изменения хотя бы одного из выходных сигналов переключателей формируются контрольные данные, после чего эти денные временно запоминаются. При совпадении посланного от панели сигнала С с местным каналом терминал посылает запомненные контрольные данные на панель.

В патенте [7] рассматривается связная коммутационная сеть для сигналов изображения и данных, содержащая блок коммутации, в который входят синхронный и асинхронный узлы. Предусматривается подключение к этим узлам (через линии пакетной связи непосредственно) абонентов с синхронными и асинхронными блоками.

Отличительной особенностью является то, что у абонентов исходящие пакеты снабжаются маркировочным сигналом в соответствии с их происхождением от оконечных блоков с прерывным цифровым возникновением связи. На входе коммутационного блока имеются блок изменения направления и реагирующий на упомянутый маркировочный сигнал детектор, с помощью которого пакеты направляются к синхронной или асинхронной частям коммутационного блока.

В системе передачи данных, предлагаемой автором [8], центральный процессор 1 соединен с блоком управления передачей 2, в который поступают выходные сигналы с таймера 4 и который соединен каналом передачи данных 10 с множеством терминалов 9, соединенных с таймерами 5 и аппаратурой 6. В блоке 2 имеется второй блок памяти, запоминающий все содержимое первого блока памяти. Временные сигналы, данные управления передаются битсерийно в постоянные интервалы времени между блоком 2 и терминалами 9.

Структурная схема системы передачи данных приведена на рисунке 2.1

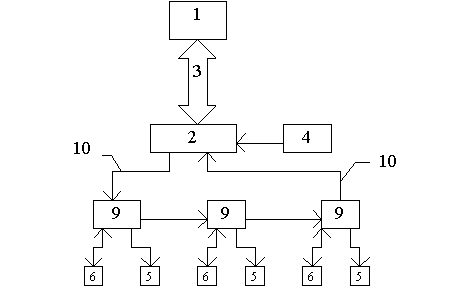


Рисунок 2.1 - Структурная схема системы передачи данных

Автором [9] предлагается устройство управления доступом к общему каналу связи. Изобретение относится к передаче дискретной информации и может найти применение в системах связи и вычислительных системах с общим каналом связи, а также в системах телеметрии, телеуправления и телесигнализации. Целью изобретения является повышение пропускной способности канала связи. Поставленная цель достигается путем введения мультиплексора, блока ключей, четвертого элемента ИЛИ, пятого элемента ИЛИ, распределителя импульсов, второго инвертора, четвертого элемента И, пятого элемента И и абонентских каналов. Если на выходе терминала нет сигнала, импульсы продолжают опрос очередного терминала. Если на выходе следующего терминала имеется сигнал, этот сигнал преобразуется без задержки и передается в линию связи.

В работе [10] рассматривается система контроля и управления. Система содержит центральное устройство и один или несколько терминалов, подключенных к центральному устройству через общую линию передачи таким образом, что устройство может получить доступ к терминалам путем адресного опроса. Каждый терминал имеет устройство для установки адреса, содержащего определенное число битов. Центральное устройство может передавать адресные данные на терминалы. Количество битов адресных данных может изменяться в определенных пределах, не превышающих числа битов определенного адреса. Каждый терминал имеет схему, сравнивающую адресные данные с частью определенного адреса, имеющей то же число битов, что и адресные данные, переданные от центрального устройства. При совпадении этих данных устанавливается связь с данным терминалом.

В патенте [11] рассматривается система управления устройством телеконтроля. При включении питания периферийного терминала системы телеконтроля функциональный режим терминала устанавливается в соответствии с данными, считанными с запоминающего устройства.

При приеме светового установочного сигнала от центрального контроллера установочный код, содержащийся в этом сигнале, проверяется на соответствие коду, записанному в ЗУ, далее они считываются из этого ЗУ и передаются по каналу к центральному контроллеру, где отображаются на дисплее, что позволяет пользователю осуществлять их контроль.

Автором [12] предлагается система телеуправления. Для телеуправления (ТУ) нагрузками местных контроллеров 21, 22,... с центрального пульта 1 достаточна подача инструкции ТУ от пульта 1 на центральный интерфейс 5 по командной шине 4. В этом случае, основываясь на указанной инструкции, интерфейс 5 передает заранее определенные информационные посылки к терминальным интерфейсам 3, подключенным к общей шине данных 6. Поскольку вся обработка данных при информационном обмене выполняется центральным интерфейсом 6, а от пульта 1 требуется только подача инструкции ТУ, объем обрабатываемой информации на центральном пульте существенно сокращается.

Структурная схема системы телеуправления представлена на рисунке 2.2

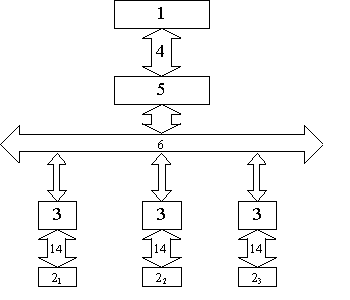


Рисунок 2.2 - Структурная схема системы телеуправления

Разрабатываемый блок интерфейсных адаптеров отличается тем, что с целью повышения скорости доступа к передаваемой информации последовательный опрос заменен одновременным опросом сразу всех внешних устройств. Это приводит к некоторому увеличению потребляемой мощности, однако получаемый выигрыш в скорости получения информации позволяет пренебречь этим недостатком. В блоке также предусмотрена возможность подключения дополнительных интерфейсных адаптеров без ухудшения основных характеристик.

**2.2 Литературный обзор**

Разрабатываемый блок интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения предназначен для обеспечения взаимосвязи между пультом оператора и внешними устройствами системы технического зрения. К внешним устройствам системы технического зрения относятся РЛС, визир внешнего обзора, система реального времени и т.д.

Конкретно, в блоке интерфейсных адаптеров разрабатывается адаптер АРЛС. Одна из основных задач, выполняемых современной РЛС, состоит в обнаружении цели и вычислении параметров ее траектории. Таким образом, РЛС - это инструмент, который позволяет во время полета цели в зоне действия станции определить координатные и сигнальные характеристики цели.

В зависимости от типа РЛС координатными характеристиками могут быть самые различные параметры: прямоугольные либо сферические координаты, радиальная скорость, угловые составляющие скорости и т.д. Параметры траектории являются выходными данными, и точность их определения - одна из основных характеристик РЛС.

Дополнительные трудности оценки параметров траектории возникают при входе космических и баллистических объектов в плотные слои атмосферы. При этом происходит их торможение, скорость которого зависит от баллистического коэффициента.

Развитие воздушно-космических средств различного назначения ставит перед РЛС новые специфические задачи, выходящие за рамки обнаруженеия объектов и определения их местоположения в пространстве. К таким задачам, для решения которых требуется информация о сигнальных характеристиках, следует отнести, например, определение типа летательного объекта, селекцию баллистических целей, опознавание космических объектов. Важными также являются задачи исследования физических процессов, протекающих при движении баллистических и космических объектов, и обеспечения их испытаний.

В основе обнаружения и распознования целей по сигнальным характеристикам лежит явление вторичного излучения, т.е. рассеяние части падающей энергии из-за наличия резкой границы изменения проводимости, диэлектрической постоянной или магнитной проницаемости среды.

В настоящее время за рубежом большое значение отводится радиопротиводействию станциям, осуществляемому с помощью искусственых помех. К искусственным относятся все помехи, создаваемые преднамеренно для нарушения нормальной работы РЛС.

Для автоматизации работы РЛС применяют ЭВМ. Она решает все основные задачи по управлению станцией: управляет лучом РЛС, осуществляет обработку радиолокационной информации, селекцию и иденцификацию целей, выдает в требуемом в виде информацию потребителю и др.

Таким образом, в современных сложных РЛС применяют полностью автоматизированную систему обработки радиолокационной информации с помощью ЭВМ. При этом как автоматизированное обнаружение и оценка координат целей, так и обнаружение траекторий и слежение за траекториями целей с помощью ЭВМ является неотъемлемой частью процесса функционирования РЛС.

В последнее время в связи с созданием быстродействующих ЭВМ в радиолокации предпочтение отдается цифровым методам обработки сигналов, т.е. цифровой фильтрации и спектральному анализу. При этом обработка сигналов производится в реальном масштабе времени на ЭВМ и, следовательно, исключаются все сложности, связанные с точностью изготовления и стабильностью аналоговых фильтров.

**3 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**3.1 Анализ климатических факторов**

Изделия должны сохранять свои параметры в пределах норм, установленных техническими заданиями, стандартами или техническими условиями в течение сроков службы и сроков сохраняемости, указанных в техническом задании после или в процессе воздействия климатических факторов, значения которых установлены ГОСТ 15150-69.

Изделия предназначают для эксплуатации в одном или нескольких макроклиматических районах и изготавливают в различных климатических исполнениях.

Разрабатываемое устройство предназначено для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатами.

К макроклиматическому району с умеренным климатом относятся районы, где средняя из абсолютных максимумов температура воздуха равна или ниже + 40 °С, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха равна или выше - 45 °С.

К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже - 45 °С.

Исходя из вышесказанного, блок интерфейсных адаптеров будет изготавливаться в климатическом исполнении УХЛ.

Следует отметить, что изделия в исполнении УХЛ могут эксплуатироваться в теплом влажном, жарком сухом и очень жарком сухом климатических районах по ГОСТ 16350-80, в которых средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 40 °С, и сочетание температуры, равной или выше О °С, и относительной влажности, равной или выше 80%, наблюдается более 1 часов в сутки за непрерывный период более двух месяцев в году.

Изделия в различных климатических исполнениях в зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде на высотах до 4300 м изготавливают по категориям размещения изделий.

Разрабатываемый блок интерфейсных адаптеров предназначен для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, ветра, песка, пыли наружного воздуха, отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги) , а конкретнее - в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях. Следовательно, блок интерфейсных адаптеров относится к категории исполнения 4.2.

Нормальные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации изделий принимают равными следующим значениям:

* верхнее рабочее значение температуры окружающего

воздуха при эксплуатации, °С + 35;

* нижнее рабочее значение температуры окружающего

воздуха при эксплуатации, °С +10;

* верхнее предельное рабочее значение температуры

окружающего воздуха при эксплуатации, °С +40;

* нижнее предельное рабочее значение температуры

окружающего воздуха при эксплуатации, °С +1;

* величина изменения температуры окружающего воздуха

за 8 ч., °С 40;

* верхнее значение относительной влажности при 25 °С, % 80;
* среднегодовое значение относительной влажности при 20 °С, %60;
* среднегодовое значение абсолютной влажности, гм 10;
* верхнее рабочее значение атмосферного

давления, кПа (мм рт. ст.) 106,7 (800);

* нижнее рабочее значение атмосферного

давления, кПа (мм рт. ст.) 86,6 (650);

* нижнее предельное рабочее значение атмосферного

давления, кПа (мм рт. ст.) 84,0 (630).

Указанное верхнее значение относительной влажности воздуха нормируется также при более низких температурах; при более высоких температурах относительно влажность ниже.

Так как нормированное верхнее значение относительной влажности 80%, то конденсация влаги не наблюдается.

Содержание в атмосфере на открытом воздухе коррозионно-активных агентов:

* сернистый газ, мг/м, не более 0,025;
* хлориды, мг/м, не более 0,00035.

Содержание коррозионно-активных агентов в атмосфере помещений категории 4 в 2-5 раз меньше указанного и устанавливается на основании измерений, но так как данные измерений отсутствуют, то содержание коррозионно-активных агентов принимаем равным 30 % указанного.

За нормальные значения факторов внешней среды при испытаниях изделия (нормальные климатические условия испытаний) принимаются следующие:

* температура, °С +25±10;
* относительная влажность воздуха, % 45...80;
* атмосферное давление, мм рт. ст. 630...800.

Так как блок интерфейсных адаптеров предназначен для работы в нормальных условиях, в качестве номинальных значений климатических факторов указанные выше принимают нормальные значения климатических факторов указанные выше.

За эффективную температуру окружающей среды (при тепловых расчетах) принимается максимальное значение температуры.

За эффективные значения сочетания влажности и температуры при расчетах параметров изделия, изменение которых вызывается сравнительно длительными процессами, принимаются среднемесячные значения сочетаний влажности и температуры в наиболее теплый и влажный период (с учетом продолжительности их воздействия ).

За эффективные значения концентрации агрессивной среды принимают среднее логарифмическое значение содержания коррозионно-активных агентов, соответствующего данному типу атмосферы.

За эффективное значение давления воздуха принимается среднее значение давления.

Группа условий эксплуатации по коррозионной активности для металлов и сплавов без покрытий, а также с неметаллическими и неметаллическими неорганическими покрытиями - 1.

Группа условий эксплуатации в зависимости от климатического исполнения к категории размещения изделия (УХЛ 4.2) - 1.

Условия хранения изделий определяются местом их размещения, макроклиматическим районом и типом атмосферы и характеризуется совокупностью климатических факторов, воздействующих при хранении на упакованные или законсервированные изделия. Согласно ГОСТ 15150-69, для проектируемого изделия удовлетворительными являются условия хранения в отапливаемых и вентилируемых складах, хранилищах с кондиционированием воздуха, расположенных в любых макроклиматических районах.

Обозначения такого хранилища: основное - 1, буквенное - Л, текстовое “отапливаемое хранилище”. Климатические факторы, характерные для данных условий хранения:

* температура воздуха, °С +5...+40;
* максимальное значение относительной влажности

воздуха при +5 °С, % 80;

* среднегодовое значение относительной влажности

воздуха при 20 °С, % 60;

* пылевое загрязнение незначительно;
* действие солнечного излучения, дождя, плесневых грибков отсутствует.

Условия транспортирования данного изделия являются такими же, как и условия хранения 5. Транспортировка осуществляется в закрытых транспортных средствах, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе.

Климатические факторы, характерные для данных условий транспортировки:

* температура воздуха, °С -50...+50;
* максимальное значение относительной влажности

воздуха при -50 °С, % 100;

* среднегодовое значение влажности воздуха при 20 °С, % 60;
* пылевое загрязнение незначительно.

**3.2 Анализ дестабилизирующих факторов**

По ГОСТ 11478 - 88 аппаратуру в зависимости от условий эксплуатации подразделяют на 4 группы. Разрабатываемое устройство относится к группе 1 (условия эксплуатации - в лабораторных, капитальных жилых и других подобных помещениях).

На аппаратуру этой группы действуют следующие дестабилизирующие факторы:

* синусоидальные вибрации;
* различные механические воздействия при транспортировке;
* пониженная и повышенная температура среды;
* повышенная влажность воздуха;
* воздействие пыли.

Для того чтобы выяснить, как поведет себя аппаратура при воздействии этих факторов, а также для проверки соответствия ее установленным в техническом задании требованиям, проводят испытания аппаратуры на воздействие внешних механических и климатических факторов.

Испытания, проводимые для данной группы аппаратуры и значения механических и климатических факторов, которые она должна выдерживать, указаны в ГОСТ 11478-88.

При испытании на воздействие пониженной температуры среды и повышенной влажности в ТЗ на аппаратуру допускается по согласованию с заказчиком устанавливать значения рабочей пониженной температуры и относительной влажности, отличное от указанных в ГОСТ 11478-88.

При испытании на воздействие пониженной температуры среды и повышенной влажности в ТЗ на аппаратуру допускается по согласованию с заказчиком устанавливать значения рабочей пониженной температуры и относительной влажности, отличное от указанных в ГОСТ 11478-88.

Испытания рекомендуется проводить на одних и тех же образцах аппаратуры в следующей последовательности:

* механические испытания;
* испытание на воздействие повышенной температуры среды;
* испытание на воздействие повышенной влажности;
* испытание на воздействие пониженной температуры среды.

Испытания на воздействие пыли и на прочность при падении рекомендуется проводить на образцах аппаратуры, которые не подвергались испытаниям других видов.

Испытание включает следующий ряд операций, проводимых последовательно:

* начальная стабилизация (если требуется);
* начальные проверки и начальные измерения (если требуется);
* выдержка;
* конечная стабилизация (если требуется);
* заключительные проверки и измерения (если требуется).

До и после испытания значения параметров и характеристик должны соответствовать требованиям для нормальных климатических условий, установленных в стандартах на аппаратуру.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если:

* не нарушена сохранность внешнего вида;
* после испытания характеристики и параметры аппаратуры соответствуют требованиям, установленным в стандартах или ТУ на аппаратуру и в ПИ для испытаний данного вида.

**4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, УНИФИЦИРОВАННЫХ УЗЛОВ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ**

**4.1 Выбор и обоснование элементной базы**

Выбор элементной базы проводится на основе схемы электрической принципиальной с учетом требований изложенных в техническом задании. Эксплуатационная надежность элементной базы во многом определяется правильным выбором типа элементов при проектировании (блока интерфейсных адаптеров) и использовании в режимах, не превышающие допустимые. Следует отметить, что ниже рассматриваются допустимые режимы работы и налагаемые при этом ограничения в зависимости от воздействующих факторов лишь с точки зрения устойчивой работы самих элементов, не касаясь схемотехники и влияния параметров описываемых элементов на другие элементы.

Влияние Э.Д.С. шумов, коэффициентов нелинейности, паразитных емкости и индуктивности и др., должны учитываться дополнительно исходя из конкретных условий применения.

Для правильного типа элементов необходимо на основе требований к установке в части климатических, механических и др. воздействий проанализировать условия работы каждого элемента и определить:

* эксплуатационные факторы (интервал рабочих температур, относительную влажность окружающей среды, атмосферное давление, механические нагрузки и др.);
* значения параметров и их допустимые изменения в процессе эксплуатации (номинальное значение, допуск, сопротивление изоляции, шумы, вид функциональной характеристики и др.);
* допустимые режимы и рабочие электрические нагрузки (мощность, напряжение, частота, параметры импульсного режима и т.д.);
* показатели надежности, долговечности и сохраняемости;
* конструкцию выбираемого элемента, способ монтажа, габаритные размеры и массу.

Ниже приведено подробное описание выбранных (с учетом ранее сказанного) элементов и их типов.

**4.1.1 Выбор конденсаторов**

**Конденсатор К10-17А**

Конденсаторы типа К10-17А с неорганическим диэлектриком, низковольтовые. Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Конструктивно конденсаторы выполнены изолированными. Выпускаются двух типов.

***Допустимые воздействующие факторы при эксплуатации****:*

Вибрационные нагрузки:

* диапазон частот, Гц 1...3000;
* ускорение, м/с, (g), не более 147(15).

Многократные ударные нагрузки:

* ускорение, м/с, (g), не более 1471(150);
* длительность удара, мс 1...3.

Одиночные ударные нагрузки:

* ускорение, м/с, (g), не более 4905(500);
* длительность удара, мс 1...2.

Линейные нагрузки с ускорением, м/с, (g), не более 490(50).

Акустические шумы:

* диапазон частот, Гц 50...10000;
* уровень звукового давления, дБ, не более 150.

Температура окружающей среды, °С

* верхнее значение +85;
* нижнее значение -60.

Относительная влажность воздуха, % , не более,

при температуре +25°С (исп. УХЛ) 98.

Пониженное атмосферное давление, Па (мм рт. ст.) 0,00013 (10-6).

***Основные технические данные***

Тангенс угла потерь: К10-17А Н90 0,035;

К10-17А М1500, М47 0,0015.

Сопротивление изоляции, МОм: К10-17А Н90 1000;

К10-17А М1500, М47 10000.

Постоянная времени, МОммкФ: К10-17А Н90 75;

К10-17А М1500, М47 250.

Срок сохраняемости, лет 12.

Допускаемая реактивная мощность, ВАР: К10-17А Н90 0,06...2;

К10-17А М1500, М47 1...40.

**Конденсатор К53-4А**

Конденсатор типа К53-4А ниобиевые оксидно-полупроводниковые предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока. Конструктивно выполнены в цилиндрическом герметизированном корпусе.

***Допустимые воздействующие факторы при эксплуатации****:*

Вибрационные нагрузки:

* диапазон частот, Гц 5...5000;
* ускорение, м/с2, (g), не более 40(7,5).

Многократные ударные нагрузки:

* ускорение, м/с2, (g), не более 1500;
* длительность удара, мс 1,3.

Одиночные ударные нагрузки:

* ускорение, м/с2, (g), не более 4905(500);
* длительность удара, мс 1...2.

Линейные нагрузки с ускорением, м/с2, (g), не более 500(50).

Акустические шумы:

* диапазон частот, Гц 50...10000;
* уровень звукового давления, дБ, не более 150.

Температура окружающей среды,°С

* верхнее значение +85;
* нижнее значение -60.

Относительная влажность воздуха, % , не более,

при температуре +25°С 98.

Пониженное атмосферное давление, Па (мм рт. ст.) 0,00013 (10-6).

***Основные технические данные***

Тангенс угла потерь: 15...20.

Ток утечки, мкА: 5...50.

Срок сохраняемости, лет 12.

**4.1.2 Выбор резисторов**

**Резистор С2-23**

Резисторы типа С2-23 с металлоэлектрическим проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Относятся к неизолированным резисторам.

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 1,5.

***Условия эксплуатации резисторов*** :

Температура окружающей среды,°С

* верхнее значение +75;
* нижнее значение -60.

Относительная влажность окружающего воздуха при температуре

40 °С, % 98.

Пониженное атмосферное давление, Па (мм рт.ст.) 0,00013 (10-6).

Вибрация:

* ускорение, м/c2, (g) 147(15);
* диапазон частот, Гц 5...600.

Удары:

* ускорение, (g), не более 150;
* количество 4000.

Линейные нагрузки:

* с ускорением, (g), не более 200;

Минимальная наработка на отказ, ч 40000.

**Резистор СП3-19А-0,5**

Резисторы типа СП3-19А-0,5 подстроечные одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы. Предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Изготавливаются в цилиндрическом корпусе для печатного монтажа.

Номинальная мощность, Вт 0,5.

ТКС, 1/°С ±25010-6.

Минимальное сопротивление, Ом, не более 1.

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 5.

***Предельные эксплуатационные данные***:

Температура окружающей среды, °С

* верхнее значение +75;
* нижнее значение -60.

Относительная влажность воздуха при температуре +35°С, % 98.

Пониженное атмосферное давление, Па (мм рт.ст.) 0.00013 (10-6).

Предельное рабочее напряжение, В 150.

Износоустойчивость, циклов 500.

Угол поворота подвижной системы, град 265.

Момент статического трения подвижной системы, мНН 2,5...14,7.

Минимальная наработка при номинальной электрической на-

грузке при температуре +55°С, ч 20000.

Срок сохраняемости, лет 12.

**4.1.3 Выбор микросхем**

**Микросхемы серии К1533**

Микросхемы серии К1533 - ТТЛШ логика. Работают при напряжении питания Uпит=5В±10%. Имеют улучшенные электрические параметры: значительно снижен входной ток низкого уровня I0вх, увеличено пороговое входное напряжение до 1,5В и оно зафиксировано.

Электрические параметры каждого типа микросхем К1533 рассмотрим в отдельности. Эксплуатационные характеристики приведены в таблице 4.1.

**Микросхема К1533 АП5**

Микросхема К1533 АП5 является буферным элементом. Она содержит буферные усилители без инверсии (два канала по четыре усилителя). Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 АП6**

Микросхема К1533 АП6 является буферным усилителем формирователем, содержит восемь двунаправленных шинных усилителей с тремя состояниями выходов. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ЛА2**

**Микросхема К1533 ЛА3**

Микросхема К1533 ЛА2, микросхема К1533 ЛА3 выполняют логическую функцию mИ-НЕ (m-число входов). Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ЛИ1**

Микросхема К1533 ЛИ1 выполняет логическую функцию mИ. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ЛЕ1**

Микросхема К1533 ЛЕ1 выполняет логическую функцию mИЛИ-НЕ. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ЛЛ1**

Микросхема К1533 ЛЛ1 выполняет логическую функцию mИЛИ. Содержит четыре двухвходовых элемента ИЛИ. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ЛН1**

Микросхема К1533 ЛН1- инвертор, выполняет логическую операцию НЕ. Содержит шесть инверторов.

**Микросхема К1533 ЛП5**

Микросхема К1533 ЛП5 содержит двухвходовые элементы «исключающее ИЛИ». Применяется как сумматор по модулю 2 или используется для задержки импульсов. Такой элемент включают как фазовый компаратор. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ТЛ2**

Микросхема К1533 ТЛ2 содержит шесть инвертирующих усилителей с порогом Шмитта. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ТМ2**

Микросхема К1533 ТМ2 содержит два независимых комбинированных D-триггера, имеющих общую цепь питания. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ТМ8**

Микросхема К1533 ТМ8 содержит четыре D-триггера. Имеет общие входы синхронного сброса R и входы синхронизации С. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 АГ3**

Микросхема К1533 АГ3 содержит два ждущих мультивибратора с возможностью перезапуска. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ИЕ7**

Микросхема К1533 ИЕ7 содержит четырехразрядный реверсивный двоичный счетчик с предварительной записью. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ИР33**

Микросхема К1533 ИР33 представляет собой восьмиразрядный буферный регистр. Построен на D-триггерах, имеет восемь входов данных D0...D7 и восемь выходов Q0...Q7. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ИР37**

Микросхема К1533 ИР37 представляет собой восьмиразрядный буферный регистр с тремя состояниями на выходе (Z-состояние) и импульсным управлением (вход С прямой динамический, переключение положительным перепадом тактового импульса). Построен на D- триггерах и имеет восемь входов данных D0...D7 и восемь выходов данных Q0...Q7. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ИД7**

Микросхема К1533 ИД7 представляет собой двоично-десятичный дешифратор-демультиплексор, преобразующий трехразрядный код А0...А2 в напряжение низкого уровня, появляющееся на одном из восьми выходов 0...7. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема К1533 ИП7**

Микросхема К1533 ИП7 содержит четыре двунаправленных шинных усилителя без инверсии. Усилители имеют входные пороги, аналогичные триггеру Шмитта. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема КР590 КН2**

Микросхема КР590 КН2 представляет собой восьмиканальный коммутатор с дешифратором на МОП-транзисторах для коммутации напряжений от -5 до +5В. Напряжение источника питания +5В±10%. Эксплуатационные характеристики приведены в таблице 4.1. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

**Микросхема КР1401 УД2**

Микросхема КР1401 УД2 представляет собой операционный усилитель, работающий при напряжении питания +5В±10%. Эксплуатационные характеристики приведены в таблице 4.1. Электрические характеристики приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.1 - Эксплуатационные характеристики микросхем

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| тип микро-схем | интервал рабочих температур,°С | относительная влажность воздуха 98% при температуре, °С | вибрация | | многократные удары с ускорением, g | линейная нагрузка с ускорением, g |
|  |  |  | диапазон частот,Гц | ускоре-ние, g |  |  |
| К1533 | -45...+85 | 25 | 1...2000 | 10 | 75 | 50 |
| К1401 | -30...+70 | 25 | 1...600 | 10 | 75 | 50 |
| КР590 | -45...+75 | 25 | 1...600 | 10 | 75 | 50 |

Таблица 4.2 - Электрические характеристики микросхем

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| тип  микросхемы | U0вых, не >, В | U1вых, не <, B | I0вх, не>, мА | | I1вх, не>, мА | I1пот, не>, мА | t1,0зд.р, не>, нс | t0,1зд, не>, нс |
| К1533 АП5 | 0,4 | 2,0...2,4 | -0,15 | | 0,02 | 15 | 13 | 13 |
| К1533 АП6 | 0,4 | 2,0...2,4 | -0,2 | | 0,02 | 70 | 18 | 18 |
| К1533 ИЕ7 | 0,4 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 10 | 8 | 8 |
| К1533 АГ3 | 0,5 | 2,7 | -0,4 | 0,02 | | 20 | 56 | 45 |
| К1533 ИД7 | 0,48 | 2,9 | -0,36 | 0,02 | | 10 | 41 | 27 |
| К1533 ИП7 | 0,4 | 2,4 | -0,2 | 0,02 | | 30 | 15 | 15 |
| К1533 ИР33 | 0,4 | 2,4 | - | 0,02 | | - | - | - |
| К1533 ЛА2 | 0,5 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 0,36 | 25 | 12 |
| КР590 КН6 | 0,5 | 2,7 | -0,6 | 0,02 | | 0,85 | 5 | 5,5 |
| К1533 ЛА3 | 0,5 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 0,05 | 12 | 12 |
| К1533 ЛЕ1 | 0,4 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 0,85 | 14 | 14 |
| К1533 ЛИ1 | 0,4 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 0,4 | 25 | 12 |
| К1533 ЛЛ1 | 0,5 | 2,7 | -0,6 | 0,02 | | 0,85 | 5 | 5,5 |
| К1533 ЛН1 | 0,5 | 2,5 | -0,2 | 0,02 | | 1,1 | 12 | 12 |
| К1533 ЛП5 | 0,5 | 2,7 | -0,8 | 0,04 | | - | 12 | 10 |
| К1533 ТЛ2 | 0,5 | 2,7 | -0,4 | 0,02 | | 16 | 22 | 22 |
| К1533 ТМ2 | 0,4 | 2,5 | -0,3 | 0,02 | | 1,4 | 15 | 17 |
| К1533 ТМ8 | 0,4 | 2,4 | -0,2 | 0,02 | | 1,4 | 24 | 26 |
| К1401 УД2 | 0,6 | 2,5 | -0,5 | 0,02 | | 1,5 | - | - |

**4.1.4 Выбор диодов и стабилитронов**

**Диод КД522Б**

Полупроводниковый диод КД522Б предназначен для работы в аппаратуре широкого применения. Выпускается в металлостекляном корпусе с гибкими выводами.

***Электрические характеристики:***

Прямое напряжение на переходе при температуре окружающей

среды от +25 до +125 °С и Iпр=50 мА, В 1.

Максимальный обратный ток при :

* температуре корпуса от -60 до +25°С, мкА 1;
* температуре корпуса +125°С, мкА 100.

Максимальное обратное напряжение, В 30.

Ток прямой средний при температуре окружающей среды

от - 60 до +50 °С, мА 50.

Ток импульсный при длительности импульса не более 10 мкс, мА 500.

***Эксплуатационные характеристики:***

Температура окружающей среды, °С:

* верхнее значение +125;
* нижнее значение -60.

Относительная влажность воздуха при температуре +40°С, % 98.

Атмосферное давление, мм рт. ст. 203...2304.

Вибрация:

* диапазон частот, Гц 10...600;
* ускорение, g 10;

Многократные удары с ускорением, g 70.

Линейные нагрузки с ускорением, g 25.

**Стабилитрон Д818Д**

Стабилитрон типа Д818Д кремниевый диффузионно-сплавной. Предназначен для стабилизации напряжения в аппаратуре широкого применения. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус является отрицательным электродом.

***Электрические параметры:***

Напряжение стабилизации номинальное при 298К, В:

* при Iст.ном=50мА 100.

Разброс напряжения стабилизации при 298К, Iст.=Iст.ном , В 90...110.

Температурный коэффициент напряжения стабилизации

при температуре от 213 до 398К, не более, 0,14.



Временная нестабильность напряжения стабилизации, не более, %6.

Прямое постоянное напряжение при 298К, не более, В 1,5.

Постоянное обратное напряжение при 298К, не более, В 70.

Дифференциальное сопротивление при 298К, не более, Ом 50.

***Предельные эксплуатационные данные:***

Минимальный ток стабилизации, мА 5.

Максимальный ток стабилизации, мА 90.

Прямой постоянный ток, А 1.

Перегрузка по току стабилизации в течении 1 секунды

при Тк ≤ 348К, мА 150.

Рассеиваемая мощность при Тк ≤ 348К, Вт 5.

Температура окружающей среды, К:

* верхнее значение 403;
* нижнее значение 213.

Температура перехода, К 413.

**4.1.5 Выбор транзисторов**

**Транзисторы КТ660А**.

Транзисторы типа КТ660А кремниевые эпитаксиально-планарные структуры п-р-п переключательные. Предназначены для применения в переключающих и импульсных устройствах, в цепях вычислительных машин, в генераторах электрических колебаний. Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами.

***Электрические параметры:.***

Статический коэффициент передачи тока в схеме ОЭ при

Uкб=10В, Iэ=2мА 200...450.

Напряжение насыщения коллектор-эмиттер

при Iк=500мА,Iб=50мА, не более, В 0,5.

Напряжение насыщения коллектор-эмиттер

при Iк=10мА,Iб=1мА, не более,В 0,035.

Напряжение насыщения база-эмиттер

при Iк=500мА,Iб=50мА, не более, В 1,2.

Емкость коллекторного перехода при Uкб=10В, не более, пФ 10.

Обратный ток коллектора при Uкб=Uкбмах, не более, мкА 1.

Обратный ток эмиттера при Uбэ=4В, не более, мкА 0,5.

***Предельные эксплуатационные характеристики***:

Постоянное напряжение коллектор-база, В 30.

Постоянное напряжение база-эмиттер, В 5.

Постоянный ток коллектора, мА 800.

Постоянная рассеиваемая мощность коллектора, Вт 0,5.

Температура р-п перехода, °С 150.

Температура окружающей среды, °С

* верхнее значение +85;
* нижнее значение -45.

**4.1.6 Моточные изделия**

**Дроссель ДМ-0,6**

**Дроссель ДМ-0,1**

Дроссели предназначены для подавления помех питающей сети в диапазоне от 30 до 200 кГц.

Максимальный ток через дроссель, А 1,5.

Максимальное напряжение между обмотками, В 600.

Номинальная индкутивность обмоток, мГн 35.

Габаритные размеры, мм: 30 х 30 х 20.

Масса, г не более 40.

Дроссель покрыт защитным лаком.

**4.1.7 Прочие изделия**

**Резонатор кварцевый РК351-11АТ-10МГц.**

Резонатор кварцевый преднозначен для стабилизации частоты электромагнитных колебаний генераторов радиоэлектронных устройств.

Выполнен в металлическом герметичном корпусе с гибкими выводами.

Номинальная рабочая частота, кГц 10000.

Отклонение рабочей частоты, % ±0,01.

Температурный коэффициент частоты, %/С 0.0001.

Паразитная емкость кристаллодержателя, не более, пФ 3.

Диапазон рабочих температур,°С

* верхнее значение +130;
* нижнее значение -60.

Вибрации:

* диапазон частот, Гц 1...150;
* ускорение, не более, g 5.

Линейные нагрузки с ускорением не более, g 20.

Многократные удары с ускорением не более, g 10.

Габаритные размеры, мм: 11 х 8 х 4.

Масса, г 2.

**Соединитель СНП 34С-113/132х9,4р-22в**

Соединитель предназначен для работы в РЭС в диапазоне частот до 3 МГц. Данный соединитель является отрезным и предназначен для печатного монтажа.

***Электрические характеристики и параметры надежности:***

Максимальное рабочее напряжение, В

* при шаге выводов 2,5 мм 700.

Рабочий ток на контакт, А 0,5.

Максимальный ток на один контакт соединителя при температуре

среды не выше 60 °С, А 2.

Переходное сопротивление контакта, Ом 0,01.

Емкость между соседними контактами, не выше, пФ 5.

Сопротивление изоляции в нормальных условиях, ГОм:

* при шаге 2,5 мм 5.

Средняя наработка на отказ, ч 5000.

***Эксплуатационные характеристики:***

Температура окружающей среды, °С:

* верхнее значение +75;
* нижнее значение -45.

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98.

Атмосферное давление, Па (мм рт. ст.) 53300 (400).

Ускорение:

* при вибрации в диапазоне 1...80 Гц, g 50;
* при многократных ударах, g 150.

**4.2 Выбор унифицированных узлов и установочных изделий**

Выбор унифицированных узлов и установочных изделий проводим на основании одного из требований технического задания к уровню унификации и стандартизации. На основании вышесказанного основное предпочтение отдается стандартизированным изделиям крепежа - практически все крепежные изделия стандартны.

Блок питания является заимствованной - покупной сборочной единицей, не нуждающейся в какой-либо доработке.

**4.3 Выбор материалов**

Выбор материалов разрабатываемой конструкции проводим согласно требований, изложенных в техническом задании. Материалы конструкции должны обладать следующими свойствами:

* иметь малую стоимость;
* легко обрабатываться и быть легкими;
* обладать достаточными прочностью и жесткостью;
* внешний вид материалов корпуса, лицевой и задней панелей должны отвечать требованиям технической эстетики;
* сохранять физико-химические свойства в процессе эксплуатации.

Применение унифицированных материалов в конструкции, ограничение номенклатуры применяемых деталей позволяет уменьшить себестоимость разрабатываемого изделия, улучшить производственную и эксплуатационную технологичность. Изготовление деталей конструкции типовыми технологическими процессами также позволяет снизить затраты при серийном выпуске изделий в промышленности.

При изготовлении элементов несущих конструкций широко применяются

алюминиевые сплавы, в частности сплав алюминия с магнием АМг. Магний сильно повышает прочность сплавов. До 12-14% магния пластичность изменяется мало. Сплавы АМг добавочно легируют марганцем, который упрочняет сплав. Данный материал легко обрабатывается давлением (штамповка, гибка и т.д.), хорошо сваривается и обладает высокой коррозионной стойкостью. Исходя из выше приведенного для изготовления корпуса выбран следующий материал:

* *Лист АМг6БМ ГОСТ 21631-76* - сплав АМг (состав: магний 5,8-6,8%; марганец 0,5-0,8%; бериллий 0,0002-0,005%; титан 0,02-0,1%) с технологическим плакированием, отожженный, обычной отделки, нормальной точности по ГОСТ 21631-76.

Материал для изготовления печатной платы должен иметь следующие показатели (в заданных условиях эксплуатации РЭС): большую электрическую прочность, малые диэлектрические потери, обладать химической стойкостью к действию химических растворов, используемых в техпроцессах изготовления платы. Для изготовления плат общего применения в РЭС наиболее широко используется стеклотекстолит. Фольгированный стеклотекстолит представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный на основе ткани из стеклянного волокна, пропитанной термореактивным связующим на основе эпоксидной смолы, и облицованный с одной стороны медной электролитической оксидированной или гальваностойкой фольгой (изготавливают листами толщиной: до 1 мм - не менее 400х600мм; от 1,5 и более - не менее 600х700мм). На основании вышеприведенного, для изготовления печатной платы может использоваться следующий материал:

* *СФ 2-35Г-2,0 ГОСТ 10316-78 -* стеклотекстолит фольгированный гальваностойкий предназначен для изготовления печатных плат с повышенными диэлектрическими свойствами.

Поверхностное электрическое сопротивление после кондиционирования в условиях 96ч/ 40°C/ 93%, Ом не менее 1010.

**5 ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРНОЙ, СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ**

**5.1 Описание схемы электрической структурной**

Устройство сопряжения с АРЛС является составной частью блока интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения и поэтому для понимания приводится и описание структурной схемы блока интерфейсных адаптеров. Структурно блок расчленяется на следующие функционально законченные системы:

* устройство сопряжения с АРЛС;
* преобразователь аналого-цифровой;
* устройство сопряжения с пультом оператора слежения;
* устройство сопряжения с пультом оператора сопровождения;
* устройство сопряжения с пультом оператора целеуказаний;
* адаптер ЭВМ;
* устройство сопряжения с визиром внешнего обзора;
* модуль электропитания.

Устройство сопряжения с АРЛС обеспечивает передачу информации с АРЛС через адаптер ЭВМ на центральный вычислитель САУ и через устройства сопряжения с пультами операторов на пульты оператора слежения, сопровождения и целеуказаний.

Преобразователь аналого-цифровой обеспечивает преобразование сигнала, принятого с аппаратуры СЕВ, из аналоговой формы в цифровую.

Устройство сопряжения с пультом оператора слежения обеспечивает отображение информации, поступаемой с АРЛС и визира внешнего обзора, на пульте оператора слежения.

Устройство сопряжения с пультом оператора сопровождения обеспечивает отображение информации, поступаемой с АРЛС и визира внешнего обзора, на пульте оператора сопровождения.

Устройство сопряжения с пультом оператора целеуказаний обеспечивает отображение информации, поступаемой с АРЛС и визира внешнего обзора, на пульте оператора целеуказаний.

Адаптер ЭВМ обеспечивает передачу информации, поступаемой с внешних устройств (АРЛС, визир внешнего обзора, аппаратура СЕВ и др.) на центральный вычислитель САУ, а также передачу информации от центрального вычислителя САУ на внешние устройства.

Устройство сопряжения с визиром внешнего обзора обеспечивает передачу информации от визира внешнего обзора через адаптер ЭВМ на центральный вычислитель САУ и через устройства сопряжения с пультами операторов на пульты оператора слежения, сопровождения и целеуказаний.

Модуль электропитания обеспечивает стабильное электропитание всех функциональных частей блока интерфейсных адаптеров.

**5.2 Описание схемы электрической принципиальной**

В данном разделе приводится описание схемы электрической принципиальной одного из функционально-законченных частей блока интерфейсных адаптеров-устройства сопряжения с АРЛС.

Схема работает следующим образом. Автогенератор, выполненный на D3, вырабатывает прямоугольные импульсы частотой 1МГц. Чтобы генератор мягко возбуждался и устойчиво работал при внешних воздействиях используется не инвертирующий стабилизированный усилитель с большим коэффициентом усиления. Положительная обратная связь через конденсатор С24 охватывает два элемента, причем один элемент DD3.1 выведен в линейный, усилительный режим с помощью резистора отрицательной обратной связи R1. Элемент DD3.3 применен как буферный чтобы уменьшить влияние нагрузки на частоту автогенератора. Импульсы поступают на инвертор DD3.5, после которого они меняют полярность и следуют на вход синхронизации D-триггера (DD8.1), который переключается в состояние логической единицы по заднему фронту поступающих импульсов. После триггера, импульсы с частотой в два раза меньше исходной поступают на логический элемент И (DD9.1), на второй вход которого подаются импульсы с автогенератора. В результате на выходе DD9.1 имеются импульсы с длительностью равной исходной, но с частотой следования в два раза меньше исходной. Эти импульсы поступают на двоичный счетчик DD12. Состояние счетчика изменяется по фронту тактового импульса. Направление счета идет в сторону увеличения на единицу. Далее 3-х разрядный код с выходов Q0...Q2 счетчика поступает на двоично-десятичные дешифраторы- демультиплексоры DD17, DD18. Они преобразуют напряжение высокого уровня в напряжение низкого уровня.

Информация с АРЛС поступает на разъем XS1.2 и через буферные элементы DD1 и DD2 записывается в регистры DD4...08.10.2011, DD10, DD11, DD15, DD16, DD20, DD21. Запись информации происходит в соответствующий регистр за счет подачи на вывод разрешения входа ОЕ0...ОЕ4 напряжения низкого уровня. Оно формируется из сигнала команды записи, поданной оператором центрального вычислителя, при помощи логических элементов ИЛИ (DD13, DD14). То есть при подаче команд GO\_B, TO\_B, GO\_Е или ТО\_Е на соответствующем входе ОЕ0...ОЕ4 появляется напряжение низкого уровня и при наличии информации на входах D0...D7 регистра происходит запись информации. Считывание на пульт оператора происходит следующим образом. Делается запрос IORC и обращение к соответствующему регистру напряжением высокого уровня. На соответствующем выходе DD13, DD14.1 появляется логическая единица, которая поступает на требуемый регистр. Одновременно тактовые импульсы отрицательной полярности поступают с DD18 на инвертирующий элемент DD19. На выходе DD19 получается сигнал высокого уровня, который следует на логические элементы ИЛИ DD23, DD9.3. На второй вход DD23, DD9.3 поступает напряжение высокого уровня ОЕ0...ОЕ4. На соответствующем выходе DD23, DD9.3 получаем логическую единицу (С0...С4), которая подается на необходимый регистр и с выхода регистра считывается информация, которая поступает на разъем XS1.3 и далее на пульт оператора.

Резисторы R4...R18 используются для «подтягивания» уровня сигнала принимаемой информации.

Конденсаторы С1...С23, С26...С28 предназначены для фильтрации напряжения питания.

**6 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ, МЕТОДОВ И ПРИНЦИПА КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**6.1 Выбор компоновочной схемы**

Основная компоновочная схема изделия определяет многие важнейшие характеристики РЭС: габариты, вес, объем монтажных соединений, способы защиты от полей, температуры, механических воздействий, ремонтопригодность.

Различают три основные компоновочные схемы РЭС [13]:

* централизованная;
* децентрализованная;
* централизованная с автономными пультами управления.

Каждая из этих схем обладает своими достоинствами и недостатками.

При централизованной компоновке все элементы сложной системы располагаются в одном отсеке на специальных этажерочных конструкциях или шкафах, длина и количество межблочных соединений сведены к минимуму, ремонт и демонтаж наиболее удобны, легче выполнить качественные системы охлаждения и амортизации. Такая компоновочная схема требует более тщательной экранировки, вызывает затрудненность компоновки изделия, часто требующей доработки его, обладает относительно меньшей надежностью систем охлаждения, герметизации, виброзащиты [13].

Децентрализованная компоновочная схема обеспечивае относительно большую легкость размещения элементов изделия на обьекте, не требуется тщательная экранировка отдельных блоков, присоответствующих схемных решениях может быть более надежной, сохраняя частичную работоспособность при выходе из строя отдельных элементов изделия. Недостатком является значительная длина межблочных соединений, затруднен полный демонтаж системы, для каждого отдельного блока необходимо предусматривать автономные системы охлаждения, виброзащиты [13].

Наиболее распространен способ централизованной компоновки, при котором все элементы сложной РЭС, кроме входных и управляющих устройств, распологают в одном участке или отсеке блока. Однако внутри этого отсека компоновка выполняется в виде совокупности отдельных блоков и приборов [13]

**6.2 Выбор и обоснование метода и принципа конструирования**

На основе проведенного разбиения электрической схемы и анализа существующих конструкций выбирается метод конструирования устройства в целом и его частей. Существующие методы конструирования РЭС подразделяются на три взаимосвязанные группы [14]:

* по видам связей между элементами;
* по способу выявления и организации структуры связей между элементами;
* по степени автоматизации конструирования РЭС - зависит от назначения аппаратуры и ее функций, преобладающего вида связей, уровня унификации, автоматизации и т.д.

Рассмотрим кратко сложившиеся методы конструирования РЭС.

***Геометрический метод****.* В основу метода положена структура геометрических и кинематических связей между деталями, представляющая собой систему опорных точек, число и размещение которых зависит от заданных степеней свободы и геометрических свойств твердого тела [14].

***Машиностроительный метод****.* В основу этого метода конструирования положена структура механических связей между элементами, представляющая собой систему опорных поверхностей. Машиностроительный метод используется для конструирования устройств и элементов РЭА, которые несут большие механические нагрузки и в которых неизбежны вследствие этого большие деформации [14].

***Топологический метод***. В основу метода положена структура физических связей между ЭРЭ. Топологический метод, в принципе, может применяться для выявления структуры любых связей, однако конкретное его содержание проявляется там, где связности элементов может быть сопоставлен граф [14].

***Метод проектирования моноконструкций****.* Основан на минимизации числа связей в конструкции, он применяется для создания функциональных узлов, блоков, РЭА на основе оригинальной несущей конструкции в виде моноузла (моноблока) с оригинальными элементами [14].

***Базовый (модульный) метод конструирования***. В основу метода положен модульный принцип проектирования. Деление базового метода на разновидности связано с ограничениями, схемной конструкторской унификацией структурных уровней (модулей функциональных узлов, блоков). Базовый метод является основным при проектировании современной РЭА, он имеет много преимуществ по сравнению с методом моноконструкций [14]:

* на этапе разработки позволяет одновременно вести работу над многими узлами и блоками, что сокращает сроки проведения разработок; упрощает отладку и сопряжение узлов в лаборатории, так как работа любого функционального узла определяется работой известных модулей, резко упрощается конструирование и макетирование; сокращает объем оригинальной конструкторской документации, дает возможность непрерывно совершенствовать аппаратуру без коренных изменений конструкции; упрощает и ускоряет внесение изменений в схему, конструкцию и конструкторскую документацию;
* на этапе производства сокращает сроки освоения серийного производства аппаратуры; упрощает сборку, монтаж, снижает требования к квалификации сборщиков и монтажников; снижает стоимость аппаратуры благодаря широкой механизации и автоматизации производства; повышает степень специализации производства;
* при эксплуатации повышает эксплуатационную надежность РЭА, облегчает обслуживание, улучшает ремонтопригодность аппаратуры.

При компоновке должны быть учтены требования оптимальных функциональных связей между модулями, их устойчивость, стабильность, требования прочности и жесткости, помехозащищенности и нормального теплового режима, требования технологичности, эргономики, удобства эксплуатации и ремонта. Размещение комплектующих элементов в модулях всех уровней должно обеспечивать равномерное и максимальное заполнение конструктивного объема с удобным доступом для осмотра, ремонта и замены. Замена детали или сборочной единицы не должна приводить к разборке всей конструкции или ее составных частей. Для устойчивого положения изделия в процессе эксплуатации центр тяжести должен находиться, возможно, ближе к опорной поверхности. При компоновке модулей всех уровней необходимо выделить достаточно пространства для межсоединений.

При проектировании необходимо придерживаться следующих рекомендаций [14]:

* минимальный внутренний радиус изгиба проводника должен быть не менее диаметра провода с изоляцией;
* провода питания переменного тока следует свивать для уменьшения возможности наводок;
* провода, подводящие к сменным элементам должны иметь некоторый запас по длине, допускающий повторную заделку провода;
* провода не должны касаться острых металлических кромок;
* монтажные провода целесообразно связать в жгут, при этом обеспечивается возможность расчленения монтажных операций на более простые.

Для разъемного варианта конструкции большое распространение получило использование объединительной печатной платы, что позволяет существенно уменьшить габаритные размеры изделия, упростить сборку.

При компоновке РЭС необходимо решать вопросы электромагнитной совместимости элементов, в частности, защиты от электромагнитных, электрических и магнитных помех.

При защите РЭС от воздействий помех, определяют максимальное значение сигналов помехи на выходах схем, усложняют схему введением фильтров на линиях входа-выхода, устраняют помехи по линиям электропитания с помощью радиочастотных фильтров, экранируют входные цепи чувствительных схем, для элементов РЭС разрабатывают кожухи-экраны.

В качестве метода конструирования выбираем базовый (модульный) метод конструирования.

На основании вышеизложенного выбираем для разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров электронный модуль второго уровня ЭМ2 разъемной конструкции. Основой конструкции является каркас, образованный двумя литыми из алюминиевого сплава рамками, соединенными между собой продольными профилированными планками. На верхней и нижней части каркаса установлены маркировочные линейки, на которых по соответствующим адресам закреплены направляющие для плат. Платы вставляются по направляющим в ячейки. Все платы располагаются в правой части блока интерфейсных адаптеров, а слева - для равномерного распределения центра масс - расположен блок питания, который снизу крепится винтами к каркасу, а сзади - к задней панели. На одной из длинных сторон плат крепится фальшпанель, которая при установке платы в конструкцию, прикручивается сверху и снизу винтами к каркасу. Такая конструкция позволяет повысить ремонтопригодность, т.к. любую плату можно извлечь из блока не разбирая конструкцию, также позволяет исключить использование передней панели по той причине, что спереди корпус закрывается фальшпанелями.

Сверху и снизу каркас закрывается перфорированными крышками, а сбоку и сзади - панелями, которые крепятся винтами. Перфорация крышек применена для обеспечения нормального теплового режима блока интерфейсных адаптеров. На боковых панелях имеются планки, прикрепленные винтами, предназначенные для установки блока интерфейсных адаптеров в стойку. Для удобства установки и извлечения блока из стойки спереди имеются две ручки, прикрепленные винтами к выступам боковых панелей. Выступы имеют отверстия для закрепления конструкции в стойке. К задней панели крепятся разъемы для подключения кабелей интерфейсных адаптеров, для подключения напряжения сети к блоку питания. Также на ней нанесена маркировка номеров разъемов и напряжения сети 220В, 50Гц. Для обеспечения нормального теплового режима блока питания в задней панели имеются отверстия, через которые продувается воздух вентилятором установленным в блоке питания.

Внутриблочная коммутация плат осуществляется посредством объединительной платы, на которой расположены вилки для подключения розеток соответствующих плат. Это позволяет исключить кабели для межплатной коммутации, что повышает устойчивость схемы к элекромагнитным помехам.

**7 ВЫБОР СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ТЕПЛОЗАЩИТЫ, ГЕРМЕТИЗАЦИИ, ВИБРОЗАЩИТЫ И ЭКРАНИРОВАНИЯ**

**7.1 Выбор способа теплозащиты**

Для обеспечения нормального теплового режима необходимо выбрать такой способ охлаждения блока интерфейсных адаптеров (далее "блока"), при котором количество тепла, рассеиваемого в окружающую среду, будет равным мощности теплоты выделения блока, при этом также необходимо учесть теплостойкость элементной базы.

Расчет температуры всех входящих в блок элементов представляет собой чрезвычайно трудоемкий процесс. В связи с этим встает вопрос: для каких элементов необходимо рассчитывать температуру, чтобы с заданной достоверностью можно было судить о соответствии теплового режима всего блока требованиям технического задания.

Методика определения числа элементов РЭС, подлежащих расчету теплового режима, состоит в следующем [15]:

1. Задаемся вероятностью правильного расчета р.

Если вероятность p > 0,8, то можно остановиться на выбранном способе охлаждения. При вероятностной оценке 0,8 > р > 0,3 можно применить выбранный способ охлаждения, однако при конструировании РЭС обеспечению нормального теплового режима следует уделить тем больше внимания, чем меньше вероятность. При вероятности 0,3 > р > 0,1 не рекомендуется использовать выбранный способ охлаждения.

Исходя из вышеизложенного, задаемся вероятностью правильного расчета р > 0,8.

2.Определяем средний перегрев нагретой зоны.

Исходными данными для проведения последующего расчета являются:

* Kз- коэффициент заполнения по объему 0,6;
* суммарная мощность, рассеиваемая в блоке, Вт 30;
* давление окружающей среды, кПа 87;
* давление внутри корпуса, кПа 87;
* габаритные размеры корпуса, м 483х0,295х0,264;
* площадь i-го перфорационного отверстия, м2 0,47210-4;



* количество перфорационных отверстий 320.

Средний перегрев нагретой зоны перфорированного корпуса блока с естественным воздушным охлаждением определяется по следующей методике [16]:

1. Рассчитывается поверхность корпуса блока:

, (7.1)



где *L1, L2* - горизонтальные размеры корпуса, м;

*L3* - вертикальный размер, м.

Для разрабатываемой конструкции блока *L1* = 0,483м, *L2* = 0,295м, *L3* = 0,264м. Подставив данные в (7.1), получим:

м2.



1. Определяется условная поверхность нагретой зоны:

, (7.2)



где *kЗ* - коэффициент заполнения корпуса по объему. В нашем случае *kЗ* = 0,6. Подставляя значение *kЗ* в (7.2), получим:

м2.



Определяется удельная мощность корпуса блока:

, (7.3)



где *Р* - мощность, рассеиваемая в блоке. Для разрабатываемого блока *Р* =30Вт. Тогда:

Вт/м2.



1. Определяется удельная мощность нагретой зоны:

. (7.4)



Вт/м2.



1. Находится коэффициент Θ1 в зависимости от удельной мощности корпуса блока:

(7.5)



.



1. Находится коэффициент Θ2 в зависимости от удельной мощности нагретой зоны:

(7.6)



.



Определяется коэффициент *КН1* в зависимости от давления среды вне корпуса блока:

, (7.7)



где *Н1* - давление окружающей среды в Па. В нашем случае *Н1*=87кПа. Подставив значение *Н1* в (7.7), получим:

.



1. Определяется коэффициент *КН2* в зависимости от давления среды внутри корпуса блока:

, (7.8)



где *Н2* - давление внутри корпуса в Па.

Для перфорированного корпуса *Н2=Н1*=87кПа. Тогда:

.



1. Рассчитывается суммарная площадь перфорационных отверстий:

, (7.9)



где *Si* - площадь i-го перфорационного отверстия. Для разрабатываемой конструкции *Si*=0,472см2, количество перфорационных отверстий - 320 шт. Подставив данные в (7.9), получим:

м2.



10. Рассчитывается коэффициент перфорации:

. (7.10)



.



11. Определяется коэффициент, являющийся функцией коэффициента перфорации:

. (7.11)



.



1. Определяется перегрев нагретой зоны:

. (7.12)



°С.



3. Для значений p = 0,95 и ΘЗ = 11,8 °С по графикам [рис.4.22, 15] находим значение допустимого перегрева элементов

Тэл(д). υэл(д) =30 °С, Тэл(д) = Тс + υэл(д) = 40+30 = 70 °С

4. Расчету подлежат те элементы РЭС, у которых Тэл k(д) < 70 °С.

Значения Тэл k(д) для элементной базы разрабатываемого блока приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Значения допустимых температур элементов

|  |  |
| --- | --- |
| Тип элемента | Значение Тэл(д), °С |
| Резонатор | 130 |
| Конденсаторы: |  |
| К10-17А | 85 |
| К53-4А | 85 |
| Резисторы: |  |
| С2-23 | 75 |
| СП3-19А | 75 |
| ИМС: |  |
| К1533 | 85 |
| К1401 | 70 |
| К590 | 75 |
| Диоды: |  |
| КД522А | 125 |
| Д818Д | 130 |
| Транзисторы: |  |
| КТ660А | 85 |
| Дроссели: |  |
| ДМ-0,6 | 80 |
| ДМ-0,1 | 75 |
| Соединители | 75 |

Из таблицы 7.1 видно, что для всех элементов, кроме ИМС серии К1401, выполняется условие Тэл k(д) > 70 °С. Для ИМС серии К1401 проведем подробный тепловой расчет.

Для выбора способа охлаждения исходными данными являются следующие данные:

* суммарная мощность Рр, рассеиваемая в блоке, Вт 30;
* диапазон возможного изменения температуры

окружающей среды: микроклимат +20…+24°C (Тс мах, Тс мin)

и по ГОСТ 15150-69, °C +10…+40;

* пределы изменения давления окружающей среды:

Рмах, кПа (мм рт. ст.) 106,7 (800);

Pmin, кПа (мм рт. ст.) 84,0 (630);

* допустимая температура элементов

(по менее теплостойкому элементу), Тmax, °C +70;

* коэффициент заполнения по объему 0,6;

Выбор способа охлаждения часто имеет вероятностный характер, т.е. дает возможность оценить вероятность обеспечения заданного в техническом задании теплового режима РЭС при выбранном способе охлаждения, а также те усилия, которые необходимо затратить при разработке будущей конструкции РЭС с учетом обеспечения теплового режима.

Выбор способа охлаждения можно выполнить по методике [15]. Используя графики, характеризующие области целесообразного применения различных способов охлаждения и расчеты, приведенные ниже, проверим возможность обеспечения нормального теплового режима блока в перфорированном корпусе с естественным воздушным охлаждением.

Условная величина поверхности теплообмена рассчитывается по (7.2). *Sп* = 0,532м2.

Определив площадь нагретой зоны, определим удельную мощность нагретой зоны: плотность теплового потока, проходящего через поверхность теплообмена, рассчитывается по (7.4). *qЗ* = 56,4 Вт/м2.

Тогда: *lg qЗ* =*lg* 56,4 = 1,75.



Максимально допустимый перегрев элементов рассчитывается по (7.13)

, (7.13)



Тогда:



По графикам [рис.2.35, рис.2.38, 15] для значений qЗ = 56,4 Вт/м2 и определяем, что нормальный тепловой режим блока в перфорированном корпусе с естественным воздушным охлаждением будет обеспечен с вероятностью p = 0,9. Так как полученное значение вероятности p > 0,8, то можно остановиться на выбранном способе охлаждения.



Более подробный расчет теплового режима проводится далее.

**7.2 Выбор способов и методов герметизации**

**Герметизация** - обеспечение практической непроницаемости корпуса РЭС для жидкостей и газов с целью защиты ее элементов от влаги, плесневых грибков, пыли, песка, грязи и механических повреждений. Она является наиболее радикальным способом защиты элементов РЭС.

Различают индивидуальную, общую, частичную и полную герметизацию [17].

Индивидуальная допускает замену компонентов РЭС при выходе из строя и ремонт изделия. При общей герметизации (она проще и дешевле индивидуальной) замена компонентов и ремонт возможны только при демонтаже корпуса, что может вызвать затруднение.

Для частичной герметизации применяют пропитку, обволакивание и заливку как компонентов, так и РЭС лаками, пластмассовыми или компаундами на органической основе. Они, как правило, не обеспечивают герметичность в течение длительного времени.

Практически полная защита РЭС от проникновения воды, водяных паров и газов достигается при использовании металлов, стекла и керамики с достаточной степенью непроницаемости. Наиболее распространенные способы такой герметизации - применение металлических корпусов с воздушным заполнением.

Важным фактором повышения эффективности герметизации является лакокрасочные, гальванические и химические покрытия пропитывающих, обволакивающих и заливочных материалов, металлического и металло-полимерного гермокорпусов.

Разъемная герметизация применяется для защиты блоков РЭС, требующих замены компонентов при ремонте, регулировке и настройке.

Общие требования к покрытиям металлическим и неметаллическим неорганическим установлены ГОСТ 9.301-86 (СТ СЭВ 5293-85, СТ СЭВ 5294-85, СТ СЭВ 5295-85).

Требования к поверхности основного металла: под защитные покрытия RZ40, не грубее; под защитно-декоративные Ra2,5, не грубее; под твердые и электроизоляционные Ra1,25, не грубее.

Данные о покрытиях деталей и сборочных единиц разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров приведены в таблице 7.2

Таблица 7.2 - Данные о покрытиях деталей и сборочных единиц конструкции блока интерфейсных адаптеров.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Детали, сборочные единицы | Материал детали, сборочной единицы |  | Покрытия |  |
|  |  | Металлическое | Химическое | Лакокрасочное |
| Плата печатная | СФ 2-35Г-2,0 | - | - | УР-231 |
| Панель | АМг 6 | - | Ан.Окс.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Панель | АМг 6 | - | Ан.Окс.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Планка | АМг 6 | - | Ан.Окс.тв.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Крышка | АМг 6 | - | Ан.Окс.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Линейка | Д16 | Ц3.хр. | - | - |
| Полоска | Д16 | - | Ан.Окс.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Вставка | Д16 | Ц3.хр. | - | - |
| Направляющая | АБС-10027 | - | - | ХВ110 (серая) |
| Панель боковая | АМг 6 | - | Ан.Окс.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Ручка | АМг 6 | - | Ан.Окс.тв.нхр. | ХВ110 (серая) |
| Фальшпанель | АБС-10027 | - | - | ХВ110 (серая) |
| Поперечина задняя | Д16 | Ц3.хр. | - | - |
| Поперечина передняя | Д16 | Ц3.хр. | - | - |

Ан.Окс.нхр. - покрытие окисное, полученное способом анодного окисления (Ан.Окс.), толщина не нормируется, наполнение в растворе хроматов (нхр.). Используется по алюминию как защитное.

Ан.Окс.тв.нхр. - покрытие окисное, полученное способом анодного окисления (Ан.Окс.), толщина не нормируется, твердое (тв.), наполнение в растворе хроматов (нхр.). Используется по алюминию как защитное.

Ц3.хр. - цинковое покрытие, хромированное. Используется как улучшающее свинчиваемость по алюминию и его сплавам.

Эмаль ХВ110 серая ГОСТ 18374-79 - покрытие эмалью ХВ110, цвет серый, эксплуатируется в условиях умеренного климата.

**Анодно-окисные покрытия -** защитные покрытия пленкой окислов основного металла, полученной в электролите.

Покрытия по алюминию и алюминиевым сплавам имеют пористое строение и сравнительно высокую твердость.

Покрытия, наполненные в растворе бихроматов, обладают повышенной адгезией к лакам, эмалям и применяются в качестве подслоя [18].

**Цинковое покрытие** защищает металлы от коррозии химически. Оно улучшает свинчиваемость деталей. Покрытие обладает декоративными свойствами, цвет - серый или серебристо-серый [18].

**Эмаль ХВ110** предназначена для покрытия металлических поверхностей, работающих в условиях умеренного и холодного климата. Стойкость эмалей к статическому воздействию воды не менее 24 ч.

**7.3 Выбор способов и методов экранирования**

**Экранирование** - локализация электромагнитной энергии в определенном пространстве, за счет ограничения распространения ее всеми возможными способами.

Из этого следует, что в понятие экрана входят как детали механической конструкции, так и электротехнические детали фильтрующих цепей и развязывающих ячеек, ибо только их совместное действие дает необходимый результат [17].

При прохождении мощных сигналов по цепям связи последние становятся источниками электромагнитных полей, которые, пересекая другие цепи связи, могут наводить в них дополнительные помехи. Источниками электромагнитных помех могут быть также мощные промышленные установки, транспортные коммуникации, двигатели и т.д. Для того, чтобы локализовать, где это возможно, действие источника или сам приемник помех, используют экраны. По принципу действия различают электростатическое, магнитостатическое и электромагнитное экранирование.

**Электростатическое экранирование** - вид экранирования, заключающийся в шунтировании большей части (или всей) паразитной емкости емкостью корпуса.

**Электромагнитное экранирование**. Переменное высокочастотное электромагнитное поле при прохождении через металлический лист либо перпендикулярно, либо под некоторым углом к его плоскости, наводит в этом листе вихревые токи, поле которых ослабляет действие внешнего поля. Металлический лист в данном случае является электромагнитным экраном. Примером электромагнитного экрана служит корпус блока интерфейсных адаптеров.

Внутриблочное экранирование и электромагнитная совместимость элементов и узлов сводятся к решению ряда конструктивных задач, основными из которых являются:

* анализ и учет паразитных емкостных связей, между пленочными элементами и проводниками объединительного и выводного монтажа в ячейках блоков РЭС;
* покаскадное экранирование и последовательное расположение каскадов в блоках приемно-усилительной аппаратуры;
* экранирование ЭРЭ с сильными полями и критичных к внешним электромагнитным наводкам;
* расчет на резонансные частоты корпусов блоков РЭС, реализующих схему СВЧ [19].

Экранированные провода, коаксиальные кабели и многожильные экранированные шланги с экранированными проводами внутри них следует применять в основном для соединения отдельных блоков и узлов друг с другом. Они позволяют защитить многоблочные устройства от наводок, поступающих извне, от взаимных наводок внутри устройства и защитить от наводок приборы, находящиеся в окружающем пространстве. Следует обратить особое внимание на качество присоединения оплеток к корпусам приборов [19].

В разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров источником электромагнитных помех является блок питания. Конструктивно он выполнен в виде отдельного блока в металлическом корпусе, что исключает его влияние на элементы схемы блока. Так как блок выполнен в корпусе из алюминиевого сплава , то таким образом обеспечена защита его от влияния внешних полей.

**7.4 Выбор способов и методов виброзащиты**

Вибрации подвержены РЭС, установленные на автомобильном, железнодорожном транспорте, в производственных зданиях, на кораблях и самолетах.

Практический диапазон частот вибрации, действующей на РЭС, имеет широкий предел. Например, для наземной аппаратуры, переносимой или перевозимой на автомашинах, частота достигает 120 Гц при ускорении, действующем на приборы, до 6 g. Работающие в таких условиях РЭС должны обладать вибропрочностью и виброустойчивостью.

**Вибропрочность** - способность РЭС противостоять разрушающему действию вибрации в заданных диапазонах частот и при возникающих ускорениях в течение срока службы.

**Виброустойчивость** - способность выполнять все свои функции в условиях вибрации в заданных диапазонах частот и возникающих при этом ускорениях.

Известно, что в приборах, не защищенных от вибрации и ударов, узлы, чувствительные к динамическим перегрузкам, выходят из строя. Делать такие узлы настолько прочными, чтобы они выдерживали максимальные (действующие) динамические перегрузки, не целесообразно, так как увеличение прочности, в конечном счете, ведет к увеличению массы, а вследствие этого и к неизбежному возрастанию динамических перегрузок. Поэтому целесообразно использовать другие средства для снижения перегрузок [20].

Покрытие платы лаком не только обеспечивает защиту от вибрации, но и создает дополнительные точки крепления элементов к плате.

В разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров применено два вида соединений: разъемные и неразъемные. К первому виду относятся в основном резьбовые соединения, ко второму – пайка, сварка, развальцовка.

Основным недостатком резьбовых соединений является самоотвинчивание при действии вибрации. Для устранения самоотвинчивания в разрабатываемой конструкции применяются контровочные шайбы.

Сварочные соединения должны быть точно рассчитаны, качество сварки должно контролироваться.

Конструктивно разрабатываемый блок интерфейсных адаптеров предназначен для установки в стойку, поэтому виброзащита должна быть предусмотрена для стойки в целом.

**8 РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЯ**

**8.1 Компоновочный расчет блоков РЭС**

Выбор компоновочных работ на ранних стадиях проектирования позволяет рационально и своевременно использовать или разрабатывать унифицированные и стандартизированные конструкции РЭС. В зависимости от характера изделия (деталь, прибор, система) будет выполняться компоновка различных ее элементов. Основная задача, которая решается при компоновке РЭС, - это выбор форм, основных геометрических размеров, ориентировочное определение веса и расположение в пространстве любых элементов или изделий РЭС. На практике задача компоновки РЭС чаще всего решается при использовании готовых элементов (деталей) с заданными формами, размером и весом, которые должны быть расположены в пространстве или на плоскости с учетом электрических, магнитных, механических, тепловых и др. видов связи.

Методы компоновки элементов РЭС можно разбить на две группы: аналитические и модельные. К первым относятся численные и номографические, основой которых является представление геометрических или обобщенных геометрических параметров и операций с ними в виде чисел. Ко вторым относятся аппликационные, модельные, графические и натурные методы, основой которых является та или иная физическая модель элемента, например в виде геометрически подобного тела или обобщенной геометрической модели.

Основой всех методов является рассмотрение общих аналитических зависимостей. При аналитической компоновке мы оперируем численными значениями различных компоновочных характеристик: геометрическими размерами элементов, их объемами, весом, энергопотреблением и т.п. зная соответствующие компоновочные характеристики элементов изделия и законы их суммирования, мы можем вычислить компоновочные характеристики всего изделия и его частей.

Но так как при этом методе требуется выполнение множества математических операций, мы в дальнейшем расчете будем пользоваться номографической компоновкой [14]. При этом методе компоновки мы будем использовать предварительно вычисленные значения компоновочных параметров элементов.

Исходными данными является перечень элементов схемы электрической принципиальной, необходимые типоразмеры и установочные размеры ЭРЭ: установочный объем и установочная площадь. Необходимые данные сведены в табл. 8.1 и табл. 8.2

Данные результаты вычислений nVi , nSi , nMi , которые получены с помощью номограммы [14], перепишем в порядке возрастания, затем с помощью схемы (см. рис.8.1, 8.2, 8.3) получим суммарные показатели объема, площади и массы разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров.

Таблица 8.1 - Численные и зашифрованные значения установочных объема и площади ЭРЭ проектируемой конструкции согласно номографической компоновки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип элемента | Кол-во | Объем | | nVi | Площадь | | Nsi |
|  |  | Vуст, см3 | шифр |  | Sуст, см2 | шифр |  |
| Резонатор | 1 | 0,5 | А15 | А15 | 0,5 | А15 | А15 |
| Конденсаторы: |  |  |  |  |  |  |  |
| К10-17А | 165 | 0,44 | А14 | В18 | 0,8 | А19 | Д3 |
| К53-4А | 18 | 0,833 | А19 | В5 | 1,19 | Б3 | В8 |
| Резисторы: |  |  |  |  |  |  |  |
| С2-23: |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,125Вт | 199 | 0,052 | А18 | В1 | 0,26 | А7 | В15 |
| 0,25Вт | 6 | 0,126 | А3 | А18 | 0,42 | А13 | Б9 |
| СП3-19А | 1 | 0,18 | А6 | А6 | 0,436 | А14 | А14 |
| ИМС: |  |  |  |  |  |  |  |
| Тип 1 (24) | 1 | 1,58 | Б5 | Б5 | 3,15 | Б11 | Б11 |
| Тип 2 (20) | 57 | 0,92 | А20 | В16 | 1,83 | Б6 | Г1 |
| Тип 3 (16) | 46 | 0,75 | А19 | В13 | 1,5 | Б5 | В18 |
| Тип 4(14) | 38 | 0,73 | А18 | В10 | 1,46 | Б4 | В15 |
| Диоды: |  |  |  |  |  |  |  |
| КД522А | 5 | 0,36 | А12 | Б6 | 1,7 | Б6 | Б20 |
| Д818Д | 1 | 0,25 | А9 | А9 | 0,7 | А18 | А18 |
| Транзисторы: |  |  |  |  |  |  |  |
| КТ660А | 3 | 0,25 | А9 | А19 | 0,25 | А9 | А19 |
| Дроссели: |  |  |  |  |  |  |  |
| ДМ-0,6 | 1 | 0,18 | А6 | А6 | 0,6 | А17 | А17 |
| ДМ-0,1 | 2 | 0,24 | А9 | А15 | 0,8 | А19 | Б5 |
| Розетки | 9 | 27 | В10 | Г9 | 27 | В10 | Г9 |
| Вилки | 22 | 11 | В2 | Б7 | 11 | В2 | Г7 |
| Блок питания | 1 | 1785 | Д6 | Д6 | 210 | Г7 | Г7 |

Таблица 8.2 - Численные и зашифрованные значения установочной массы ЭРЭ проектируемой конструкции согласно номографической компоновки.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип элемента | Количество | Масса | | | nMi |
|  |  | М, г | | Шифр |  |
| Резонатор | 1 | 1,2 | | Б8 | Б8 |
| Конденсаторы: |  |  | |  |  |
| К10-17А | 163 | 0,6 | | А17 | Г1 |
| К53-4А | 18 | 5 | | Б15 | Г1 |
| Резисторы: |  |  | |  |  |
| С2-23: |  |  | |  |  |
| 0,125Вт | 199 | 0,15 | | А5 | В11 |
| 0,25Вт | 6 | 0,25 | | А9 | Б9 |
| СП3-19А | 1 | 0,8 | | А19 | А19 |
| ИМС: |  |  | |  |  |
| Тип 1 (24) | 1 | 3 | | Б11 | Б11 |
| Тип 2 (20) | 57 | 2,6 | | Б9 | Г4 |
| Тип 3 (16) | 46 | 2 | | Б7 | В20 |
| Тип 4 (14) | 38 | 1,8 | | Б6 | В17 |
| Диоды: |  |  |  | |  |
| КД522А | 5 | 0,2 | А7 | | Б1 |
| Д818Д | 1 | 6 | Б17 | | Б17 |
| Транзисторы: |  |  |  | |  |
| КТ660А | 3 | 0,3 | А11 | | Б1 |
| Дроссели: |  |  |  | |  |
| ДМ-0,6 | 1 | 2 | Б7 | | Б7 |
| ДМ-0,1 | 2 | 1,6 | Б5 | | Б11 |
| Розетки | 9 | 20 | В7 | | Г6 |
| Вилки | 18 | 20 | В7 | | Г11 |
| Блок питания | 1 | 600 | Г17 | | Г17 |

А6 А12

А6 Б1,5

А9 А18,5

А15 Б12

А15 Б1

А15 Б9

А18 Б4,5

А19 В18

Б5 Б11

Б6 В4

Б7 В2

В1 В17,5

В5 В14 Д10

В10 В15,5

В13 В0,5

В16

В18 Г11

Г9 Д7

Д6

Рис. 8.1 Схема результатов вычисления суммарного упаковочного объема.

А14 Б0,5

А15 Б8

А17 Б3,5

А18 Б19

А19 Б6

Б1 Б16

Б5 Б13

Б9

Б11 В2,5

Б20 Г1

В8 В20

В18 Г15

В15 Г1

В15 Г13

Г1 Г10,5 Д7

Г7

Г7 Г14

Г9 Д5

Д3

Рис. 8.2 Схема результатов вычисления суммарной площади.

А19 Б6

Б1 Б14,5

Б1 Б10,5

Б7 В5

Б8 Б14,5

Б9 В2

Б11 Б17

Б11 Г19

Б17 В12,5

В11 Г6

В17 Г4,5

В20 Г18

Г1 Г7 Д6

Г1 Г15

Г4 Г11

Г6

Г11 Д1

Г17

Рис. 8.3 Схема результатов вычисления суммарной массы.

Полученное значение площади 2000см2, а масса - 1800г. Из конструктивных соображений выберем коэффициент заполнения по объему равным 0,6. По номограмме 3 [14] определяем реальный объем, он равен 5300см3.

По номмограмме 4 [14] получим расчетные габаритные размеры корпуса: длина - 0,24м, ширина - 0,15м, высота - 0,14м. Т.к. конструктивно блок интерфейсных адаптеров предусматривает расширение, то есть подключение, при необходимости, дополнительных интерфейсных адаптеров, то из конструктивных соображений выбираем следующие габаритные размеры корпуса: (0,483х0,295х0,264)м.

Полученные значения габаритных размеров полностью соответствуют заданным в техническом задании.

**8.2 Расчет теплового режима**

На основании расчетов проведенных в п. 7.1 был выбран тип тип корпуса разрабатываемого блока интерфейсных адаптеров: перфорированный с естественным охлаждением.

Исходными данными для проведения последующего расчета теплового режима является:

* Kз- коэффициент заполнения по объему 0,6;
* суммарная мощность, рассеиваемая в блоке, Вт 30;
* давление окружающей среды, кПа 87;
* давление внутри корпуса, кПа 87;
* габаритные размеры корпуса, м 483х0,295х0,264;
* допустимая температура корпуса наименее

теплостойкого элемента, °С 70;

* плотность теплового потока, проходящего

через поверхность теплообмена, Вт/м2 56,4.

Расчет проведем для двух случаев:

1. Температура окружающей среды равна (24°С) 297 К;

2. Температура окружающей среды равна максимальной рабочей температуре (по УХЛ 4.2 +40°С) 313 К.

***Методика расчета теплового режима блока РЭС в перфорированном корпусе.***

1. Рассчитывается поверхность корпуса блока:

, (8.1)



где:

L1, L2 - горизонтальные размеры корпуса, м;

L3 - вертикальный размер, м.

1. Определяется условная поверхность нагретой зоны:

, (8.2)



где:

kЗ - коэффициент заполнения корпуса по объему.

1. Определяется удельная мощность корпуса блока:

, (8.3)



где:

Р - мощность, рассеиваемая в блоке.

1. Определяется удельная мощность нагретой зоны:

, (8.4)



1. Находится коэффициент ?1 в зависимости от удельной мощности корпуса блока:

(8.5)



1. Находится коэффициент ?2 в зависимости от удельной мощности нагретой зоны:

(8.6)



1. Определяется коэффициент КН1 в зависимости от давления среды вне корпуса блока:

, (8.7)



где:

Н1 - давление окружающей среды в Па.

1. Определяется коэффициент КН2 в зависимости от давления среды внутри корпуса блока:

, (8.8)



где:

Н2 - давление внутри корпуса в Па.

1. Рассчитывается суммарная площадь перфорационных отверстий:

, (8.9)



где:

Si - площадь i-го перфорационного отверстия.

1. Рассчитывается коэффициент перфорации:

. (8.10)



1. Определяется коэффициент, являющийся функцией коэффициента перфорации:

. (8.11)



1. Рассчитывается перегрев корпуса блока:

. (8.12)



1. Определяется перегрев нагретой зоны:

. (8.13)



1. Определяется средний перегрев воздуха в блоке:

. (8.14)



1. Определяется удельная мощность элемента:

, (8.15)



где:

РЭЛ - мощность, рассеиваемая элементом, температуру которого требуется определить;

SЭЛ - площадь поверхности элемента омываемая воздухом.

1. Рассчитывается перегрев поверхности элементов:

. (8.16)



1. Рассчитывается перегрев среды, окружающей элемент:

. (8.17)



1. Определяется температура корпуса блока:

, (8.18)



где:

Тс - температура среды окружающей блок.

1. Определяется температура нагретой зоны:

. (8.19)



1. Определяется температура поверхности элемента:

. (8.20)



1. Определяется средняя температура воздуха в блоке:

. (8.21)



1. Определяется температура среды, окружающей элемент:

. (8.22)



Результаты расчета сведены в табл.8.3

Таблица 8.3

Результаты теплового расчета

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент | Значение коэффициента | | | | |
|  | Const | | При Тс=297К | | При Тс=313К |
| Sk | 0,695 | | - | | - |
| Sз | 0,532 | | - | | - |
| qk | 43,2 | | - | | - |
| qk | 56,4 | | - | | - |
| Θ1 | 5,78 | | - | | - |
| Θ2 | 7,44 | | - | | - |
| KH1 | 1,87 | | - | | - |
| KH2 | 1,598 | - | | - | |
| SП | 0,01568 | - | | - | |
| П | 0,055 | - | | - | |
| KП | 0,884 | - | | - | |
| ΘК | 16,06 | - | | - | |
| ΘЗ | 11,8 | - | | - | |
| ΘВ | 7,1 | - | | - | |
| qЭЛ | 66,7 | - | | - | |
| ΘЭЛ | 12,4 | - | | - | |
| ΘЭС | 7,4 | - | | - | |
| TК | - | 40,1 | | 56,06 | |
| TЗ | - | 35,8 | | 51,8 | |
| TЭЛ | - | 36,4 | | 52,4 | |
| TВ | - | 31,1 | | 47,1 | |
| TЭС | - | 31,4 | | 47,4 | |

Перегрев корпуса менее теплостойкого элемента 12,4?C. Максимально допустимый перегрев элементов 30?C. Из анализа полученных результатов заключаем, что при заданных условиях условиях эксплуатации разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров обеспечивается нормальный режим, т.е. рабочие температуры не превышают предельно допустимых величин, таким образом подтверждается правильность выбора типа корпуса (перфорированный) и способа охлаждения (естественный).



**8.3 Полный расчет надежности**

Надежность есть свойство системы сохранять величины выходных параметров в пределах установленных норм при заданных условиях. Под “заданными условиями” подразумеваются различные факторы, которые могут влиять на выходные параметры системы и выводить их за пределы установленных норм.

Для получения более или менее достоверных расчетных данных о надежности разрабатываемого изделия необходимо располагать аналитическими зависимостями, в наилучшей степени характеризующими взаимосвязи параметров элементов с выходными параметрами изделия, степенью влияния параметров элементов на выходные параметры изделия, то есть “вес” каждого элемента в общей надежности изделия. Нужно знать поведение параметров элементов от действующих на них нагрузок, определяющихся режимом их использования и внешними воздействиями. Кроме того, необходимо иметь сведения о вероятности появления возможных уровней режимов и внешних воздействий, а также степени взаимосвязей и взаимозависимостей элементов.

Поскольку элементы в общем случае могут находиться в рабочем режиме различное время, отличающееся от рабочего времени изделия, это также должно учитываться при расчете надежности. Расчет надежности блока интерфейсных адаптеров выполнен с учетом следующих допущений:

* отказы элементов являются случайными и независимыми процессами или событиями;
* учет влияния условий эксплуатации производится приблизительно;
* параметрические отказы не учитываются;
* вероятность безотказной работы элементов от времени изменяется по экспоненциальному закону.

Нам необходимо рассчитать полную надежность блока интерфейсных адаптеров при работе в условиях воздействия повышенных температур.

Исходные данные для расчета надежности блока интерфейсных адаптеров в условиях повышенных температур окружающей Среды приведены в табл.8.4

Таблица 8.4

Исходные данные для расчета надежности при воздействии повышенной температуры окружающей среды

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N  п/п | Наименование  элементов | λ0i•10-6,  1/час | Кол-во элементов | Σλ0i•10-6,  1/час | | kн | α1,2 | α3,4 | П(αi) | τi, час |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | ИМС | 0,08 | 143 | 11,4 | | 0,7 | 2,5 | 2 | 5 | 0,6 |
| 2 | Транзисторы | 0,04 | 3 | 0,12 | | 0,7 | 0,9 | 2 | 1,8 | 0,4 |
| 3 | Диоды | 0,02 | 5 | 0,1 | | 0,7 | 1 | 2 | 2 | 0,4 |
| 4 | Стабилитроны | 0,09 | 1 | 0,02 | | 0,7 | 1 | 2 | 2 | 0,4 |
| 5 | Резисторы постоянные | 0,005 | 199 | 0,995 | | 0,6 | 0,9 | 2 | 1,8 | 0,6 |
| 6 | Резисторы переменные | 0,05 | 1 | 0,05 | | 0,6 | 0,9 | 2 | 1,8 | 0,6 |
| 7 | Конденсаторы керамические | 0,005 | 162 | 0,81 | | 0,6 | 0,15 | 2 | 0,3 | 0,5 |
| 8 | Конденсаторы  ниобиевые | 0,55 | 18 | 9,9 | | 0,5 | 0,3 | 2 | 0,6 | 0,5 |
| 9 | Дроссели | 0.02 | 3 | 0,06 | | 0,4 | 0,9 | 2 | 1,8 | 0,5 |
| 10 | Разъемы | 2,7 | 21 | 56,7 | | 0,5 | 0,7 | 2 | 1,4 | 0,7 |
| 11 | Гнездо | 0,07 | 7 | 0,49 | | 0,4 | 0,65 | 2 | 1,3 | 0,5 |
| 12 | Плата печатная | 0,02 | 7 | 0,14 | | 0,7 | 0,35 | 2 | 0,7 | 3 |
| 13 | Шайба | 0,075 | 156 | 11,7 | | 0,5 | 0,35 | 2 | 0,7 | 0,4 |
| 14 | Резонатор кварцевый | 0,037 | 1 | 0,037 | 0,5 | | 0,9 | 2 | 1,8 | 0,3 |
| 15 | Винты | 0,001 | 96 | 0,096 | 0,5 | | 0,35 | 2 | 0,7 | 0,4 |
| 16 | Соединения пайкой | 0,04 | 6280 | 25,1 | 0,6 | | 1,1 | 2 | 2,2 | 0,2 |
| 17 | Несущая конструкция | 0,3 | 1 | 0,3 | 0,7 | | 0,35 | 2 | 0,7 | 1 |
|  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |

Интенсивность отказов рассчитывается по (8.23)

, (8.23)



где:

λi 0 - справочное значение интенсивности отказа i-го элемента;

m - общее число учитываемых эксплуатационных факторов;

αj - поправочный коэффициент, учитывающий j-ый фактор (температуру-α1; коэффициент электрической нагрузки-α2; влажность-α3; механические воздействия-α4; и другие факторы режима и условий работы элементов αk...αp);

n - общее число элементов конструкции.

В наших расчетах используются комбинированные поправочные коэффициенты:

α1,2 - учитывающий одновременно температуру и электрический режим;

α3,4 - учитывающий одновременно кинематические и механические нагрузки.

Для определения поправочных коэффициентов αj, воспользуемся обобщенными таблицами и графиками [21].

Средняя наработка на отказ данного изделия определяется по (8.24)

. (8.24)



Вероятность безотказной работы рассчитывается по (8.25)

. (8.25)



Среднее время восстановления рассчитывается по (8.26)

(8.26)



где:

qi - вероятность отказа из-за выхода из строя элемента i-ой группы;

k - число групп элементов.

Вероятность восстановления рассчитывается по (8.27)

(8.27)



где:

τ - заданное время восстановления.

Коэффициент готовности рассчитывается по (8.28)

(8.28)



Коэффициент ремонтопригодности рассчитывается по (8.29)

. (8.29)



Вероятность безотказной работы с учетом восстановления рассчитывается по (8.30)

. (8.30)



Доверительные границы для наработки на отказ рассчитываются по (8.31)

; (8.31)



где:

n = 10...15 - число отказов достаточных для определения надежности;

α = 0,9...0,99 - достоверность определения границ;

;



λ2 - функция, определяемая в зависимости от числа степеней свободы и доверительной вероятности.

Параметры надежности, полученные в результате расчета, сведены в табл.8.5

Таблица 8.5

Результаты расчета надежности

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры надежности | Значения |
| Средняя наработка на отказ | 121112,6 |
| Вероятность безотказной работы | 0,92 |
| Среднее время восстановления | 0,3 |
| Вероятность восстановления | 0,99868 |
| Коэффициент готовности | 0,9999 |
| Коэффициент ремонтопригодности | 0,0001 |
| Вероятность безотказной работы с учетом восстановления | 0,98789 |
| Доверительные границы для наработки на отказ | 264315,3...462586,5 |
|  |  |

Как видно из результатов расчета, приведенных в табл.8.5, полученные значения полностью соответствуют заданным в техническом задании.

* 1. **Расчет механической прочности и системы виброударной защиты**

Все виды РЭС подвергаются воздействию внешних механических нагрузок, которые передаются к каждой детали, входящей в конструкцию. Механические воздействия имеют место в работающей РЭС, если она установлена на подвижном объекте, или только при транспортировке ее в нерабочем состоянии, как в случае стационарной и некоторых видов возимой РЭС. При разработке конструкции РЭС необходимо обеспечить требуемую жесткость и механическую прочность элементов.

Под прочностью конструкции понимают нагрузку, которую может выдержать конструкция без остаточной деформации или разрушения. Повышение прочности конструкции достигается усилием конструктивной основы: контроля болтовых соединений, повышение прочности узлов методами заливки и обволакивания. Во всех случаях нельзя допустить образование механической колебательной системы.

**8.4.1 Расчет собственных частот колебаний элементов**

При расчете частот собственных колебаний конструкцию РЭС условно заменяют эквивалентными расчетными схемами, для которых известны аналитические зависимости. Основное условие замены состоит в том, чтобы расчетная схема возможно ближе соответствовала реальной конструкции и имела минимальное число степеней свободы. Так как резонансные частоты вредны для всех радиоэлементов, то при конструировании необходимо хотя бы приближенно определять частоты собственных колебаний элементов [22].

Частоту собственных колебаний резисторов с, закрепленных по способу Б (рис.8.4) можно определить по номограммам [рис.7.7, 22]. Значение собственной частоты резистора f0 = 7 кГц.

Рис. 8.4. Схема крепления резисторов.

При расчете частоты собственных колебаний микросхемы ее представляют в виде консольной конструкции (рис. 8.5).

Рис.8.5 Эквивалентная схема микросхемы.

В этом случае расчет собственной частоты колебаний микросхемы можно произвести по (8.32)

, (8.32)



где:

Е - модуль упругости материала балки, Н/м2. В нашем случае Е = 0,7•1011 Н/м2;

М - сосредоточенная масса. В нашем случае М = 3г.

I - момент инерции балки, м4. Момент инерции для выводов микросхемы рассчитывается по (8.33)

, (8.33)



где:

D - диаметр вывода ИМС. D = 0,5 мм.

м4.



m - приведенная погонная масса. В нашем случае m = 0,015 г/мм.

Подставляя значения в (8.33), получим

кГц.



Так как полученные значения частот собственных колебаний резистора и ИМС на много больше верхней частоты воздействующих вибраций (150 Гц), то можно сделать вывод о том, что элементы не будут усиливать колебания (коэффициент динамичности μ в этом случае равен 1).

**8.4.2 Расчет собственной частоты печатной платы**

Применительно к печатной плате используется следующая формула для расчета собственной частоты:

Гц, (8.34)



где:

Km - коэффициент, учитывающий материал, из которого выполнена плата;

Kb - коэффициент, учитывающий наличие ЭРЭ;

В - коэффициент, зависящий от варианта закрепления пластины и соотношения сторон ;



h - толщина пластины.

, (8.35)



где:

Е - модуль упругости материала, из которого выполнена плата;

ρ - плотность материала, из которого выполнена плата;

ЕS - модуль упругости для стали;

ρS - плотность стали.

, (8.36)



где:

mЭ - масса элементов;

mn - масса платы.

Печатная плата адаптера АРЛС выполнена из стеклотекстолита. Его плотность равна: ρ = 2 г/см3. Коэффициент, учитывающий материал Km = 0,74. Размеры платы (240х160х1,5)мм. Масса элементов - 87г.

По (8.37) определяем массу платы:

, (8.37)



Подставляя значения в (8.37), находим:

г.



Подставляя данные в (8.36), получим:

.



Значение коэффициента В для способа закрепления платы, представленного на рис. 8.6, равно 93.

Рис. 8.6. Способ закрепления платы.

Подставляя значения в (8.34), получим значение собственной частоты платы адаптера АРЛС.

Гц.



Печатная плата должна обладать значительной усталостной долговечностью при воздействии вибраций. Для этого необходимо, чтобы минимальная частота собственных колебаний плат удовлетворяла условию:

, (8.35)



где:

β - безразмерная постоянная, выбирается в зависимости от величины частоты собственных колебаний и воздействующих вибраций, 35.

b - размер короткой стороны платы, 160мм.

nbmax - вибрационные перегрузки в единицах g, 3...10.

Гц.



Условие (8.35) выполняется: , таким образом, плата будет обладать достаточной усталостной долговечностью при воздействии вибраций.



**8.4.3 Расчет и выбор упаковочных виброизоляторов**

Защита РЭС от механических воздействий при транспортировке является довольно сложной задачей, поскольку трудно учитывать случайные толчки, удары, определяемые профилем дороги, колебания отдельных частей транспортных средств и т.п. РЭС, размещаемые в кузове автомобиля, испытывают преимущественно вертикальные, а перевозимые по железной дороге - пространственные колебания (при трогании, торможении и движения состава амплитуда колебаний примерно одинакова по всем трем координатным осям) [23].

Защита РЭС при их транспортировании в упаковочной таре осуществляется с помощью упаковочных виброизоляционных прокладок из различных материалов, пружин или стандартных виброизоляторов. При использовании упаковочных виброизоляционных прокладок необходимо осуществлять выбор их оптимальных геометрических размеров, так как, например, при недостаточной толщине прокладки возможно повреждение упакованного РЭС при воздействии удара, а выбор толщины прокладки больше необходимой для обеспечения защиты приведет к удорожанию упаковки из-за перерасхода виброизоляционного материала.

В настоящее время для изготовления прокладок, используемых в упаковочной таре, применяется гофрированный картон, пенополистирол, пенополиуретан и др. [ 20 ].

К характеристикам прокладок, определяющим эффективность защиты аппаратуры, относят их механические свойства, геометрические параметры (толщину и площадь), а также показатели ползучести материалов прокладок под нагрузкой с течением времени [24].

В качестве материала прокладки выбираем *пенополиуретан ППУ-ЭМ-1*.

Определение оптимальных размеров прокладок можно выполнить по методике [20]. Исходными данными при расчете являются:

* величина максимального ударного ускорения, м/с2 (g) 147 (15);
* предполагаемая высота падения в РЭС в упаковке, мм 500;
* масса РЭС, кг 5;
* геометрические размеры РЭС, м 0,483х0,295х0,264;

Упаковочные прокладки располагают снизу РЭС, а если необходимо, то сверху и с боковых сторон (рис.8.7).

1

2

3

н

Рис.8.7. Расположение прокладок при проектировании упаковки: 1- упаковываемый аппарат; 2 - прокладка; 3 - внешний контейнер.

Для расчета упаковочных прокладок используют номограммы [рис.6.23,20], разработанные для различных материалов.

Расчет оптимальных размеров прокладок производится по номограммам в следующей последовательности [20].

1. Определяется толщина прокладки Т.
2. Определяется требуемая площадь прокладки S. В нашем случае S = 900см2. Находим площадь опорной грани упаковываемого изделия Sо.г. Sо.г = 1424,85см2. Так как расчетное значение площади лежит в пределах Sо.г>S>0,5Sо.г, то изготавливаем четыре одинаковые прокладки, общая площадь которых равна S, поместив их по углам опорной грани.

Полученное значение толщины прокладки Т=90мм.

После определения размеров прокладок проверяем возможность местного выпучивания прокладки. Она осуществляется проверкой неравенства

. (8.36)



Подставляя полученные значения в (8.36), получим



Так как неравенство (8.36) выполняется, то можно сделать вывод о том, что рассчитанные размеры и выбранный материал прокладки обеспечат защиту от транспортируемого изделия механических воздействий.

**8.5 Расчет конструктивно-технологических параметров печатной платы. Выбор и обоснование методов изготовления печатной платы**

**8.5.1 Выбор и обоснование методов изготовления печатной платы**

Метод изготовления печатной платы выбран на основании ОСТ 4 ГО 054. 043 и ОСТ 4 ГО 054. 058. В соответствии с ними существуют следующие методы: комбинированный (позитивный и негативный), химический, металлизация сквозных отверстий для изготовления многослойных печатных плат.

Исходя из особенностей электрической схемы, элементной базы разрабатываемого устройства и конструктивных характеристик печатных плат, изготавливаемых различными методами, выбираем комбинированный позитивный метод изготовления печатных плат.

Как было отмечено в техническом задании, схема электрическая принципиальная блока интерфейсных адаптеров разделена на семь функциональных блоков. Каждый блок размещен на отдельной печатной плате. Трассировка плат ведется по двум сторонам, что упрощает разводку проводников и позволяет уменьшить размеры печатной платы. Монтажные отверстия должны иметь металлизацию.

При разработке печатной платы следует учитывать следующие рекомендации:

* питающие проводники и «земля» должны иметь минимальное сопротивление и длину;
* «сигнальные» проводники должны иметь минимальные участки, где они проходят параллельно;
* размещение проводников на разных сторонах печатной платы желательно перпендикулярно или под углом 45°.

Особые требования при разработке печатных плат предъявляются к контактным площадкам и ширине проводников.

**8.5.2 Расчет конструктивно-технологических параметров печатного монтажа**

В данном разделе проводится расчет параметров печатного монтажа платы адаптера АРЛС. Двусторонняя печатная плата изготавливается комбинированным позитивным методом и имеет 3-й класс точности. Исходными данными являются: толщина фольги 35 мкм, максимальный ток через проводник 423 мА, максимальная длина проводника 0,6 м, допустимое падение напряжения на проводнике 0,2 В, максимальный диаметр выводов микросхем 0,5 мм, размеры платы 160х240 мм2, расстояние между выводами микросхемы 2,5 мм.

1.Определяем минимальную ширину, мм, печатного проводника по постоянному току для цепей питания и заземления:

, (8.37)



где:

Imax - максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках;

jдоп - допустимая плотность тока, выбирается в зависимости от метода изготовления [ табл. 4.5, 25]. В нашем случае jдоп = 48 А/мм2;

t - толщина проводника, мм.

Подставляя значения в (8.37), получим:

мм.



2.Определяем минимальную ширину проводника, мм, исходя из допустимого падения напряжения на нем:

, (8.38)



где:

ρ - удельное объемное сопротивление.

Для нашего случая ρ = 0,0175 Ом•мм2/м [табл. 4.5, 25];

UДОП - допустимое падение напряжения.

Подставляя значения в (8.38), получим:

мм.



3.Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий d:

, (8.39)



где:

dЭ - максимальный диаметр вывода устанавливаемого ЭРЭ;

Δdн.о - нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия [табл. 4.6, 25]. Δdн.о = 0,1;

r - разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода ЭРЭ, ее выбирают в пределах 0,1...0,4 мм.

мм.



4.Рассчитываем диаметр контактных площадок. Минимальный диаметр, мм, контактных площадок для ДПП, изготовляемых комбинированным позитивным методом:

при фотохимическом способе получения рисунка

, (8.40)



где:

hф - толщина фольги;

Dmin - минимальный эффективный диаметр площадки:

, (8.41)



где:

bм - расстояние от края просверленного отверстия до края контактной площадки;

δd и δp - допуски на расположение отверстий и контактных площадок.

dmax - максимальный диаметр просверленного отверстия, мм:

, (8.42)



где:

Δd - допуск на отверстие.

В нашем случае bм = 0,035 мм, δp = 0,25 мм, δd = 0,1 мм, Δd = 0,05 мм [табл.4.6,25].

Подставляя значение Δd в (8.42), получим:

мм.



Подставляя значения bм , δp, δd, dmax в (8.41), получим:

мм.



Подставляя полученное значение D1min в (8.40), получим:

мм.



Максимальный диаметр контактной площадки

. (8.43)



мм.



5.Определяем ширину проводников. Минимальная ширина проводников, мм, для ДПП, изготовляемых комбинированным позитивным методом:

при фотохимическом получении рисунка

, (8.44)



где:

b1min - минимальная эффективная ширина проводника, b1min = 0,18 мм для плат 1-, 2-, 3-го класса точности. Подставляя значение b1min в (8.44), получаем

мм.



Максимальная ширина проводников

. (8.45)



мм



6.Определяем минимальное расстояние между элементами проводящего рисунка.

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой

, (8.46)



где:

L0 - расстояние между центрами рассматриваемых элементов;

δl - допуск на расположение проводников. В нашем случае δl = 0,05 мм [табл.4.6, 25].

Подставляя значения в (8.46), получим:

мм.



Минимальное расстояние между двумя контактными площадками

. (8.47)



мм.



Минимальное расстояние между двумя проводниками

. (8.48)



мм



Таким образом, параметры печатного монтажа отвечают требованиям, предъявляемым к платам 3-го класса точности.

**8.6 Расчет электромагнитной совместимости**

В данном разделе проводится определение работоспособности устройства сопряжения с АРЛС в условиях воздействия перекрестных помех в линиях связи. Расчет производим по методике [25].

Расчет будем производить для проводников расположенных на одной стороне печатной платы и идущих параллельно (рис.8.8)

b

b

a

1

W

2

Рис. 8.8. Схема расположения проводников на печатной плате:

1 - основание печатной платы; 2 - проводник.

Устройство сопряжения с АРЛС выполнено на двусторонней печатной плате третьего класса точности из стеклотекстолита СФ2-35Г-2,0, покрытой лаком УР-231. Ширина проводников и расстояние между ними равны 1,5 мм. Максимальная длина области связи проводников - 0,14 м. Максимальное напряжение в активной линии составляет 1,7 В на частоте 1 МГц. В схеме использованы микросхемы серии К1533.

В состоянии логической «1» помеха слабо влияет на срабатывание микросхем, поэтому рассмотрим случай, когда на входе микросхемы логический «0». При этом U «0»вх = 0,5 В, I «0»вх = 0,4 мА, U «0»вых = 0,5 В, I «0»вых = 4 мА. Тогда можно определить входное сопротивление по (8.49) и выходное сопротивление по (8.50).

. (8.49)



Ом.



. (8.50)



Ом.



Исходными данными для расчета являются:

* Е - напряжение генератора в активной линии связи, В 1,7;
* w - круговая частота, МГц 6,28;
* R«0»вх, Ом 1250;
* R «0»вых, Ом 125;
* εr - относительная диэлектрическая проницаемость

среды между проводниками 5;

1. Определяем взаимные емкости С и индуктивности М линий связи по (8.51) и (8.52) соответственно

. (8.51)



пФ.



. (8.52)



мГн.



1. Вычисляем сопротивление изоляции между проводниками

, (8.53)



где:

ρкв - удельное поверхностное сопротивление основания печатной платы. Для стеклотекстолита ρкв = 5•1010 Ом. Подставив данные в (8.53), получим

Ом.



3.Определяем действующее напряжение помехи на сопротивлениях

R «0»вх и R «0»вых

. (8.54)



В.



4. Сравниваем действующее напряжение помехи с помехоустойчивостью микросхемы. Для К1533 UП = 0,5 В. Следовательно, действие помехи не приведет к нарушению работоспособности платы устройства сопряжения с АРЛС.

**9. АНАЛИЗ И УЧЕТ ТРЕБОВАНИЙ ЭРГОНОМИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ**

Максимально допустимые размеры ЛП определяются исходя из горизонтального и вертикального угловых размеров зоны периферичеcкого зрения оператора и требуемого расстояния l до ЛП [26, рис. 2.1]. Максимальная длина ЛП равна

, (9.1)

где:

αгор - горизонтальный угол обзора ЛП.

Максимальная высота

, (9.2)

где:

αверт - вертикальный угол обзора ЛП.

Для зоны периферического зрения оператора принимают αгор = 90°, αверт =75°. Применительно к разрабатываемому устройству l = 0,8 м при общем числе элементов Nэл = 14. Тогда

м.

м.

Минимально допустимые размеры ЛП определяются из следующих соображений. В соответствии с эргономическими требованиями в поле зрения, ограниченном углом зрения 10°, должно размещаться 4...8 элементов ЛП (для расчета принимаем 4 элемента). Тогда площадь зрения Sпз на ЛП, ограниченная указанным углом 10°, может быть вычислена по формуле

. (9.3)

м2.

При числе элементов Nэл, размещаемых на ЛП, минимальная площадь ЛП, удовлетворяющая эргономическим требованиям, равна

. (9.4)

м2.

Фактическую площадь ЛП выбирают, как

, (9.5)

где:

КЛП - коэффициент использования площади, обычно равный КЛП = 0,4...0,7. Для разрабатываемой панели примем КЛП = 0,45. Тогда

м2.

Тогда линейные размеры находятся следующим образом.

Один из размеров выбирается из стандартного ряда габаритов, а оставшийся находится по (9.6). Выбираем высоту панели Н = 0,295 м.

, (9.6)

где:

Н - выбранный стандартный размер. Подставляя значение Н в (9.6), получим

м.

Округляем значение до L = 0,485 м.

Полученные значения размеров ЛП соответствуют размерам корпуса блока интерфейсных адаптеров, полученным в результате компоновочного расчета.

**10. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ, ВЛАГИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УДАРА, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

**10.1 Защита от коррозии**

К мерам защиты от климатических воздействий относятся выбор соответствующих материалов и качество обработки поверхности изделия. 0сновного внимания при этом заслуживает опасность коррозии, под которой понимают распространяющееся от поверхности разрушение твердого тела под действием химических и электрохимических факторов. Защита от коррозии осуществляется путем образования естественных защитных слоев с помощью окраски, химической и электрохимической обработки поверхности и т.д. Защитный слой выбирается в соответствии с классом коррозионной нагрузки, запланированным сроком службы и положением детали в приборе или в пространстве.

Класс коррозионной нагрузки характеризует среднестатистическое состояние атмосферы в месте эксплуатации изделия, определяющее коррозионное воздействие атмосферы на него. Эти классы позволяют выбрать мероприятия, необходимые для защиты от коррозии.

Класс коррозионной нагрузки указывают комбинацией обозначений вида и степени нагрузки. Вид нагрузки определяет специфические загрязнения воздуха, вызывающие коррозию изделия, и обозначается буквой от А до D. Степень нагрузки зависит от климатической зоны, категории установки и содержания примесей и обозначается цифрой от 1 до 5.

**Выбор материала и защита поверхности**

Выбор материала зависит от требований, связанных с выполнением функции прибора, и от коррозионных свойств. При этом необходимо принимать во внимание пару взаимодействующих материалов. Интенсивность коррозии зависит от разности потенциалов, возникающей в месте касания металлов.

При выборе материалов с учетом их электрохимических потенциалов необходимо руководствоваться следующим:

* разность потенциалов двух металлов должна быть малой;
* металлы следует покрывать защитными слоями, изолирующими их друг от друга;
* площади касания различных металлов должны быть малыми, так как увеличение этих площадей приводит к удалению контактной коррозии.

**Нанесение металлического покрытия**

Металл, имеющий более положительный потенциал по сравнению с контактирующим с ним металлом, необходимо покрыть защитным металлическим слоем в месте касания и вокруг него. Выбор металла для защитного слоя производится с учетом электрохимических потенциалов, технологии нанесения покрытия, условий коррозионного воздействия, а также класса коррозионной нагрузки; запланированного срока службы; материала и расположения детали; требуемого вида поверхности; способа получения защитного слоя.

**Изоляция**

Электрический контакт между двумя касающимися металлами может быть предотвращен с помощью использования, например, металлических клеев вместо электрически проводящих соединений или - в случае механически малонагруженных соединений - с помощью окраски.

**Защита от воздействия вспомогательных материалов**

Вспомогательные материалы, используемые при изготовлении детали, могут оказывать агрессивное воздействие как на эту деталь, так и на другие детали. Особенно активны при этом формальдегид, кислоты, хлориды. Мерами защиты могут быть ограничение воздействия (например, многократная промывка печатных плат от травильного раствора или использование бескислотных флюсов), нанесение защитных покрытий (например, покрытие печатных плат лаком), выбор рациональной конструкции узла (например, отдельное расположение батарей).

**Кадмирование и цинкование**

Из соображений экономичности для защитных покрытий наиболее часто используют цинк и кадмий. Коррозионная стойкость цинковых и кадмиевых покрытий может быть значительно повышена последующим пассивированием (хроматированием или фосфатированием). Контактным способом наносят серебро, никель, хром и олово, которые могут быть осаждены на основной металл из водных растворов. Вследствие ограничения запасов и постоянно повышающейся стоимости кадмия в электротехнике для покрытий наиболее часто используется цинк. Но полностью заменить кадмий цинком невозможно, так как последний очень чувствителен к коррозионным воздействиям, появляющимся внутри прибора при относительной влажности выше 75-80%. При использовании оцинкованных деталей необходимо, кроме того, предотвращать их длительный контакт с конденсатом при эксплуатации, транспортировке и хранении. В общем случае при выборе защитного покрытия следует учитывать коррозионные свойства отдельных слоев и агрессивных сред, которые могут появиться внутри прибора.

**Окраска**

Обычно окраску осуществляют в два приема: вначале наносят грунтовый, а затем покровный слой. Грунт предназначен для пассивации защищаемой поверхности, а также для обеспечения надежной связи покровного слоя с основным материалом. Покровный слой состоит из слоев грунтовой краски и лака, причем грунтовая краска предназначена для надежного соединения грунта с покровным слоем, служащим для непосредственной защиты от воздействий окружающей среды, а также для подготовки к нанесению лакового слоя.

Как показывает практика, коррозия деталей из черных металлов, особенно мелких, начинается на кромках, так как слой краски на них недостаточен. Здесь появляется подоплечная коррозия, которая постепенно приводит к отслоению защитного покрытия. Подобный процесс развивается в заклепках, резьбовых и сварных швах. Для предотвращения таких явлений необходима дополнительная защита кромок.

Преждевременное старение и разрушение пластмассовых деталей может наблюдаться при поглощении ими влаги, под действием агрессивных сред и тепловых нагрузок (сопровождающихся размягчением и охрупчиванием материалов), бактерий, термитов, плесени и т.д. Поэтому необходимо изучение свойств этих деталей в экстремальных внешних условиях.

В разрабатываемой конструкции блока интерфейсных адаптеров защита от коррозии предусмотрена выбором материалов (сплав АМг обладает высокой коррозионной стойкостью), цинкованием деталей, изготовленных из сплава Д16.

**10.2 3ащита от воздействия влаги**

Приборы требуют защиты от влаги для предотвращения от корродирования, которое влечет за собой сокращение срока службы, уменьшение надежности, изменение электрических, и механических параметров, вплоть до отказа. Одним из средств защиты приборов и конструктивных элементов от влаги является герметизация, которая может быть осуществлена только при использовании металлов для герметичных корпусов и неорганических материалов в качестве герметиков. В последнее время по экономическим причинам все более широкое применение находят пластмассы. Однако пластмассы в большей или меньшей степени влагонепроницаемы, что требует их очень тщательного отбора в каждом конкретном случае использования.

Как правило, все материалы, особенно пластмассы, имеют требуемые свойства только при определенных температурах и влажности. При слишком большой влажности пластмассы могут набухать, при слишком сухо атмосфере - охрупчиваться. При падении температуры ниже точки росы, возможно также осаждение воды.

В разрабатываемой конструкции защита от воздействия влаги предусмотрена нанесением анодно-окисных покрытий на металлические детали, а также окраской пластмассовых деталей.

**10.3 Защита от электрического удара**

Защиту от электрического удара для электронных приборов и устройств подразделяют на защиту от непосредственного касания при нормальной работе и защиту от косвенного касания в случае ошибки.

Электронные приборы и устройства аппаратуры связи, электронные измерительные приборы и бытовые устройства, кроме общих требований к электрическим установкам, должны дополнительно отвечать также и специальным требованиям к их безопасности.

**Защита от прямого касания при нормальной работе**

Все детали (например, проводники), во время работы, находящиеся под напряжением, должны быть изолированы, экранированы или расположены так, чтобы была предотвращена возможность их касания обслуживающим персоналом. Кожухи и экраны приборов должны быть выполнены так, чтобы их нельзя было снять без использования инструментов.

В электронных приборах все находящиеся под напряжением выводы, касание которых опасно, должны быть соответствующим защищены и расположены на определенном безопасном расстоянии от других токоведущих элементов, касание которых возможно. Защита должна быть гарантирована при касании элементов в любой последовательности. Отверстия в корпусах должны быть выполнены так, чтобы была обеспечена степень защиты, требуемая для данного прибора. Правильность расположения отверстий в электронных бытовых приборах проверяют с помощью испытательных оправок.

**Защита от косвенного касания в случае ошибки**

Открытые для касания детали электронных приборов и устройств, не находящиеся под напряжением (например, корпуса) должны быть выполнены так, чтобы даже в аварийном случае на этих деталях не могло появиться опасное напряжение. Для всех электротехнических устройств и электронных приборов номинальным напряжением U=1кВ (для переменного тока) и U=1,5кВ (для постоянного тока) необходимое последовательное выполнение требований в соответствии с классом их защиты. Защитные мероприятия не требуются: для приборов с установившемся током короткого замыкания 20 мА; для приборов с батарейным электропитанием и преобразователем напряжения, если выходная мощность преобразователя не превышает 2 Вт при его внутреннем сопротивлении не менее 10 кОм; для элементов приборов, которых можно касаться только при снятии напряжения и в которых приняты меры для предотвращения подачи напряжения на касаемые детали (например, на детали внутри выдвижных блоков); для металлических деталей крепления проводов и кабелей.

Степень защиты не должна снижаться в результате работы прибора или воздействий со стороны окружающей среды. Так, в электронных приборах резьбовые соединения должны быть дополнительно застопорены с помощью пружинных шайб, а паяные - путем закрутки или загиба концов проводов в отверстиях для пайки, чтобы защита от касания не могла быть снижена при случайном ослаблении этих соединений.

**Классы защиты**

Классом защиты определяются мероприятия, в результате которых должно быть предотвращено появление опасных в отношении касания напряжений на деталях электротехнических и электронных устройств и приборов, при нормальных условиях, не находящихся под напряжением. При этом различают класс защиты I (защитное заземление, для чего предусматриваются, например, места подключения защитного проводника, соединители (штекеры) с защитным контактом и т.д.), класс защиты II (защитная изоляция) и класс защиты III (защитное пониженное напряжение).

В разрабатываемой конструкции защита от поражения электрическим током предусмотрена защитным заземлением. Каждая функционально-законченная часть блока интерфейсных адаптеров присоединяется к заземляющей вставке.

**10.4 Защита от действия внешних электромагнитных полей**

Эффективной защитой от воздействия электрических полей является экранирование, которое снижает энергию внешнего электромагнитного поля, а также помехи и влияние прибора на внешнюю среду. Причинами паразитных наводок на прибор являются внешние источники помех, а также образование межкаскадных связей под влиянием электростатических и электромагнитных полей.

В зависимости от типа и частоты поля различают экранирование электрических и магнитных полей высокой и низкой частот. Часть электромагнитной энергии отражается от поверхности экрана, часть проникает в него. В свою очередь, определенная доля энергии, проникшая в экран, отражается от его другой стенки, остальная энергия проходит сквозь экран насквозь. Достигаемое при этом ослабление поля называется экранирующим действием, отношение напряженностей полей за экраном и перед ним - эффективностью экранирования, а выражаемый в децибелах логарифм величины, обратной этому коэффициенту, - затуханием экранирования.

В разрабатываемой конструкции источником электромагнитных полей является блок питания. Конструктивно блок питания выполнен в металлическом корпусе, который одновременно является экраном, что исключает влияние его на элементы схемы. Корпус блока интерфейсных адаптеров выполнен из алюминиевого сплава, что обеспечивает защиту элементов схемы от внешних электромагнитных полей.

**10.5 Защита от механических нагрузок**

Механические нагрузки, которые испытывают приборы и окружающая среда, обусловлены, в частности, динамическими воздействиями на них в виде колебаний и ударов. Защита от этих нагрузок возможна с помощью демпфирования, изоляции и гашения колебаний с помощью дополнительных масс. Целями мероприятий по защите от воздействия механических нагрузок являются: обеспечение выполнения прибором, испытывающим механические нагрузки, заданной ему функции; повышение точности, надежности и срока службы приборов, защита обслуживающего персонала от шума и вибраций.

При воздействии определенных входных величин на систему прибор-место установки появляющиеся деформации рабочих элементов, напряжения конструктивных элементов или колебания соседних деталей не должны превышать заданных значений.

**Снижение колебательных и ударных нагрузок**

При проектировании необходим точный расчет их колебаний, который позволяет исключить в последующем работы по снижению колебательных нагрузок. Точный расчет предполагает точное знание параметров колебаний рассматриваемой системы. Различают следующие мероприятия по снижению колебательных и ударных нагрузок:

* первичные мероприятия - уменьшение влияния возбуждающих величин путем демпфирования, активной изоляцией или гашения колебаний в месте их возникновения;
* вторичные мероприятия - изменение передаточной функции колебательной системы с помощью предотвращения ее резонанса и использования пассивной изоляции.

В принципе, конструктор может снизить механические колебательные и ударные нагрузки на прибор и окружающую среду тремя путями: демпфированием; изоляцией колебательной системы и гашением этих нагрузок. Гашение колебаний применяется в станко - и в крупном приборостроении.

**Демпфирование колебаний и ударов**

Снижение колебательных и ударных нагрузок путем демпфирования возможно за счет механических или электрических демпферов. В качестве механических демпферов могут использоваться также клапаны, заслонки (дроссели) или сильфоны.

**Изоляция колебаний и ударов**

Под изоляцией колебаний понимают уменьшение или предотвращение распространения колебаний с помощью изоляторов (упругих элементов).

Для эффективной изоляции частота возбуждения должна значительно отличаться от собственной частоты изолятора, так как в ином случае могут развиваться так называемые частоты пробоя.

Прибор должен быть установлен или подвешен на изоляторах. При этом изоляция колебаний будет эффективной, если собственные частоты изолируемой системы меньше самой низкой гармоники частоты возбуждения.

Конструктивно блок интерфейсных адаптеров предусматривает установку в стойку, поэтому защита от воздействия вибраций и ударных нагрузок предусматривается у стойки в целом

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**1 Расчет коэффициента технологичности**

Под технологичностью конструкции (ГОСТ 18831-73) понимают совокупность ее свойств, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовления, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями конструкций изделий того же назначения при обеспечении заданных показателей качества.

Устройство сопряжения с АРЛС является составной частью блока интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения, который относится к электронным устройствам. Коэффициенты технологичности устройства сопряжения с АРЛС рассчитываются следующим образом.

1. Коэффициент использования микросхем и микросборок определяется по формуле:

, (1.1)

где *НМС* - общее количество микросхем и микросборок в изделии в

штуках;

*НЭРЭ* - общее количество ЭРЭ в штуках.

1. Коэффициент автоматизации и механизации монтажа определяется по формуле:

, (1.2)

где *НА.М*. - количество монтажных соединений, которые осуществля-

ются механизированным или автоматизированным спосо-

бом;

*НМ* - общее количество монтажных соединений.

3. Коэффициент механизации и автоматизации подготовки ЭРЭ к

монтажу определяется по формуле:

, (1.3)

где *НМ.П.ЭРЭ* - количество ЭРЭ в штуках, подготовка которых осуще-

ствляется механизированным или автоматизированным

способом;

1. Коэффициент механизации контроля и настройки определяется по формуле:

, (1.4)

где *НМ.К.Н*. - количество операций контроля и настройки, которые

осуществляются механизированным или автоматизированным способом;

*НК.Н*. - общее количество операций контроля и настройки.

1. Коэффициент повторяемости ЭРЭ определяется по формуле:

, (1.5)

где *НТ.ЭРЭ* - количество типоразмеров ЭРЭ в изделии, определяемое

габаритными размером ЭРЭ.

1. Коэффициент применяемости ЭРЭ определяется по формуле:

(1.6)

где *НТ.ОР.ЭРЭ* - количество типоразмеров оригинальных ЭРЭ в изделии.

1. Коэффициент прогрессивности формообразования деталей определяется по формуле:

, (1.7)

где *ДПР* - количество деталей в штуках, которые получены прогрессивными методами формообразования;

*Д* - общее количество деталей в изделии в штуках.

Расчет комплексного показателя технологичности производится по формуле:

(1.8)

где *Ki* - частный показатель технологичности;

*ϕi* - коэффициент веса, показывающий влияние частного показа-

теля на комплексный.

*S -* общее количество относительных частных показателей.

Поскольку данное устройство является электронным, то нормативное значение комплексного показателя технологичности составляет 0.5-0.8. Расчетное значение комплексного показателя технологичности составляет 0.75. Исходя из этого можно сделать вывод о достаточной технологичности конструкции.

**10.2 Технология изготовления печатной платы**

Структура базовых технологических процессов изготовления двусторонних печатных плат состоит из набора типовых технологических операций, для осуществления которых разработаны различные методы выполнения и технологическое оснащение. Выбор содержания операций определяется требованиями, предъявляемыми к готовым ПП, производительностью оборудования, условиями производства и экономической эффективностью процесса [ ].

Входной контроль материалов на предприятии-изготовителе ПП предназначен для обеспечения гарантированного качества получаемой продукции. При его проведении определяется соответствие физико-механических и эксплуатационных свойств материалов требованиям технических условий. Контролю подвергается каждая партия поступающего диэлектрика, фоторезиста. Качество диэлектрических материалов оценивается визуально или путем проведения специальных испытаний. При визуальном осмотре проверяется отсутствие на поверхности фольги и диэлектрика трещин, царапин, проколов и других видимых дефектов. Электроизоляционные и механические свойства контролируются по стандартным методикам. Особое внимание уделяется технологическим свойствам материалов: штампуемости, короблению, способностью к металлизации и др. Также проверяются и постоянно корректируются электрофизические и химические параметры используемых химических сред на операциях травления, металлизации.

Двусторонние печатные платы (ДПП) изготавливают преимущественно комбинированным позитивным методом. В качестве основания для печатного монтажа используют двусторонний фольгированный стеклотекстолит, на котором формируется проводящий рисунок путем удаления фольги с непроводящих участков. Металлизация монтажных отверстий привела к созданию комбинированных методов изготовления ПП.

Комбинированный позитивный метод состоит из следующих операций:

* получение контура заготовки;
* подготовка поверхности заготовки;
* нанесение позитивного рисунка схемы;
* нанесение защитного слоя лака (эмаль ХСЭ, ХСЛ) для предохранения химически активных растворов при химической металлизации, количество слоев 2-3, нанесение окунанием, поливом или с помощью краскораспылителей, сушка в сушильных печах в течение 20-40 мин при 60-80 °С;
* сверление отверстий в плате;
* химическое меднение отверстий; толщина слоя 1-2 мкм; скорость 20-30 мкм/ч;
* гальваническое меднение до толщины 25-30 мкм, удаление защитного слоя лака;
* нанесение металлического резиста для защиты проводников и отверстий от травления (гальваническое покрытие сплавами олово-свинец) толщиной 20-25 мкм;
* удаление фоторезиста;
* травление пробельных мест;
* оплавление металлического резиста - необходимо для удаления припоя из покрытий и улучшения паяемости покрытия.

Гальванически нанесенный металлический резист сплав олово-свинец имеет пористую структуру, быстро окисляется, теряет способность к пайке. Для устранения этих недостатков проводят оплавление резиста с помощью ИК излучения в жидкости (глицерине) или газе. В результате покрытие приобретает структуру металлургического сплава и при толщине 8-15 мкм приобретает хорошую паяемость;

* контроль платы, маркировка.

При изготовлении заготовок их размеры определяются согласно требованиям чертежа и наличию по всему периметру технологического поля, на котором выполняются фиксирующие отверстия для базирования деталей в процессе изготовления и текстовые элементы. Ширина технологического поля не превышает 10 мм. Получают заготовки различными методами в зависимости от типа производства. В крупносерийном и массовом производстве раскрой листового материала осуществляют штамповкой на кривошипных или эксцентриковых прессах с одновременной пробивкой фиксирующих отверстий. При этом коэффициент использования материала должен быть высоким, а контур не иметь трещин и расслоений. Качество заготовки определяется правильным выбором зазора между пуансоном и матрицей, геометрией рабочих частей штампа, усилием вырубки, а также применением подогрева (60-100 °С), который рекомендуется в тех случаях, когда платы имеют сложный наружный контур с резкими выступами и толщину свыше 2 мм.

В качестве инструмента применяют вырубные штампы, рабочие элементы которых изготовлены из инструментальной легированной стали марок X12M, X12Ф1 или металлокерамического твердого сплава марок ВК-15, ВК-20. Стойкость штампов при вырубке заготовок из стеклотекстолита 1,5-2 тыс. ударов.

Подготовка поверхности заготовки включает очистку исходных материалов от оксидов, жировых пятен, смазки и других загрязнений, специальную обработку диэлектриков, а также контроль качества выполнения операции. В зависимости от характера и степени загрязнений очистку проводят механическими, химическими, электрохимическими, плазменными методами и их сочетанием. Для удаления оксидного слоя с поверхности фольги используют механическую очистку абразивными кругами, крацевальными металлическими щетками, щетками из капрона или нейлона, на которые подается абразивная суспензия.

Для очистки монтажных отверстий от наволакивания смолы и других загрязнений и для увеличения производительности при обработке ПП применяют гидроабразивную обработку или чистку вращающимися щетками из синтетического материала с введенными в его состав абразивными частицами. Образование шероховатой поверхности после механической обработки способствует растеканию флюса и припоя, т.к. риски являются мельчайшими капиллярами.

Химическая обработка заключается в обезжиривании, травлении. Обезжиривание изделия проводят в растворах щелочей или органических растворителей: ацетоне, бензине, четыреххлористом углероде и т.д. путем протирки, погружения, распыления, обработки в паровой фазе или в УЗ ванне. Современное оборудование для очистки имеет блочно-модульную конструкцию с программным управлением. Оно снабжается устройствами для регенерации моющих веществ и сушки изделий. Удаление оксидных пленок осуществляется в растворах кислот и щелочей. Наиболее эффективно удаление оксидной пленки осуществляется в 10 %-ном растворе соляной кислоты.

Высокое качество и производительность обеспечиваются плазменной очисткой ПП, которая устраняет использование токсичных растворителей, кислот и щелочей, а следовательно, и их вредное воздействие на обслуживающий персонал, материалы обработки и окружающую среду. Установка плазмохимической обработки с программным управлением УПХО-П предназначена для удаления диэлектрика с торцов контактных площадок. Карусельный принцип позволяет обрабатывать при одной загрузке до 8 плат размером 400х800, 16 плат размером 500х500 или 64 платы размером 220х170 мм. Плазмообразующий газ, состоящий из кислорода (70 %) и тетрафторметана, подается в камеру со скоростью 600-900 см2 /мин. Давление в камере 20-40 Па, рабочая частота плазмотрона 10-15 МГц, длительность операции очистки пакета 10-16 мин.

Контроль качества подготовки металлических поверхностей ПП проводят по полноте смачивания их водой. Состояние диэлектрических поверхностей проверяют микроскопическими исследованиями, измерением величины шероховатости, проведением пробной металлизации и оценкой прочности сцепления металлического слоя с основанием.

Нанесение рисунка схемы необходимо при осуществлении процессов металлизации и травления. Рисунок должен иметь четкие границы с точным воспроизведением узких линий, быть стойким к травильным растворам, не загрязнять платы и электролиты, легко сниматься после выполнения своих функций.

Перенос рисунка печатного монтажа на фольгированный диэлектрик осуществляется следующими методами: фотографическим, сеткографическим, офсетной печати.

Фотографический метод позволяет получить минимальную ширину проводников и расстояний между ними 0,1-0,15 мм с точностью воспроизведения до 0,01 мм. Этот метод включает нанесение фоторезиста на подготовленную поверхность заготовки, экспонирование через фотошаблон, проявление рисунка, дубление, контроль качества рисунка, ретуширование и удаление фоторезиста.

Фоторезисты разделяются на два типа: негативные и позитивные. Негативные под действием излучения образуют защитные участки рельефа. В результате фотополимеризации и задубливания освещенные участки перестают растворяться и остаются на поверхности подложки. Позитивные передают баз изменений рисунок фотошаблона, при обработке экспонированные участки разрушаются и вымываются. Позитивные фоторезисты имеют более высокую разрешающую способность, чем негативные.

Фоторезист (ФР) может быть жидким и сухим (пленочным). Жидкие ФР значительно дешевле пленочных и для работы с ними требуется несложное оборудование. Прост в нанесении (центрифуга). Но жидкий ФР имеет малый срок хранения. Пленочные ФР значительно упрощают тех. процесс: исключаются процессы сушки, дублирования, ретуширования. Он обеспечивает равномерное нанесение защитных слоев при наличии монтажных отверстий.

При использовании жидких фоторезистов заготовки ПП с нанесенным светочувствительным слоем подвергаются сушке - сначала в стационарных печах в течение 10-15 мин при 50 °С, а затем в конвейерных печах в течение 3-5 мин при 70 °С. Для повышения защитных свойств фоторезиста на основе ПВС после экспонирования и проявления проводят его окрашивание в метилвиолете, термическое дубление при 150 °С в течение 4 - 4,5 ч и химическое дубление в растворе хромового ангидрида. Фоторезист с участков схемы, не подвергшихся экспонированию, удаляется после травления или нанесения металлического резиста в растворе щелочи (для ПВС) или повторной засветкой (для ФП-383). Выполнение перечисленных операций при получении защитного рисунка в массовом производстве проводится на автоматических конвейерных линиях, состоящих из отдельных секций и модулей.

При использовании сухих пленочных фоторезистов технология образования защитного рисунка ПП значительно упрощается и полностью автоматизируется. Наносят СПФ посредством ламинатора, а проявляют его на установках струйного типа. Процесс включает последовательное прохождение секций предварительного проявления в струях раствора, окончательное проявление в струях чистого растворителя, промывку водой и сушку сжатым воздухом. Аналогично действует и установка снятия сухого пленочного фоторезиста [ ].

Защитный рисунок методом сеткографии получают продавливанием краски через сетчатый трафарет вручную или на автоматическом оборудовании, которое состоит из загрузочного устройства, машины для термической рихтовки плат, сеткографического станка, сушильной печи и накопителя готовых изделий. Загрузка ПП в станок происходит посредством ленточного конвейера подъемно-опускаемого типа. Подведенная им заготовка фиксируется в рабочей зоне на штифтах с точностью ±25 мкм и закрепляется с помощью вакуумной системы на расстоянии 1-3 мм от сетчатого трафарета. Синхронно дозирующим устройством краска подается в зону обработки, а ракель автоматически продавливает ее через ячейки трафарета. В системе управления ракелем регулируются угол наклона, скорость движения, величина давления и диапазон хода. Время, затрачиваемое на один цикл печатания, составляет 5-7 с. Закрепление краски на заготовке осуществляется длительной сушкой, а удаление - промывкой в растворителе.

Полученный рисунок ПП контролируется визуально, а также посредством различных оптических приборов, регистрирующих дефекты. Незначительные дефекты (поры, трещины, отслоения) в случае их обнаружения ретушируются лаком, а при невосстанавливаемом браке рисунок на ПП наносят повторно.

В дипломном проекте используется фотографический метод получения позитивного рисунка.

Сверление отверстий в плате производится на специальных одно- и многошпиндельных сверлильных станках с ЧПУ. Оптимальная частота вращения шпинделя составляет 12000-45000 оборот/мин. Скорость резания 25-50 м/мин. Для обработки отверстий используются специальные сверла из металлокерамических твердых сплавов ВК-6М, ВК-8М. Их стойкость при обработке фольгированных стеклотекстолитов составляет 3-7 тыс. отверстий, при наличии лакового покрытия на ПП стойкость инструмента уменьшается в 2-3 раза. Увеличение температуры в зоне обработки при сверлении приводит к наволакиванию размягченной смолы на кромки контактных площадок, препятствующему металлизации отверстий. Для устранения этого недостатка применяются охлаждающие агенты не содержащие смазок (вода, водяной туман); двойное сверление. Однако эти методы малоэффективны в условиях массового производства. Наиболее эффективным средством признана последующая гидроабразивная обработка.

Сенсибилизация и активирование поверхности применяются для придания диэлектрическому материалу способности к металлизации, т.е. формирования на нем каталитически активного слоя. Сенсибилизация - это процесс обработки заготовки платы в растворе двухлористого олова, в результате которого на поверхности выделяется пленка ионов двухвалентного олова. Последующая обработка в активирующем растворе двухлористого палладия приводит к окислению олова и восстановлению ионов палладия, который является катализатором химической реакции восстановления меди.

Xимическое меднение - это первый этап металлизации поверхностей заготовок ПП и стенок монтажных отверстий. Процесс основан на восстановлении ионов двухвалентной меди из ее комплексных солей с помощью восстановителя (формалина) в присутствии катализатора. Слой химически осажденной меди обычно имеет толщину 0,2-0,5 мкм, рыхлую структуру и легко окисляется на воздухе.

Основными проблемами химической металлизации являются низкая производительность, сложность процесса, использование дорогостоящих материалов. Для устранения этих недостатков разработан процесс термохимической металлизации при температуре 100-150 °С. В результате разложения комплексной соли гипофосфита меди, которым покрыта плата, на всей ее поверхности в течение 10-12 мин образуется электропроводящее покрытие из меди.

Гальваническая металлизация при производстве ПП применяется для усиления слоя химической меди, нанесения металлического резиста, создания на концевых печатных контактах специальных покрытий из палладия, золота, серебра, родия и сплавов на их основе. Электролитическое меднение проводят сразу после химического в сернокислых, пирофосфатных или борфтористоводородных электролитах. Режим электрохимической металлизации выбирают таким образом, чтобы при высокой производительности были обеспечены равномерность толщины покрытия и его адгезия.

Равномерность толщины осажденных слоев зависит от следующих факторов: 1) габаритов металлизируемых плат (с их увеличением равномерность снижается, что можно скомпенсировать увеличением расстояния между электродами); 2) диаметров металлизируемых отверстий (отношение диаметра к толщине платы > 1/3); 3) расположения плат в ванне (обычно симметрично и параллельно анодам, при расстоянии между электродами > 150 мм); 4) рассеивающей способности электролитов; 5) оптимальной плотности тока. Адгезия гальванического покрытия зависит от качества подготовки поверхности перед металлизацией и длительности межоперационного перерыва.

Металлизация ПП проводится в ваннах с соответствующим раствором при покачивании плат для удаления водорода и ускорения процесса. В условиях массового производства процесс осуществляется на автооператорных линиях модульного типа (например, АГ-44) с управлением от мини-ЭВМ. Линия образуется системой датчиков (температуры, плотности тока, рН электролита), концентратомера, а также устройствами для регулирования рабочих параметров в заданных пределах и очистки электролита от загрязнений. Совершенствование технологических процессов электрохимической металлизации достигается использованием периодических форм тока и введением в электролитическую ванну ультразвуковых колебаний.

Травление меди - это процесс избирательного ее удаления с непроводящих (пробельных) участков для формирования проводящего рисунка печатного монтажа. Травление проводят в растворах на основе хлорного железа, персульфата аммония, хлорной меди, перекиси водорода, хромового ангидрида, хлорида натрия. Выбор травильного раствора определяется типом применяемого резиста, скоростью травления, величиной бокового подтравливания, возможностью регенерации и экономичностью всех стадий процесса. Величина бокового подтравливания оценивается фактором травления, который представляет собой отношение толщины фольги к величине изменения ширины печатного проводника. Скорость травления меди зависит от состава травителя, концентрации в нем окислителя и условий его доставки в зону обработки, температуры раствора и количества меди, перешедшей в раствор, т. е. емкости травителя.

Наибольшее распространение в производстве ПП получили травильные растворы на основе хлорного железа. Они отличаются высокой и равномерной скоростью травления, низкой величиной бокового подтравливания, высокой четкостью получаемых контуров, незначительным содержанием токсичных веществ, экономичностью.

Основные недостатки этого раствора - непригодность для ПП, покрытых металлорезистами на основе олова, технологические трудности регенерации и утилизации, емкость раствора по меди не превышает 50-60 кг/м3.

Травильные растворы на основе персульфата аммония пригодны для удаления меди с плат, покрытых резистом Sn-Pb, Sn-Bi, дешевле растворов на основе хлорного железа, быстро приготавливаются на рабочем месте, не образуют шлама при травлении, легко поддаются регенерации.

К недостаткам этой группы травителей можно отнести необходимость стабилизации температурного режима, большое боковое подтравливание проводников, резкое снижение скорости травления по мере накопления меди в растворе, склонность к саморазложению, неравномерность травления.

Травильные растворы на основе хлорной меди наиболее перспективны. Они намного (в 27 раз) дешевле раствора хлорного железа, характеризуются стабильными параметрами травления и полезной емкостью 150-160 кг/м3; их можно непрерывно регенерировать путем введения окислителей.

Однако растворы вызывают разрушение оловосодержащих сплавов, т.к. нанесение металлорезиста проводится при изготовлении ПП комбинированным позитивным фотохимическим методом. Он предназначен для защиты рисунка печатного монтажа при травлении, что обеспечивает более высокое качество изделий (чем использование фоторезистов), а также улучшает и сохраняет паяемость контактных поверхностей. В качестве металлорезиста применяют золото, никель, олово и сплавы на их основе. Широкое распространение в промышленности вследствие своей экономичности получили сплавы Sn-Pb, Sn-Bi, Sn-Ni. Их наносят на поверхность заготовок ПП электрохимическим способом [35].

Для сохранения паяемости контактных поверхностей при изготовлении ОПП паяемые покрытия формируют более производительным методом горячего лужения. Нанесение на поверхность печатных проводников защитной маски из фоторезиста или эпоксидной смолы позволяет локализовать металлизацию только на монтажных отверстиях и контактных площадках, сэкономить материал и защитить печатные проводники от окисления во время эксплуатации. Эпоксидную маску наносят методом сеткографии, а фоторезист - методом фотопечати. Под действием травителей металлорезисты на основе олова могут окисляться. Устранение оксидной пленки достигается осветлением покрытия в растворе на основе тиомочевины или оплавлением, Оплавление проводят в жидком теплоносителе (глицерине) или при воздействии инфракрасного излучения.

Обработка заготовок по контуру производится после полного изготовления ПП. Чистовой контур получают штамповкой, обработкой на гильотинных ножницах, на станках с прецизионными алмазными пилами и фрезерованием. Для исключения повреждения рисунка ПП при групповой обработке пакета заготовок между ними прокладывают картон, а пакет помещают между прокладками из листового гетинакса.

В последнее время при чистовой обработке все большее распространение получают контурно-фрезерные многошпиндельные станки с ЧПУ, которые обеспечивают точность размеров +-0,025 мм, позволяют обрабатывать внешние и внутренние контуры за одно крепление, характеризуются высокой производительностью (15OO-2000 плат/ч) и надежностью. Они снабжаются устройствами для автоматической смены фрез, защитными скафандрами для ограждения оператора от шума, пыли и стружки при обработке, бесступенчатым регулированием скорости вращения инструмента в диапазоне 15-60 тыс. об/мин.

Выходной контроль платы предназначен для определения степени ее соответствия требованиям чертежа, технических условий и стандартов. Основными видами выходного контроля являются: контроль внешнего вида, инструментальный контроль геометрических параметров и оценка точности выполнения отдельных элементов, проверка металлизации отверстий, определение целостности токопроводящих цепей и сопротивления изоляции. При изготовлении чаще других возникают такие дефекты, как короткое замыкание между элементами печатного монтажа, разрыв токопроводящих цепей, отслоение элементов печатного монтажа от диэлектрического основания, выход отверстия за пределы контактной площадки, коробление плат и др. Некоторые из этих дефектов определяются визуально.

Геометрические характеристики ПП (толщина, диаметр отверстий, расстояние между центрами, величина коробления, габаритные размеры и смещение отверстий) контролируются с помощью стандартизированных инструментов для измерения линейных размеров. Погрешности формы элементов рисунка ПП определяются с помощью проектора при 10-20-кратном стереоскопическом увеличении (КПП-1) или микроскопов типа МБС.

Для проверки металлизации монтажных отверстий используют разрушающий (на шлифах) или неразрушающий метод. Экспрессную проверку проводят путем измерения омического сопротивления контактного перехода при подаче тока силой 0,1 А. Границей качественного и бракованного соединений является величина 500 мкОм, которая уточняется для каждого типа монтажного перехода. Разработанное программируемое оборудование позволяет измерять сопротивление в диапазоне 40-2000 мкОм с точностью +-1 %. Время контроля одного отверстия составляет 1 с.

Целостность токопроводящих цепей и сопротивление изоляции между проводниками проверяются электрическим методом на автоматических тестерах с ЧПУ. ПП посредством контактного устройства соединяется на входе через коммутатор с блоком опроса, а на выходе - с измерительным устройством. Контактное устройство представляет собой матрицу из иглообразных подпружиненных контактов, расположенных в узлах координатной сетки и прижатых к плате с усилием в 1 Н. В соответствии с записанной на перфоленте информацией на каждую проверяемую цепь подается сигнал величиной 5-12 В. Результат измерения сравнивается с эталонной величиной, хранящейся в памяти микро-ЭВМ, и на основании этого сравнения определяется качество цепи. Снабжение блока опроса высоковольтным источником (150-1500 В) позволяет контролировать электрическую прочность изоляции. Максимальная скорость контроля одной цепи составляет 400 нс.

Испытания ПП позволяют в условиях климатических и механических воздействий оценить их соответствие требованиям ТУ и установить скрытые дефекты.

**11. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**11.1 Оздоровление воздушной среды в помещении при эксплуатации, испытании проектируемого устройства**

Технологические процессы радиоэлектронного производства сопряжены с выделением в воздух и использованием вредных веществ, оказывающих токсическое действие на организм человека вследствие загрязнения ими кожных покровов, попадания внутрь организма вместе с вдыхаемым воздухом, другими путями [1].

В производственном помещении сборки и монтажа печатной платы адаптера АРЛС применяется следующее оборудование: автомат распаковки ИМС из тары-спутника ГГ-2628, автомат формовки выводов ИМС ГГ-2629-01, конвейер ПТ 94, расклёпочник цеховой, автомат П-образной формовки выводов ЭРЭ ГГ-1611, полуавтомат установки радиоэлементов и ИМС УР-10, установка пайки АП-4, УЗ ванна УЗВ-0,4, приспособление для визуального контроля ГГ 63669/02. Кроме перечисленного автоматизированного и механизированного оборудования в производственном помещении находятся рабочие места, на которых ведутся такие операции производственного процесса, как формовка выводов электролитических конденсаторов, допайка непропаянных контактов ПП после пайки волной припоя, снятие изоляции, покрытие ПП лаком, маркировка, контроль. При этом на перечисленных операциях применяются пинцеты, электропаяльники. В помещении также имеются резервные рабочие места и рабочее место мастера. Общее количество рабочих мест составляет 21.

При сборке и монтаже ПП адаптера АРЛС применяются такие материалы, как припой ПОС-61, флюс, лак УР-231, спирт, маркировочная краска.

Рабочие места, на которых ведутся операции снятия изоляции проводов, их лужения, обезжиривание плат, их лужение и пайка волной, допайка контактов, очистка плат от остатков флюса, маркировка и покрытие лаком, расположены в помещении, отделённом от основного производственного цеха стенами. Оно имеет отдельный вход и проёмы для входа и выхода ленты конвейера.

В процессе производства человек подвергается воздействию многочисленных производственных факторов, различных по своему происхождению, формам проявления, характеру действия, и другим. В ряде случаев это воздействие может быть неблагоприятным. Такая ситуация возникает, когда система Ічеловек - производственная средаІ не сбалансирована, количественные характеристики производственных факторов отклоняются от нормируемого уровня и не соответствуют характеристикам человека [2].

Производственные факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к повреждению организма (травме), внезапному резкому ухудшению здоровья или заболеванию, снижению работоспособности, называются соответственно опасными или вредными [3].

К опасным производственным факторам при сборке и монтаже ПП адаптера АРЛС можно отнести электрический ток, движущиеся части машин и механизмов, незащищённые подвижные элементы производственного оборудования. Их воздействие наносит ущерб здоровью человека почти мгновенно, и приводит к такому негативному явлению, как производственный травматизм, характеризующийся совокупностью производственных травм.

К вредным производственным факторам в данном случае можно отнести шум и вибрацию оборудования, недостаточную освещенность, запылённость и загазованность производственной среды. Воздействие вредных производственных факторов на человека имеет кумулятивный характер и приводит к такому негативному явлению, как профессиональные заболевания.

Так, например, при длительном воздействии шума и недостаточном отдыхе могут произойти стойкие патологические отклонения в слуховом анализаторе и сердечено-сосудистой системе и, как следствие этого, вызвать заболевание органов кровообращения (например, гипертония), а затем и необратимое снижение слуховой чувствительности - тугоухость [2].

Вредное влияние шума существенно сказывается на реакции работающего человека, ведет к ослаблению его внимания.

Шум воздействует на общее психическое состояние человека, вызывает ощущение плохого самочувствия, стеснённости, неуверенности, тревоги, способствует возникновению быстрой утомляемости, которая приводит к увеличению травматизма, снижению работоспособности и производительности труда [2].

Шумовые явления обладают свойством кумуляции. Накапливаясь в организме, они все больше и сильнее угнетают нервную систему.

Вредность шума как фактора производственной среды приводит к необходимости ограничивать его уровень. Важным средством профилактики и борьбы с вредным воздействием шума является соблюдение гигиенических нормативов в соответствии с ГОСТ 12.1.003-76 Шум. Общие требования безопасности.

Для предотвращения неблагоприятного воздействия шума на организм работающих должен проводиться комплекс мероприятий, включающих технические, организационные и медико-профилактические мероприятия [3].

Одним из основных технических мероприятий является устранение в процессе проектирования, конструирования и эксплуатации оборудования причин шума или, по крайней мере, значительное их ослабление в самом источнике образования. Добиваются этого с помощью разработки рациональной конструкции оборудования. Качественный монтаж оборудования, регулярный ремонт, смазка, смена износившихся деталей способствуют устранению шума, сопутствующего производственному процессу.

К организационным мероприятиям по борьбе с шумом на производстве относятся внедрение рационального режима труда и отдыха.

Комплекс мероприятий по борьбе с шумом включает организацию постоянного контроля фактического состояния шумовой обстановки в производственном помещении, с одной стороны, и здоровьем работающих, с другой.

Одним из наиболее опасных производственных факторов, имеющихся в производственном помещении сборки и монтажа платы адаптера АРЛС, является электрический ток. Защита от поражения электрическим током является составной частью электробезопасности.

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги [4].

Возникновение электротравмы может быть связано:

- с однофазным прикосновением не изолированного от земли (основания) человека к неизолированным токоведущим частям электрооборудования, находящегося под напряжением;

- с одновременным прикосновением человека к двум токоведущим неизолированным частям электрооборудования, находящегося под напряжением;

- с прикосновением человека, не изолированного от земли (основания), к металлическим корпусам (корпусу) электрооборудования, оказавшегося под напряжением.

Действие электрического тока на живую ткань носит своеобразный и разносторонний характер. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электрическое, механическое и биологическое действие [4].

Действие электрического тока на организм человека нередко приводит к различным электротравмам, которые условно разделяют на местные и общие. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит: от рода и величины напряжения и тока; частоты электрического тока; пути тока через тело человека; продолжительности воздействия электрического тока; условий внешней среды [3].

По степени поражения людей электрическим током рассматриваемое производственное помещение относится к помещению с повышенной опасностью, т.к. имеется возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям здания, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам оборудования - с другой.

Основные меры защиты от повреждения электрическим током: изоляция; недоступность токоведущих частей; применение малого (не свыше 42В) напряжения для электропитания электропаяльников; защитное заземление электропаяльников и зануление автоматического оборудования.

Условием безопасности при защитном заземлении является достаточно малое сопротивление заземляющего устройства RЗУ. В нашем случае оно должно быть не более 10 Ом [5].

Производственный процесс сборки и монтажа печатной платы сопровождается образованием и выделением вредных веществ, к которым относятся различные газы, пары, пыль.

По степени воздействия на организм вредные вещества в соответствии с Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН-245-71) и ГОСТ 12.1.007-76 ″Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности″ подразделяются на четыре класса опасности: 1 - вещества чрезвычайно опасные; 2 - вещества высокоопасные; 3 - вещества умеренно опасные; 4 - вещества малоопасные.

По ГОСТ 12.1.007-76 к вредным веществам относятся вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны называют такие концентрации, которые при ежедневной работе в течении 8ч или при другой продолжительности, но не более 41ч в неделю, в течении всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливается ГОСТ 12.1.005-76.

Все вредные вещества по характеру воздействия на человека можно разделить на две группы: токсичные и нетоксичные.

Нетоксичные вещества в большинстве своём оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, кожу работающих.

Радиомонтажные работы способствуют выделению в воздух рабочей зоны различных вредных веществ. В их составе [6]:

* аэрозоль свинца - выделяется при лужении и пайке припоями, содержащими свинец. Поражает все органы и системы организма, обладает кумулятивным свойством. Класс опасности 1, ПДК - 0,01 мг/м3;
* окись углерода - образуется при обжиге хлопчатобумажной и шелковой изоляции. Вызывает головную боль, головокружение, бессоницу, нарушение обмена веществ, потерю сознания. Класс опасности 4, ПДК - 20 мг/м3;
* этиловый спирт, ацетон, хлористый метилен - испаряются при отмывке остатков флюса. Последовательно поражают все отделы центральной нервной системы, обладают кумулятивным свойством. Класс опасности 4, ПДК - 200 мг/м3;
* ацетон, бутилацетат, толуол - испаряются при обезжиривании и маркировке поверхности платы. Класс опасности 4, ПДК - 200 мг/м3.

Обеспечение оптимальных для жизнедеятельности человека параметров воздушной среды осуществляется с помощью обширного комплекса методов и средств.

Главный из них - разработка совершенных технологических процессов, исключающих образоавние пыли и газов и выделение их в окружающую среду или, по крайней мере, ограничивающих их до минимума.

Механизация и автоматизация производственных процессов, использование более совершенных видов оборудования уменьшает поступление вредных веществ в рабочую зону. Применение механизированной установки для пайки волной позволяет исключить контакт свинца с кожей работающих.

Как отмечалось выше, рабочие места, на которых ведутся операции технологического процесса, связанные с выделением вредных веществ, изолированы от основного производственного помещения. Это позволяет исключить распространение вредных веществ по всему помещению. Обеспечение чистоты воздуха рабочей зоны на операциях пайки, смывки остатков флюса, маркировки осуществляется при помощи местной вытяжной вентиляции.

К организационным мероприятиям по обеспечению нормального состава воздушной среды относится контроль за работой вентиляционного оборудования. Периодически по графику проверяют качество монтажа, производительность вентиляционной установки. С помощью санитарно-гигиенических испытаний проверяют чистоту воздуха в помещении.

На рабочих местах допайки контактов применяются отсосы типа ″в вертикальной панели″ (рисунок 1), а для удаления вредных веществ с операции пайки волной применяется отсос над установкой (рисунок 2).



Рисунок 1



Рисунок 2

Произведем расчет вышеуказанной вентиляции.

I. Определим размеры вытяжного отверстия в вертикальной плоскости для эффективного удаления вредностей от места пайки на расстоянии *х* = 0,4м от центра отверстия при соотношении сторон отверстия *а/b* = 1,0. Подвижность воздуха в помещении *VП* = 0,2м/с, а необходимая скорость потока во всасывающем отверстии *V0* = 4м/с.

1. Определим требуемую скорость воздуха в месте пайки *VХ*:

(1)

1. Определим безразмерный коэффициент *К*

(2)

Подставляя значения в формулу (2), получим

1. По графику на рисунке 2.5,б [6]для соотношения *а/b* = 1,0 и при *К*=10 определим соотношение *х/b* = 1,8.
2. Определим размеры отверстия:
3. Определим количество воздуха удаляемого местным отсосом и размеры отсасывающего патрубка при условии, чтобы в месте пайки скорость воздуха была *VХ* = 0,4 м/с. Местный отсос расположен на высоте *h* = 0,3 м от установки, а расстояние по горизонтали всасывающего отверстия *х* = 0,2 м. Скорость во всасывающем патрубке не должна превышать 4 м/с.
4. Находим соотношение *х/h*:
5. При по графику на рисунке 2.6 [6] находим *К* = 16.
6. Определяем количество воздуха, удаляемого местным отсосом

(3)

Подставляя значения в формулу (3), получим:

м3/ч

1. Принимаем скорость в патрубке *VО* = 4 м/с. Тогда сечение патрубка

(4)

м2

1. Полагая, что патрубок круглой формы, определяем его диаметр

(5)

м

Необходимый воздухообмен можно определить по формуле (6)

(6)

где *ψ* - коэффициент неравномерности распределения вредных веществ по помещению (1,2 ... 2,0); *GВВ* - количество вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны, кг/ч; *К1* - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе (*К1* ≥ ПДК), мг/м3; *К2* - концентрация вредных веществ в поступающем в помещение воздухе (*К2* ≤ ПДК), мг/м3.

Значение *GBB* для пайки волной принимается 5000 мг/ч; значения *К1* и *К2* принимаем соответственно 0,01 мг/м3 и 0,003 мг/м3. Тогда

м3/ч

Так как количество воздуха, удаляемого местным отсосом превышает значение количества воздуха, которое необходимо удалить, то можно сделать вывод о том, что концентрация вредных веществ в воздухе не превысит ПДК.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате работы над курсовым проектом была разработана конструкция блока интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения, которая полностью отвечает современным эргономическим, массогабаритным и функциональным требованиям, а также другим требованиям технического задания.

Данное устройство разработано с учетом современных требований конструирования РЭС, основными требованиями выступают следующие:

* обеспечение минимальных габаритов и веса устройства;
* простота и удобство в эксплуатации;
* высокая ремонтопригодность;
* высокая надежность.

Спроектированный блок интерфейсных адаптеров центрального вычислителя системы технического зрения имеет следующие характеристики:

1. Габариты:

* длина, мм 483;
* ширина, мм 295;
* высота, мм 264.

1. Масса, кг, не более 5.

Климатические условия исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.

В ходе курсового проектирования была проанализирована схема электрическая принципиальная, произведен выбор элементной базы.

Параметры надежности, рассчитанные в ходе курсового проекта, выше заданных в техническом задании.

Расчет теплового режима позволяет судить о том, что меры защиты устройства от тепловых воздействий выбраны верно и что они обеспечат нормальный режим работы теплонагруженных элементов устройства.

Результатом разработки явились данная пояснительная записка и комплект конструкторской документации на разрабатываемое изделие.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Сетевой контроллер: А.с. №156464 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №18 1990г.
2. Устройство передачи и приема информации: А.с. №1734241 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл №18 1990г.
3. Устройство преобразования и коммутации сигналов: А.с. №1566505 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №19 1990г.
4. Устройство для опроса информационных датчиков: А.с. №818713 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №20 1993г.
5. Устройство коммутации асинхронных сигналов: А.с. №1550630 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №10 1990г.
6. Система управления передачей данных: А.с. №1-23039 Япония: МКИ Н 04 Q9/14. Бюл. №2 1990г.
7. Связная коммутационная сеть для сигналов изображения и данных: А.с. №3804283 ФРГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №3 1990г.
8. Система передачи данных: А.с. №1-48719 Япония: МКИ Н 04 Q9/14. Бюл. №6 1990г.
9. Устройство управления доступом к общему каналу связи: А.с. №1598215 СНГ: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №1 1990г.
10. Система контроля и управления: А.с. №2217074 Великобритания: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №3 1991г.
11. Система управления устройством телеконтроля: А.с. №2-89496 Япония: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл. №4 1991г.
12. Система телеуправления: А.с. №2-89499 Япония: МКИ Н 04 Q9/00. Бюл №4 1991г.
13. Базовый принцип конструирования РЭА / Е.М. Парфенов, В.Ф. Афанасенко, В.И. Владимиров, Е.В. Саушкин; Под ред. Е.М. Парфенова. - М.: Радио и связь, 1981.
14. Варламов Р.Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. Изд. 2-е переработанное. - М.: Сов. радио, 1975.
15. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Сов. радио, 1976.
16. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для студентов специальности «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» / Н.С. Образцов, В.Ф. Алексеев, С.Ф. Ковалевич и др.; Под ред. Н.С. Образцова. - Мн.: БГУИР, 1994.
17. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры. - Л.: Энергоатомиздат, 1984.
18. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилин, Б.И. Цитович, Л.Г. Юдовин. - Мн.: Выш.шк., 1988.
19. Поляков К.П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и связь, 1982.
20. Каленкович Н.И. и др. Механические воздействия и защита РЭС: Учеб.пособие для вузов / Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. - Мн.: Выш.шк., 1989.
21. Хлопов Ю.Н., Боровиков С.М., Алефиренко В.М., Несмелов В.С., Алексеев В.Ф., Воробьева Ж.С., Образцов Н.С. Методическое пособие к курсовому проектированию по курсу «Конструирование и микроминиатюризация РЭА». - Мн.: РТИ, 1983.
22. Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоэлектронной аппаратуре. - М.: Сов.радио, 1971.
23. Шимкович А.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств. Методическое пособие по курсу «Конструирование радиоэлектронных средств», Часть 2. - Мн.: РТИ, 1991.
24. Гурский М.С. Лаб. практикум по курсу «Инженерные методы защиты радиоэлектронных средств от дестабилизирующих факторов», Часть 1. - Мн.: БГУИР, 1984.
25. Парфенов Е.М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб.пособие для вузов / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев. - М.: Радио и связь, 1989.
26. Проектирование приборных панелей радиоэлектронной аппаратуры. Метод.пособие по курсу «Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры» / Ю.В. Шамгин, В.М. Алефиренко, Е.П. Фастовец и др. - Мн.: МРТИ, 1976.
27. Введение в эргономику. / Под.ред. В.П. Зинченко. - М.: Сов.радио, 1974.
28. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Под.ред. Э.Т. Романычевой. - М.: Радио и связь, 1989.