

1. Основные задачи современного конструирования (к).

Цель : создать малогабаритную, высокоэф-ую аппаратуру, производство и эксплуатация кот. требует ограниченного расхода труд-ых и энерг. ресурсов. Для достиж. цели реш. 3 осн. задачи (к): комплексная микроминиатюризация, защита от дестабил. Ф-ров (теплоотвод), повышение технологичности.

При решении 1) задачи ищут резервы сокращения всех составн. частей изделия. Это касается элемент-ой базы, источ.питания, с-мы отображения инф-ции. 2) зад. возникла как побоч. следствие 1-ой, возникла проблема отвода тепла от наиболее тепловыд. элементов. 3) зад. реш. на осн-ве стандартизации и унификации. Избыточное разнообразие сущ-щих схемо-технич-их и конструкторских решений резко снижает технологичность, порождает мелкосерийность. Различ: произво-ную, эксплу-атационную технологичности конструкций РЭС. Производств. технологичность – трудовые и матер. затраты при изготовлении изд-я. Эксплуатационная-мин. сроки для предупреждения, обнаружения и устранения неисправностей и отказа в работе аппаратуры..

2. Эволюция конструкций РЭС.

1832- появл. устр-ва проводн .телеграф. связи; 1895- первый радиоприёмник; 1925-35- появл. металлич. шасси для обеспеч проч-ти и экранирования; 35-45–герметичные корпуса, амортизаторы; 40-50-микромодули, ПП, ИС; 60-70-эл-ты функц-ой микроэлектроники.

Условно делят РЭС по поколениям:

1 покол. 20-50гг- эл.вакуумные лампы, дискретные ЭРЭ, проводные эл. связи.

2 поколен 50-60гг- контрукции РЭС на дискрет. полупроводн. приборы, ПП.

3 покол 60-70гг- ПП, интегр.схемы.

4 покол- больш. интегр. схемы, МПП, гибкие печ. шлейфы.

5 покол- приборы функцион-ой микроэл-ки.

3. Виды изделий РЭС. Общая терминология конструкций РЭС.

Конструкция характеризует структуру и свойства изделия, под которым понимается любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия различаются по видам: деталь (издел-е, изготовл. из однородн-го по наименованию и марке материала без примен. сбор. операций); сбор. единица (изд-ие, сост-ые части к-рого подлежат соединению на предпр. с помощью сбор. операций); комплекс (2 или более изд., не соедин-ые на предприятии – изготов-ле сбор. операциями, но предназначенных для выполн-ия взаимосв-ых эксплуат-ых функций); комплект (2 изд. и более, не соедин-ые на предпр-и сбор. операциями и представл-щих набор изделий, имеющих общее экспл-ое назначение вспомогат-го хар-ра.)

РЭС – изд-е и его составные части, в основу функц-ия которых полож. принципы радиотехники и эл-ки. Эволюц. понятия РЭС: 1) Апп-ра (это приборы проводной связи); 2) радиоапп-ра (при появлен. радиосвязи); 3) радиотехнич. аппа-ра (для обнаруж. цели, в навигации); 4) электронная аппа-ра (развитие ЭВМ и автоматики); 5) радиоэл-ая аппаратура (дальнейшее усложн. аппа-ры); 6) радиоэл. средство.(введение в состав РЭА эл.-мех. устройств, систем питания).

4. Аналоговые и цифровые устройства. Элементная база РЭС.

РЭС предназначены для передачи, приёма, хранения и преобразования инф-ции, представленной в виде непрерывных или дискретных эл.магнит. сигналов. Устройства, работающие с непрерывными эл.магн-ми сигналами, наз-ся аналоговыми, а устройства, работающие с дискретными сигналами, наз. цифровыми. Элем. база РЭС: дискретные ЭРЭ (резисторы, конденсаторы), полупроводниковые приборы (транзисторы, диоды), интегр. схемы, элементы функциональной микроэлектроники, печатные платы, соединители (разъемы), провода и кабели.

5. Конструкция РЭС. Конструкторская иерархия.

Конструкция РЭС- совокупность деталей и материалов с разн. физ. св-ми, находящихся в определ. физ. связи (эл-магнитной, тепловой, механ-ой), обеспечивающая выполнение заданных функций с необходимой точностью и надёжностью под влиянием внешних и внутренних воздействий и воспроизводимая в условиях пр-ва. *Особенности* конструкций РЭС: иерархическая структура, доминирующая роль эл-их и эл-магн. связей, наличие паразитных связей (которые не отмечены в принц. схеме), наличие тепловых связей, слабая связь внутр. стр-ры конструкции с её внеш. оформлением. Конструкт. иерархия реализуется с пом. уровней разукрупнения РЭС, габар. размеры к-рых стандартизированы. Стандартизация осущ-ся таким образом, что конструкции нижестоящего ур-ня совместимы с конструкциями вышестоящих ур-ней. Ур-ни разукрупнения РЭС:

0 - элемент. база, 1- ячейка, 2- блок, 3- стойка, шкаф, пульт, 4- несколько стоек.

6. Показатели качества РЭС

Эф-ть и качество констр-ций РЭС хар-ся с-мой показателей: 1. технологичность, 2. Масса (для летал. об-тов), 3. объем (для подвод. Лодок, танков), 4. Надежность (для космич. об-тов), 5. к-т заполн-я объема.

Техн-ть - сов-ть св-в конструкции изделия, оптимизацию затрат при пр-ве, экспл-ции, ремонте с учетом заданных пок-лей кач-ва, объема выпуска и условий выпол-я работ. Т-ть – относит. понятие.

Важность остал. техн. показатели качества зависит от назначения РЭС, стадии разработки, элементной базы.

7.Классификация РЭС по категориям, классам и группам.

Категории хар-ют РЭС по продолж-сти работы и различ. 4 **категории** примен-я РЭС: 1. Многократного(моб.тел.)2. Однократного (радиоуправляемый снаряд) 3. Непрерывного (радиовещательная станция) 4. Общего применения (быт. аппаратура)

Классы подразд. РЭС по 3 глоб-ым зонам использ-я: * Наземные РЭС (суша) * Морские (море, океан) * Бортовые РЭС (воздушное и космическое простр-во). Внутри классов различ. специализир-е **группы** в зав-сти от объекта установки. *Класс наземных РЭС* включает в себя 4 осн. группы: 1. Стационарные 2. Для подвижных объектов 3. Носимые 4. Бытовые РЭС

Особ-сти стационарных РЭС: - Особая продолжительность эксплуатации, -Работа в помещениях с норм. климатич. условиями, -Транспортирование в спец. упаковке, -Высокая ремонтпригодность, -Ограничение на габариты и массу одной стойки шкафа для удобства транспортирования, выгрузки и т. д.

Особ-сти РЭС для подвижных объектов: 1. Повышение требований к защите от мех. воздействий 2. Защита от влаги и пыли 3. Ограничения по массе ($m < 60$ кг) для возм-сти погрузки и разгрузки силами 2 чел.

Особ-сти бытовых РЭС:1.Эстетичность внеш. вида и хор. акустич. хар-ки,2.Возм-сть эксплуатации иногда совершенно неподготовленным челом, 3. Массовое пр-во и определяющее значение ст-ти. Для поддержания спроса у населения исп-ся 3 осн. направления в развитии конструкции бытовых РЭС: * Создание принципиально новых РЭС * Совершенствование ранее выпуск-ся конструкций * Повышение технологичности с целью снижения ст-ти.

Морские РЭС включ. в себя 3 осн. группы: 1.Судовые (пасс. и груз. суда).2.Корабельные (ВМФ) 3. Буйковые РЭС. Осн. *особ-ти морских РЭС*: * Комплексное воздействие клим. и мех. факторов (100% влажность при повыш. t в солевом тумане, при механич. воздействиях от двигательных установок) * Длительная автономная работа с отрывом от ремонтных баз.

Группы бортовых РЭС: 1. Авиационные 2. Космические 3. Ракетные

Требования к ним: * Min-ая масса и объём РЭС, *Высокая над-сть, *Большое разнообразие воздействующих факторов (мех. возд-ия, высокая и низкая t)

8.Классы исполнения РЭС по усл-ям их экспл-ии.

Установлены след. классы исполнения изделий РЭС по условиям их экспл-ции в макроклиматич. районах:

У -для районов с умеренным климатом, **УХЛ**- с умеренным и хол. климатом, **ХЛ**-с хол. климатом, **ТВ** -с влаж. тропич. климатом, **ТС**- с сухим тропич. климатом, **Т**-с тропич. (сух. и вл.) климатом, **М**-с умер. холодным морским кл-ом, **ТМ**-с тропич.мор. климатом, **С**-все районы, кроме районов с морским климатом, **ОМ**-с морс. климатом, **В**-все макроклиматич. районы. В зав-сти от места размещения изделия при эксплуатации в воздушной среде устан-ны след. *категории размещения*: 1-На открытом воздухе, 2-Под навесом, 3-В закрытых помещениях без искусств. регулир-ия t , 4- в помещениях с искусственно регулируемы-ми условиями эксплуатации, 5- в помещениях с повышенной влажностью (шахты, подвалы). Привед категории не распр-ся на летат. и космич. аппараты. Устан-ны и дополн. категории: 4.1- для экпл-и в помещ-ях с кондицион. или частично конд. воздухом, 4.2- для экпл-и в лабор. и жилых помещ-ях.

9. Факторы, влияющие на конструкцию РЭС:

Дестабилиз. фак-ры: Клим-ие: t , влага, атм. давление, пыль, песок, морские соли в атмосфере, солн.излучение, Мех-ие: вибрации, удары, лин.ускорения, акустич.шумы, Биологич: мк/организмы, плесневые грибы, насекомые, Электромагн.: электрич., магн, электро-магн. поля, Темпер-ые: высокая, низкая t , тепловой удар, Спец-ые: ионизирующее излучение, космические(глубокий вакуум, невесомость)

Возд-вие клим. ф-ров на элем. базу РЭС

При повыш. темпер-ре измен-ся эл-физ. св-ва мат-лов (эл-пров-ть, диэл. св-ва), физ-мех. (расшир-е, размягч-е, деформ-я)

10. Особ-ти процесса констр-я. Анализ вариантов конструкций.

Исходными данными для констр-ия явл-ся технич.задание (ТЗ) и схема элек-трич.принц.(СХЭ).

В работе конструктора можно выделить осн.составляющие:

* Творч.работа – анализ и синтез различных вар-тов, *Технич. – проведение расчётов и выпуск конструкторской док-ции, *Организационная – рук-во исполнителями, проверка, согласование конструкторской док-ции и передачи её в архив, *Производственная – сопровождение изготовления изделия, *Корректировочная – изменение конструкторской док-ции в связи с исправлением ошибок, заменой материалов, усовершенствованием конструкций и т.д.

Наиболее важной и сложной явл-ся *творческая* часть работы, при к-ой решаются 2 задачи: =Анализ т.е. изучение поведения конструкции с заданной стр-ой, причём таких вар-тов конструкции м/б несколько, =Синтез, т.е. определение оптимальной стр-ры конструкции при заданных пок-лях кач-ва и ограничениях

Анализ вар-тов конструкции осущ-ют 3 осн.методами: 1) Логико-расчётный - основан на использовании формализованных методов, повторное применение к-ых даёт сравнимые рез-ты: расчёт отд. эл-тов устр-в по соотв-щим методикам, блоков с исп-ем ЭВМ, 2) Эвристический метод – метод экспертных оценок и заключа-ся в том, что группе спецов ставят ряд вопросов, т.е. формулируют проблему, касающуюся современного состояния констр-ции. В этом случае исп-ся опыт профессионалов. Иногда наз-ют «мозг.шторм ». 3) Метод моделирования – анализ проводят не на самих объектах, а на их моделях -матем.или физ-х.

11. Организация процесса конструирования РЭС

В создании РЭС участвуют различные орг-ции, подразделения, исполнители. Орг-ции делятся на: заказчика, исполнителя, субподрядчика.

Заказчик формулирует ТТ к РЭС и осущ-ет приём разработанного изделия. В состав ТТ входят:

=Технич. пок-ли РЭС(мощность, чувствительность и т.д.)

=Треб-я к конструкции (наимен-е, кол-во и назн-ие осн.частей, габаритные, устан. и присоедин. размеры)

=Треб-ия по усл-ям эксплуатации, помехозащищённости, надёжности, эргономики и эстетики, составу запасного имущ-ва.

Исполнитель на основании ТТ разрабатывает технич.задание, в к-ом содержатся эк-ие, производственные и др. требования, определяется порядок разработки и приёмки изделия.

Субподрядчик решает для исполнителя частные вопросы:

+Разработка и поставка новых мат-лов, эл-тов, узлов.

+Разработка технологич.процессов

+Разработка методов измерений, проведение испытаний и т.д.

В процессе проектирования участвуют подразделения предпр-я:

=Системотехнические (опред-ют стр-ру устр-ва)

=Схемотехн-ие (разрабатывают принципиальные схемы) =Конструкторские (общая компоновка, выпуск констр-кой док-ции, сопровождение пр-ва)

=Технологические (установление посл-сти изгот-ия, отработка режимов, подготовка пр-в)

=Производственные (изготовление констукции РЭС)

= Вспомогательные: Службы надёжности, снабжения, Патентные , автоматизированного конструкторского проектирования.

12. Стадии разработки РЭС

Т.к. треб-ия к параметрам разрабат. РЭС часто противоречивы (нп, малая стоимость и высокая надежность), исход. ин-ция для вновь создав. изделий не яв-ся дост-но полной, а исп-ли при работе могут допускать ош-ки, раз-тку РЭС осущ-т в неск. стадий: НИР (научно-исследовательская работа); ОКР (опытно-конструктор. работа).

Основные **этапы проведения НИР**: *патентный поиск; разработка* и согласование с заказчиком ТЗ и государственная регистрация НИР; *подгот. этап* – выбор направлений исследования, разр-ка, согласование и утверждение частных ТЗ на основные части НИР; *основной этап* – теор. и экспер. исследования, обраб-ка рез-тов исследований, сост-е и оформл-е тех. док-ии; *закл. этап* – обобщение рез-тов и оценка выполн. НИР; *приемка НИР*, обсуждение и согласование задания на проведение ОКР, гос. учет НИР.

Этапы проведения ОКР: техническое задание; технич. предложение; эскизный проект; технический проект; рабочая документация.

ТЗ сост-ся исполнителем на основ. ТТ заказчика. На основе общего ТЗ могут быть составлены частные ТЗ для субподрядчиков.

Техн. предлож-е – этап разр-ки, на кот. испол-лем обосн-ся возм-сть создания РЭС с задан. по ТТ хар-ками и намеч-ся осн. техн. и орган. решения по выполнению ТЗ.

Эскиз. проект – этап, на кот. выраб-ся инженер. и конструктивные реш-я, дающие общие предст-ния об устр-ве и принципе работы изделия и данные, опред. его назначение и осн. параметры.

Техн. проект – этап, на кот. разраб-ся сов-ть констр. док-в, содер. оконч. техн. реш-я, дающие предст-ние об устр-ве разрабат. изделия.

Раб. конст. док-ция – разр-ка конст. док-ции, предназн. для изгот-я опытного образц. При разр-ке РЭС в усл. пром. пр-ва этап разр-ки конст. док-ции может вкл. 3 составляющих:

- проект-е изделия на платах с печ. монтажом (обосн-е и выбор с-мы баз. несущих конст-ций, выбор типоразмера ПП, размещ-е ЭРЭ, проект-е топологии печ. рисунка, в т. ч. и с испол-м САПР);

- разр-ка конструкции и выпуск комплекта конст. док-ции на ПП и др. эл-ты конструкции – каркасы, рамы, панели и др.;

- объемное худ. констр-ние модулей высоких уровней (блок, шкаф, стойка) с демонстрацией вхождения в них модулей низших ур-ней, взаим-вия эл-тов конструкции при сборке и в процессе экспл-ции.

13. Разработка технического задания

ТЗ разрабатываются исполнителем на основе ТТ заказчика. Разделы ТЗ: 1)Введение 2)Основания для разработки 3)источники разработки 4)ТТ 5)экономич пок-ли 6)порядок испытаний. Пояснения по отдельным разделам:

Разделы ТТ: 1) состав изделия 2)технич параметры 3)требования по надежности 4) принцип работы 5)программное обеспечение 6)условия эксплуатации 7)треб-ния безопасности (безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте) 8)дополнительные ТТ 9)требования к упаковке, транспортировке и хранению 10)требования к патентной чистоте (перечень стран, в отнош. кот. д.б. обеспечена патентная чистота изделия) 11) конструктив. треб-я

14.Функционально-модульный принцип конструирования

Суть- реализация схемы изделия в виде набора отдельных конструктивно-законченных модулей, узлов, блоков, связанных м/у собой цепями эл. коммутации.

Преимущества:

На этапе разработки:1)позволяет одновременно проектировать многие узлы и блоки 2)упрощает отладку 3)сокращает объем оригинальной конструкторской документации 4)позволяет непрерывно совершенствовать РЭС 5)упрощает и ускоряет внесение изменений в схему, конструкцию.

На этапе производства: 1)сокращает сроки освоения серийного пр-ва 2)упрощает сборку 3)снижает стоимость аппаратуры

На этапе эксплуатации: увеличивает эксплуатационную надежность РЭС, облегчает обслуживание, улучшает ремонтпригодность.

15.Схемная документация

Для РЭС хар-но наличие схем. док-ции. *Схема* - графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи м/у ними. Схемы входят в комплект КД и содержат вместе с др документами необходимые данные для проектирования , изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделия.

16.Классификация и обозначение схем

Схемы в зависимости от составляющих элементов и связей м/у ними подразделяются на след виды: Э-электрические, К- кинематические,Г-гидравлические, П-пневматические, Л-оптические. Типы схем по назначению: 1-структурные, 2-функциональные, 3-принципиальные, 4-соединений, 5- подключения, 6-общие, 7-расположения, 0-объединенные.

Наименование схемы определяется ее типом и видом. Схема выполняется без соблюдения масштаба и действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывается или учитывается приближенно.

17.Схемы электрические принципиальные

Принц. схема определяет полный состав эл-тов и связи м/у ними и дает детал. предст-ние о принципах работы изделия. На дан. схеме изображаются все электр. эл-ты и эл-ты, кот. начин-ся и закан-ся вход. и выход. цепи. Принц. схема служит исход. док-том для разр-ки констр. док-тов, в том числе и чертежей.

На принцип. схемах имеются позиц. обоз-ния рядом с граф-м (справа и сверху). При указании околоусловных граф обозначений номинал резисторов и конденсаторов допускается применять упрощ. способ обозн-я ед-ц измерения. Резисторы: до 999 Ом без указания , килоомы—к, мегаомы- м, гигаомы—г. Конденсаторы:в пикофарадах—п, в микрофарадах—мк.Номинальная мощность резистора может обозначаться условными знаками: /// $0,05\text{Вт}$, /// $0,12\text{Вт}$, / $0,25\text{Вт}$, — $0,5\text{Вт}$, | 1Вт , || 2Вт , \ 5Вт .

18. Перечень элементов схемы

Все сведения об эл-тах, входящих в состав изделия и изобр. на схеме, запис-ся в перечне элементов, кот. помещают на 1-м листе схемы или выпол-т в виде самост. Док-та. В первом случае перечень элементов оформ-т в виде таблицы по опред. форме над осн. надписью и на расстоянии не < 12мм от неё. Продолжение перечня, если это надо, помещ-ся слева от осн. надписи, повторяя заглав. часть таблицы. Во втором сл. перечень выполняют на А4 с присвоением шифра, состоящего из буквы П и шифра схемы(ПЭЗ).

19.Текстовые док-ты для изделий РЭС.

К текст-м док-там отн-ся расчетно-пояснительная записка: излагаются сведения о рез-тах вып-ной работы по проект-нию изд-я с приложением (при необх-сти) граф. док-тов.

Пояснительная записка выпол-ся на листах А4 и д. вкл-ть разделы: *введение, *назначение и область прим-ния изд-я, * технич. хар-ка *описание и обосн-е выбран. Конструкции, * расчеты, *описание орган. работ с прим-нием изд-я, *ожидаемые технико-экон. пок-ли, *уровень нормализованной оценки или унификации.

Общие треб-ния по вып-нию текст-х док-тов в ГОСТе 2.205-95.

20.Комплектность конструкторских док-ов.

Констр. док-ция может быть текстовой и граф. На каждом этапе проект-ния имеется опред. перечень док-тов, кот. вып-ются или обязательно, или по усмотрению разработчика, или док-т вообще не составляется.

Номенклатура констр. док-тов для различных этапов конструирования РЭС (комплект): чертеж детали, сбор. чертеж, габаритный чертеж, монтажный чертеж, схемы, спецификация, ведомость покупных изделий, пояснительная записка, тех. условия, расчеты, патентный формуляр.

21.Обяз. чертежи раб. док-ции.

Обяз. чертежи раб. док-ции – чертежи деталей и сбор. чертежи. На каждую деталь и сбор. ед. выпол-т отдельный раб. чертеж с осн. надписью.

Раб. чертеж содержит все сведения для изготовления изд.: -граф. изображение, полностью отражающее его форму, -размеры с предельными отклонениями, -указания о шероховатости поверхностей,

-ТТ, содержащие различные данные, кот. невозможно представить граф-ки. Текстовые требования записыв. в тех. случаях, когда они явл. единственными, гарантирующ. качество изделия, напр, технология склеивания, совместная обработка деталей и т.д.

22.Технич. требования(ТТ) и техн. хар-ка (ТХ).

ТТ располагают над осн. надписью. На листах формата более А4 допускается размещение текста в 2 и более колонки. Пункты ТТ и ТХ д. иметь самост. нумерацию и общая ширина колонки д.б. не более 185 мм.

Послед-ть изложения ТТ: -треб-я к мат-лу, заготовке, термич. обработке и др., -размеры, предельные откл-ния размеров, не указанные на чертеже, -треб-я к кач-ву пов-стей (отделка, покрытие), -зазоры, расположение отдельных эл-тов конструкции, -треб-я к настройке и регул-ю изд-я, -др. треб-я к кач-ву изд., -условия и методы испытаний, -указания о маркировании, -правила транспортирования и хранения, -особые условия экспл-ции.

ТХ размещ-ся отдельно от ТТ и имеют сам. нумерацию пунктов (модуль зубчатого зацепления, число зубьев шестерен).

На поле чертежа м. помещаться и таблицы, их помещают на свободном поле справа или ниже изобр-ния изд. (данные о числе витков и диаметре провода обмотки трнсформатора)

23. Нанесение размеров на чертежах деталей.

Размерн. числа, нанес. на чертеже, опред-т размеры изделия и его эл-тов. Размеры про-
ставляют от баз, для каждого размера указ-т пред. откл-ния. В зав-сти от назначения изд-я
различ-т *виды баз*:

1. технолог., исп-мая для опр-ния положения заготовки или изд. в процессе изгот-ния или
ремонта

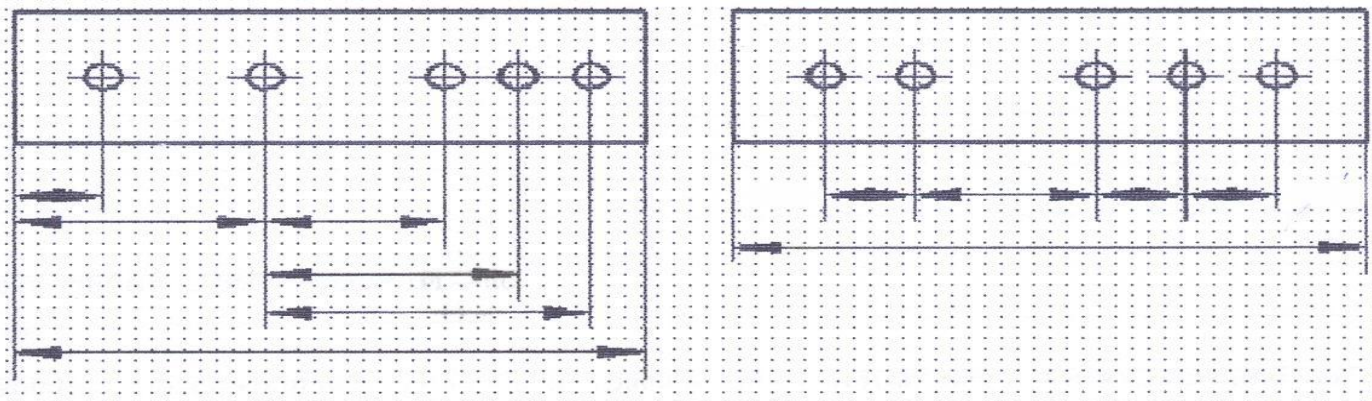
2. конструкторская, исп-мая для опред-я положения детали в изд-и

3. измерительная, исп-мая для опред-я относ. положения заготовки (изд.) и ср-в измерения.

Базами м. служить кромки плоских деталей, оси симметрии, торцы круглых дета-
лей. Установлены 2 способа нанесения размеров от баз:

- координатный (когда размеры наносятся от одной осн. базы или от неск. баз лесенкой).

- цепной (размеры наносятся цепочкой, исключая один из размеров той части детали, к-рая
не подверг. обработке и имеет самый большой допуск на размер).



Нанесение размеров в виде замкнутой цепи допускается только в том случае, когда один
из размеров указывается как справочный. Справочный размер отмечается на чертежах «*»,
а в ТТ записывается *Размеры для справок. Этот размер не вып-ся по данному чертежу и м.
б. указан для большего удобства пользования чертежом.

24.Обозначение допусков и посадок.

Понятие о допусках и посадок для различных видов соединений основывается на некоторых терминах. *Допуск* – разность между max и min предел. размерами. Предельные отклонения линейных размеров указываются одним из 3-х способов: 1) усл. обозначениями полей допусков, 2) числовыми значениями предельных отклонений, 3) усл. обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числ. знач-й предел. отклонений.

Усл. обозначение состоит из буквы, определяющей положение допуска относительно номинального размера и цифры, соответствующей номеру качества. Номинальный размер – размер, относительно которого определяются пределы. Размеры и кот. служит началом отсчета отклонений.

Квалитет (степень точности) – ступень градации значений допусков системы. Установлено 19 кв-в, кот. имеют номер 01, 0, 1, 2,...16, 17. Ориентировочная применяемость кв-в: 01 – 7 -допуски средств измерения, 4 – 12 – допуски размеров в посадках; 12 – 17 – допуски неответственных размеров (несопрягаемых или в грубых соединениях). Поля допусков отверстий обозначаются прописн., валов – строчн. буквами латин. алфавита.

Посадка – характер соединения деталей, определяемый величиной получаемого в нем зазора или натягов. Возможны посадки с зазором, с натягом и переходные посадки. Предельные отклонения размеров деталей, изображаемых на чертеже в сборе, указываются в виде дроби: в числителе – для отверстия, в знаменателе – для вала.

Множественно повторяющиеся на чертежах предельные отклонения относительно низкой точности (от 12-го кв-та и грубее) после номинальных размеров допускаются не наносить, а оговорить общей записью в ТТ:

1. «Неуказ. предел. отклонения размеров: отверстия – по H14, валов – по h14, остальных – $\pm \frac{IT12}{2}$ »;

2. «Неуказ. предел. отклонения размеров $\pm \frac{IT14}{2}$ ».

Обозначение $\pm \frac{IT}{2}$ рекомендуется для симметричных отклонений, т.к. оно распространяется на размеры различных элементов, кот. не относятся к валам и отверстиям.

25.Выбор допусков и посадок.

Методы:

Метод прецедентов - в чертежах на детали различных изд., находящихся в эксплуатации, находят однотипные детали и по ним определяют допуски на размеры проектируемых деталей.

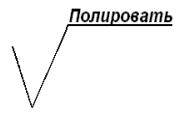
Метод подобия. Используя классификационные материалы, устанавливают аналог проектируемых деталей и по нему определяют допуски и посадки на проектируемые изделия.

Расчетный метод. Для повышения точности и надточности деталей при проектировании целесообразно максимально приблизить размеры деталей к расчетным значениям.

26.Параметры шероховатости.Обозначения на чертежах.

Шероховатость – геометр. хар-ка кач-ва поверх-ти детали, оказывающая влияние на экспл. пок-ли. Она оценив-ся по неровностям профиля,получ. путем сечения реал. поверх-ти плоскостью.В практике проек-ния РЭС широко использ. 2 пар-ра шероховатости: Rz и Ra. Rz -высота неровностей профиля по 10-ти точкам; Ra-сред. арифметическое отклон-е профи-ля. Rz испол-ся для харак-ки груб., необработ. поверх-тей, Ra – для пов-тей, кот. подверг-ся спец. обраб-ке. Быв-т Rz320,Rz160,80,40,20; Ra2.5,1.25,0.63,0.32,0.16. Использ-ся 3 осн. спо-соба регламентации конструктором кач-ва поверх-ти (шероховатости): по прототипу(метод прецедента), расчетный, эксперим.. Обозначение шероховатости поверх-ти на чертеже:1)

 поверх-ть, не обрабатываемая по данному чертежу;2)  вид обработки конструктором не устанавли-ся;3)  вид обработки определен конкретно;

4)  вид обработки явл. единственным.

27.Сборочные чертежи и их содержание.

Содержание сбороч. чертежа:1)изображение сбор. ед., позволяющее осущ-ть ее сборку и контроль;2) размеры, пред. отклонения;3)указания о выполнении разъемных соед.;4)номера позиций состав. частей;5)габаритные, установочные и др. справоч. размеры;6)технич. хар-ку изделия(при необх-ти);7)координаты центра тяжести(при необх-ти). Сбор. чертежи выполн-ся с упрощениями. На сбор. ч-жах допус-ся не показывать эл-ты: фаски, проточки,углубления,выступы,накатки; зазоры м/д стержнями и отв-ми; крыш-ки,кожухи,перегородки; надписи на шкалах и др. деталях,изображая только их контур.

28.Обозначение отд. состав. частей и размеров на сбор. чертежах.

Сост-ым частям присв-т номера позиций и указыв-т их в спецификации на это изделие. На выносных полках номера позиций располагаг. пар-но осн. надписи чертежа вне контура изображения и группир. в колонку или в строчку по возмож-ти на одной линии.

Допускается делать общую линию-выноску с вертик. расположением номера позиций, напр. для группы деталей с отчетливо выраж-ой взаимосвязью.На сбор. чертежах указыв. след. размеры: габаритны (длина,высота,ширина), монтажные(размеры, определяющие взаимное расположение сост. частей), установочные(размеры, по к-рым изделия присоед. друг к другу или к устр-ву),эксплуатац-ые(диаметры проходных отв-ий).

29. Спецификация и порядок ее оформления.

Спецификация - документ, определяющий состав изделия и всей конструкторской документации, относящейся к этому изделию. Ее состав и оформление на отдельных листах А4 на каждый сборочный единицу, комплекс и комплект.

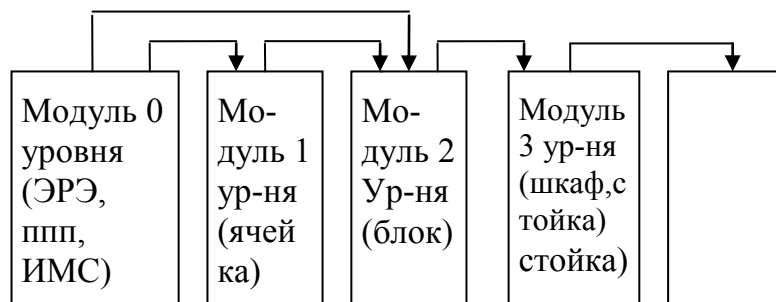
В зависимости от состава изделия спецификация может состоять из разделов, которые следует располагать сверху вниз в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наименование разделов записывается в виде заголовков в графе наименования строчными буквами (кроме 1-ой прописной) и подчеркивают это слово. Ниже и выше заголовков оставляют 1 свободная строка.

30. Несущие конструкции РЭС

НК предназначены для размещения компонентов РЭС и обеспечения их функционирования в реальных условиях эксплуатации. Их исполнение позволяет обеспечить компоновку, теплоотвод, экранирование, повысить надежность и технический состав частей и изделия в целом. Конструкционные системы – это совокупность базовых НК, находящихся в определенной соподчиненности на основе единого модуля и оптимальной технологии производства. Они предназначены для создания оптимальных компоновок РЭС с учетом функциональных, механических, тепловых факторов, требований эргономики и ремонтопригодности.

Разновидности конструкций систем РЭС: 1) базовые несущие конструкции РЭС 2) базовые несущие конструкции ЭВМ 3) стойки связной аппаратуры 4) корпуса блоков электронных измерительных приборов 5) система самолетной аппаратуры, 6) конструкция системы студийной телевизионной аппаратуры, 7) судовой аппаратуры.

Для сложных РЭС используется иерархия конструкций систем:



От 0 до 2 уровня – дополняют связь, обусловленную наличием неплотного теплового выделения или массивных электропроводящих элементов, не позволяющих размещать на печатной плате и их размещать прямо в блоке. В качестве несущей конструкции 1 уровня чаще всего используются ПП, устанавливаемые на металл рамки. Такую сборку называют ячейкой. На ПП устанавливают элементы 0 уровня, элементы коммутации. НК модуля 3-го уровня является корпусом блока. Разновидности корпусов: разъемные и книжные конструкции. Достоинства разъемной: *легкоосъемность ячеек => высокая ремонтопригодность и эксплуатационное обслуживание. Недостатки: *увеличенные масса и объем из-за наличия корпуса и разъемов к каждой ячейке. Область применения таких конструкций: бытовая аппаратура, ЭВМ. Достоинства книжной: высокая компактность, малая масса и объем, легкий доступ к элементам базы при ремонте. Недостаток: затрудненный демонтаж ячеек, что увеличивает время ремонта. Книжный вариант используется для бортовых устройств с высокой надежностью, где требование уменьшения массы и объема является главным.

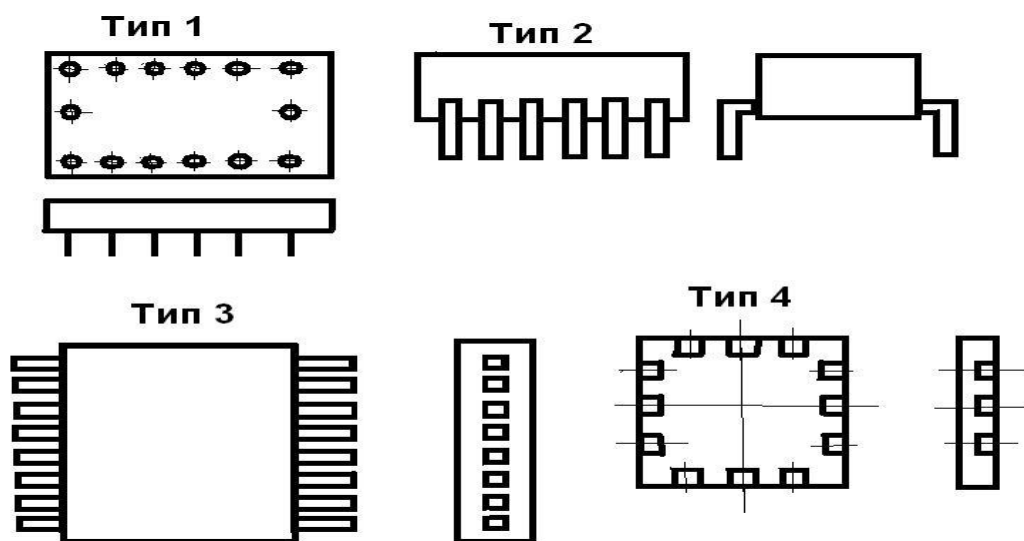
Есть еще и всемерная компоновка с + и – книжной.

31. Конструктивные разновидности корпусов интегральных микросхем (ИМС)

ИМС- это микроэлект. изделие, выполн. опред ф-ции преобраз-я, обраб-ки сигнала и накопл-я инф-ции и имеющее высок. плотность упаковки элек-ки соедин-х эл-тов и кристаллов, кот. с т. зр. требований к испытаниям, приемке, поставке и эксп-ции рассм-ся как единое целое. Разновидности микросхем: полупроводниковые, пленочные, гибридные.

*Полупроводниковые микросхемы: все эл-ты и межэлем. соединения вып-ны в объеме и на повер-ти полупр-ка. *Пленочные: все эл-ты и межэлем. соедин-я выполнены только в виде пленок, проводящих и диэл. мат-лов. *Гибридные: содержат кроме обыч. дискрет. эл-тов простые и сложные компоненты (кристаллы п/п микросхем). По конструктивному исполнению ИМС: корпусные и бескорпусные. *Корпусные исп-ся в негерметичных конструкциях. Дост-во: защищенность элементов ИМС от дестаб. фак-в, а недост-ки: увеличение габаритов, т и ст-ти, ухудшение теплоотвода, электр. параметров

В настоящее время исп-ся 5 типов корпусов ИМС:



Шаг м/д выводами ИМС: 0,625; 1,0; 1,25; 1,7; и 2,5 мм.

В тех случаях, когда корпус ИС выполнен из мат-ла с малой теплопроводностью (пластмасса), а функц-е ИМС сопров-ся значит. тепловыделением в него м\б введены теплоотводящие шины.

32. Бескорпусные эл-ты мк/электроники

Выводы бескорп. эл-тов могут выпол-ся в виде контакт площадок (тип 4). Беск. транзисторы могут выпол-ся с гибк, шарик, балоч. выводами. Беск. ИМС – миниатюр. изд-я и для облегч-я монтажа иногда они распол-ся на лент. пленоч. носителе. Такое исполнение облегчает их контроль, электротренировку, автоматизацию сборки и монтажа. Внешний контур плёнки при монтаже обрезают, а бескорп. эл-т устан-ют на подложку и закрепляют эпоксидным компаундом.

33.Выбор мат-лов для эл-тов констр-ций изделий РЭС

Это является сложной задачей из-за многовариантности. Прав. выбор материалов м/б сделан на основании анализа функц-ого назначения детали, усл-ий её экпл-ии и технологич. пок-лей с учётом факторов:

*мат-л явл-ся основой конструкции (опр-ет сп-ть детали вып-ть раб. ф-ции в изделии и противостоять действию дестаби-щих факторов). *мат-л опред-т технологич. хар-ки детали, т.к. обраб-ся опред. технологич. методами. При прочих равных условиях выбрать стоит тот мат-л, к-ый допускает обраб-ку наиб. прогрессивными методами(штамповка, литьё, прессовка). *от св-в мат-ла зависит точность изготовления детали. *выбор мат-ла опред-ет габариты и массу изделия. *мат-л определяет эксплуат. хар-ки детали, её надёжность и долговечность.

34.Осн. св-ва металлов и пластмасс

Пластмасы по сравню с металлами обладают **достоинствами**: =меньшая плотность, =хим. стойкость и влагост-сть, =вибропоглащ. спос-ть =прозрачность или полупрозрач-ть, =легче обраб-ся, =меньшая ст-ть. **Недостатки**: -меньшая прочность, - большие знач-я к-тов лин. расширения, -ухудшение св-в при действии УФ излучения.

При выборе конкр мат-лов испол-т спец диаграммы, кот. харак-т разл св-ва мат-лов.

36.Разновидности и особ-сти разъёмных и неразъёмных соединений(РС и неРС)

РС и неРС испол-ся при сборке конструкций РЭС и их соед-й. Осн. видами разъём-ых явл-ся резьбовое, с использ. к-го крепятся панели, каркасы, ПП. Крепёжные эл-ты для такого вида соед-й: винты, болты, гайки, шайбы, шпильки. Для обеспеч-я защиты констр-и от мех. возд-вий в кач-ве крепеж эл-та испол-ся гровер-шайба.

В усл-ях крупносерийного и массового пр-ва целесооб-но применять автоматизированное оборудование, в к-ом сопряжение собираемых деталей, подача и ориентация крепежа, выполнение соединений осущ-ся мех-змами в едином технологич. цикле. Подобные автоматы на сегодн. день обладают низкой надёжностью, явл-ся сложными и имеют высокую ст-ть.

Нераз-ые вып-ся пайкой, сваркой, развальцовкой, заклёпками, склеиванием, обжимкой, опрессовкой. При пайке зазор м/д соединяемыми эл-тами заполняется расплавленным припоем без плавления осн. металла эл-тов. Испол-ся припои ПОС-61, ПОС-40.

В процессе пайки необх-мо обеспечить удаление окисной плёнки, для этого исп-ся различные флюсы(канифоль).

Виды сварки, исп-ые при пр-ве РЭС: *точечная, *роликовая, *ультразвуковая, *контактная. Выбранный вид сварки д. помимо необход. прочностных и эксплуатац. св-в в конструкции обеспеч. её min деформацию в процессе и после сварки, что зависит от жёсткости конструкции, режима сварки и толщины соедин-х эл-ов.

Клеевые соед-ния явл-ся технологичными и достаточно прочными. Их применение снижает ст-ть изделий и массу. Дост-ва клеевых соед-ний: *возм-сть соед-ния разнородных мат-лов, *возм-сть получения кач-ного соед-ния тонких эл-тов конструкции, *герметичность. Недостатки: --низкая теплост-ть, --меньшая долговечность из-за старения клея --сложный контроль кач-ва соед-ний, --сильная зав-сть прочности клеевого соед-ния от кач-ва подго-товки склеиваемых пов-стей.

Заклепочн. соед-я испол-т для деталей из несвариваемых и не допуск-х нагрева металлов.

35.Разновидности мат-лов, исп-мых в констр-циях РЭС

Для изгот-я несущих эл-тов констр-ции РЭС испол-ся тонколист. стали, Al, Mg, Ti сплавы.

Марки стали: *сталь углеродистая: ст. 10; ст. 20; Ст.45; *сталь легированная: 4Х13;30ХГСА; *алюминиевые сплавы : Д1; Д16; В-95; АЛ2; *магниевые сплавы: МА2-1; МА-8; *медные сплавы: М1(провод-ки), латунь Л-63 (медь+цинк), бронза Бр.52 (медь+ олово)

Магнитные мат-лы для изготовления магнитопроводов: *эл-технич. Сталь: Э310;Э320;Э330, *пермаллой(Fe+Ni): 50НП, *карбонильное железо, альсифер, ферриты.

Полупроводниковые мат-лы: германий, кремний, арсенид галия

Диэлектрич. мат-лы: гетинакс, полистирол, эбонит, текстолит,стеклотекстолит, фторопласт, керамика,стекло и т.д.

37.Технологичность(Т) конструкций РЭС

Т - это сов-ть св-в конструкции изделия, обеспеч. оптим. затраты труда, ср-в, мат-лов и времени на всех этапах пр-ва, изготовления, эксплуатации и ремонта по сравнению с соотв. пок-ми для однотипных конструкций. Т. конструкции м/б 3х видов: *производственная - опред-т объём работ по технологич. подготовке пр-ва, сложность изготовления, удобства монтажа вне пр-тия-изгот-ля. *эксплуатационная - опр-т объём работ при подготовке изделия к использованию по назначению, технич. ремонту и к утилизации. *ремонтная - хар-ет объём работ при всех видах ремонта, кроме текущего.

38. Пок-ли технологичности.

При оценке технол-ти использ. конструкт-ие и технологич-ие пок-ли. К **кострукторским пок-лям** технологич-ти относят:

1) коэф.применяемости деталей $K_{пд}=1-Дор/Добщ$,

Дор-число типа размеров оригинальных деталей, Добщ- общее число типа размеров деталей;

2) коэф. применяемости ЭРЭ $K_{пэрэ}=1-Нор.эрэ/Нэрэ$,

Нор.эрэ- число типа размеров оригинал. ЭРЭ, Нэрэ- общ. число ЭРЭ;

3) коэф. точности обработки $K_{тч}=1-Дтч/Д$,

Дтч- число деталей с допуском качества 10 и менее.

Пок-ли технологические:

1) коэф-т автоматизации и механизации монтажных соединений $K_{ам}=Нам/Нм$, Нам- число операций, выполн-ых с использ. автоматизир.оборуд., Нм- общее число операций при сборке изд.;

2) коэф-т автоматиз-ции контроля и настройки $K_{мкн}=Нмкн/Нкн$, Нмкн - число операций с использ. автом-ции и механ-ции, Нкн-общее число настроечных операций;

3) коэф. использ. мат-лов $K_{им}=М/Мм$,

М-общая м деталей и узлов изд., Мм- масса исх.материалов.

39.Методы обеспечения технологич-ти конструкций РЭС.

1) испол-ие наиб. простой и отработанной в пр-ве конструкторской иерархии;2) выбор прогрессивных способов формообразования деталей;3) уменьшение числа ур-ней разукрупнения конструкций РЭС и выбор их формы и размеров с учетом унифицированной оснастки и стандартного оборуд-ия;4) уменьшение номенклатуры использ-ых материалов;5) уменьшение применения дефицитных или токсичных материалов, драг.металлов;6)обоснованный выбор качества точности, шероховатости поверх-тей;7) конструктивная и функц-ая взаимозаменяемость узлов,минимизация числа подстроечных и регулировочных эл-тов;8)контролепригод-ть и инструментальная доступ-ть эл-тов деталей и узлов.

40.Классификация методов электр. соединений.

Компоновка РЭС осущ. пространственным размещением компонентов по ур-ням конструкторской иерархии. Отд. компоненты РЭС (ЭРЭ,ИМС) и эл-ты констр. иерархии д.б. электрически соединены м.д. собой.

Электрич. соединения- часть конструкции, предназнач. для обеспечения эл-ки неразрывных связей, эл-тов и сост. частей РЭС м/д собой в соотв-и с принцип-ой или монтажной схемой. Технол. процесс выполнения электрич. соединений - электромонтаж или монтаж.

Кач-во выполн-ия электрич.соединений и его конструктивное и технологическое исполнение определ-т кач-во конструкции всего РЭС: * если проих-т обрыв эл связи => отказ РЭС, *электрич. соедин-ия м. вносить искажения, затухания и задержку непрер. или дискрет. сигнала, а возник-е в ней паразитные связи и помехи могут нарушить норм-ое функц-ие РЭС. Чем < контактов и контактных групп, тем надежнее будет РЭС.

Методы электромонтажа: 1)межконтактная коммутация: печатн. монтажом(1стор-ий, 2тор., многослойный) и объемным проводом (одиначным, сборкой проводов, автоматич-ой укладкой);

2) контактирование: неразъемное (пайка, сварка), ограниченно-разъемн. (накрутка,прижим), разъемн. (НЧ соединитель, ВЧ соединитель).

41. Печатный монтаж и методы его получения.

Печатный монтаж выполняется в виде ПП или гибких печ. кабелей (шлейфов). В качестве оснований для ПП использ. диэлектрик или покрытый слоем диэлектрика металл.

Технолог. способы получ-я пров-ков: 1) травление фольгированного диэлектрика (субтрактивный метод): химич. и комбинир. позитивн.; 2) селективное осаждение меди; 3) вжигание паст; 4) напыление в вакууме. Хим. негативный использ. для получения ОПП и ГПК. Достоинство: высокая точность геометрии проводников из-за отсутствия процессов гальванического осаждения меди. Комб. позит. методом получ. ДПП и МПП из фольгированного диэлектрика (с метал-ной отвержкой).

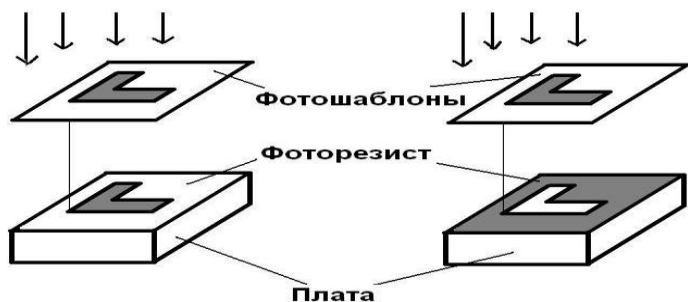
Осн. операции изгот-я ПП хим. негат. методом:

а – заготовка из фольг. диэлектрика; б – нанесение фоторезистивной печат. рисунка; в – травление печат. рисунка; г – удаление фоторезиста; д – мех. обработка монтаж. отверстий; е – нанесение лаковой (эпокс.) маски; ж – облуживание контак. площадок; з – пайка выводов ЭРЭ и других элементов.

42. Технология формирования печатного рисунка

Технология формирования печат. рисунка обычно осуществляется с использованием процесса фотолитографии и в-в, обладающих спец. св-вами – фоторезистов.

Фоторезисты – в-ва, устойчивые к агрессивному воздействию кислот и щелочей и предназначенные для защиты отдельных участков фольги ПП и изменяющие свои св-ва под воздействием УФ-излучения. Тех. процесс получения контактной маски на поверхности ПП с помощью фоторезиста назыв. фотолитографией. В зависимости от механизма протекающих в фоторезисте реакций фоторезисты быв. позитивные и негативные. После обработки в соответствующих растворителях на плате остается рисунок, негативный по отношению к фотошаблону. По определению негативного фоторезиста облученная его часть теряет растворимость и в дальнейшем под ним остается слой медной фольги. В случае использования позитивного фоторезиста получ. рисунок платы, аналогичный рисунку фотошаблона. Поз и негат фоторезист.



43.ОПП, ДПП, МПП.

ОПП быв. с металлизацией отвер-ий и без неё, ДПП- на диэл-ом основании и металлич-ом основании. ОПП содерж. 1 слой прводящего рисунка и имеют след. дост-ва:1)высокая точность выполн-ия проводящего рисунка;2)отв-ия м. использ. и без металлизации;3)установка ЭРЭ ПП и ИМС на пов-ть платы м. производ-ся без доп. изоляц-го покрытия;4) относит-но низкая ст-ть. ДПП требует металлизации монтажных и переходных отвер-тий, что усложняет технологию изготовления. ПП с металлизиров-ми отв-ми более надежны в экспл-ции, т.к. обеспечив. лучшее сцепление навесных ЭРЭ с печ. проводниками и с основанием платы. ДПП на мет. основании с нанесенным на него электро-изоляц-ым покрытием примен., когда нужно обеспеч. отвод тепла при размещении на плате тепловыдел-щих ЭРЭ большой мощности. МПП представл. собой конструкцию, сост. из неск-их слоев диэл-ка и неск-их слоев проводящего рисунка. Эти платы имеют контактные площадки в виде колодцев, в к-рые распаиваются ЭРЭ и ИМС. Кол-во слоев может достигать до 10-12. Их дост-во: обеспечив. более плотный монтаж, экранирование эл-тов или отд-ых уч-ков платы и широко использ. при изготовлении вычислит. техники.

44. Керамические платы и гибкие ПП.

Одним из перспективных методов повышения стаб-ти пар-ров явл. использ-ие плат на основе керамики. На основании платы из керамики методом трафаретной печати наносят проводники (из проводящих паст) и резисторы(из резистивных паст).В процессе обжига подобной стр-ры при темп-ре 600-700 град. происходит вжигание проводников и резисторов в основание и в рез-те получ. прочная герметичная химически инертная монолитная стр-ра с высокой теплопроводностью. На основе керамики получ. и МПП методом послойного наращивания и спекания. *Недостаток*: большая масса, трудноконтролируемая усадка при спекании.

Гибкие ПП использ. в конструкциях, где они подверг. пост-му и периодич-му воздействию напряжения изгиба. Важная хар-ка - высокая устойчивость к механич. воздействиям, т.е. к отслаиванию печ-ых проводников от диэл-го основания. На основе ГПП изготавл. одностор.,двустор. и многослойные печ. шлейфы.

45.Методы конструирования ПП.

Дел-ся на: ручной, полуавтоматизиров, автоматиз-ый. При испол-нии ручного метода реком-ся сл. порядок орг-ции работы: Принципиальная электр.ч. схема разбивается на функционально связанные группы и произв-ся размещение навесных эл-тов в каждой группе. Группа эл-тов, имеющая наибольшее кол-во внешних связей, размещается вблизи разъема, далее группы эл-тов, имеющие наибольшее кол-во связей с уже размещенной группой размещаются рядом и последовательно. При необх-ти произ-ся корректировка в размещении отдельных навесных эл-тов или допустимая замена адресов связи. При размещении эл-тов на поверхности ПП в ряде случаев необходимо учитывать ряд ограничений: размещение массивных эл-тов, размещение тепловыделяющих эл-тов, обеспеч-е электромагнитной совместимости эл-тов. Полуавтоматизир. метод конструирования предусм. размещ-е навесных эл-тов с помощью ЭВМ при трассировке печатных проводников. Автоматизир. метод предусм. кодирование исх. данных, размещ-е навесных эл-тов и трассировку печатных проводников с использ-ем ЭВМ. Допуск-ся доработка отдел. соедин-ий в ручную. Метод обеспеч-ет высокую произв-ть при конструировании и разработке конструкторской документации.

46.Последовательность конструирования ПП.

Реком-ся след. порядок проектирования печатных плат: изуч-е ТЗ на изд-я, опред-е условий эксплуатации и группы жесткости, выбор типа и класса точности ПП, выбор размеров и конфигураций ПП, выбор материала основания ПП, выбор конструктивного покрытия, размещ-е эл-тов и трассировка печатных проводников, выбор метода маркировки, разработка конструкторской документации. Условия эксплуатации, хранение и транспортирование опред-ся на основании требований ТЗ на изделие, в состав которого входит ПП.

47.Выбор материалов и геометрических размеров ПП.

Материал ПП выбир-ся в соответствии с ГОСТ 10316-78. Выбор этого материала произв-ся с учетом обеспеч-я стабильных физико-механических и электрических параметров ПП после или во время воздействия механич. нагрузок, климатич. факторов и химических агрессивных сред. Размеры, конфигурацию и места крепления ПП выбирают в завис-ти от элементной базы, эксплуатац. хар-к, метода пайки, методов контроля ПП. Если в изделии имеется несколько ПП, то желательно, чтобы они имели одинаковые размеры. Предпочтительная форма ПП – прямоугольная. Конфигурацию, отличную от прямоуг., следует применять в технически обоснованных случаях.

48.Выбор конструктив-х покрытий для ПП.

Подобные покрытия необходимы для обеспеч-я стабильности электрич-х, механич-х и др. параметров ПП. Покрытия м/б металлические и неметаллич-е. Метал. покрытия: 1) сплав Розе (1,5-3 мкм) – защита от коррозии, обеспеч-е паяемости; 2) сплав Олово-свинец (9-15 мкм) – защита от коррозии, обеспеч-е паяемости; 3) серебряное* (6-12 мкм) – улучшение электропроводимости; 4) золото и его сплавы* (0,5-3 мкм) – улучшение электропроводимости; 5) палладиевое* (1-1,5 мкм) – снижение переходного сопротивления; 6) никелевое (3-6 мкм) – защита от коррозии, повышение износоустойчивости.* - следует использовать в технически обоснованных случаях и с разрешения головного технологического предприятия отрасли. Неметаллич. конструктивные покрытия испол-ся для защиты печ. проводников и поверхности ПП от воздействия припоя, эл-тов проводящего рисунка от замыкания навесными эл-тами (для ДПП), для защиты от влаги при эксплуатации изделия. Используемые диэл. покрытия м/б след-е: эпоксидные смолы, эмали, окисные пленки.

49.Размещение навесных эл-тов на ПП.

Выбор варианта установки навесных эл-тов, их размещение на ПП, в т.ч. под автоматич. установку, осущ. в соответствии со стандартами: ОСТ 4.010.030-81. Общие рекомендации: обеспеч-е простой трассировки печатных проводников, обеспеч-е технологич-х требований (сборка, пайка, контроль), обеспеч-е теплоотводности и ремонтпригодности.

50. Выбор и размещение печатных проводников.

Конструкции ПП хар-ся рядом электрич-х, конструктивных, технологич-х, механич-х и др. параметров. Электрич. параметры ПП: сопротивление печатных проводников (как активное, так и волновое), допустимая токовая нагрузка проводников, допустимые рабочие напряжения между эл-тами проводящего рисунка, емкость и индуктивность проводников. Основные конструктивные параметры ПП: размеры плат; размеры печатных проводников, контактных площадок, отверстий, зазоров и т.д.; позиционные допуски расположения эл-тов конструкций. Толщина ОПП и ДПП: 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм. Ширина проводников, зазоры м/ду ними зависит обычно от электрич-х параметров, надежности платы, а также конструктивно технологических соображений. Установлено 5 классов точности для выполнения размеров эл-тов конструкций ПП. При возм-ти следует выбирать классы точности с меньшим номером, т.к. рабочей силы.

51. Выбор и размещение отверстий на ПП.

Кол-во типа размеров следует ограничивать. Рек-ся прим-ть не больше 3-х типа размеров монтажных и переходных размеров. Центры отверстий располагают в узлах координатной сетки. Центры монтажных отверстий под неформуемые выводы многовыводных эл-тов, межцентровые расстояния которых не кратны шагу координатной сетки, следует располагать так, чтобы в узле координатной сетки наход-ся центр по крайней мере одного из монтажных отверстий, а центры отверстий под остальные выводы распол-ся в соотв. с указанием необходимых размеров. Неметализир. монтажные отверстия след-ет распол-ть в зоне контактной площадки или в крайнем случае рядом с ней. Диаметр монтажного отверстия выбир-ся в пределах 0,1 – 0,4 мм. и его конкретное значение зависит от диаметра вывода навесного эл-та

52. Размещение и выполнение экранов.

Слой металла на пов-сти платы может выполнять роль экрана м/у эл-ми устройства. Этот слой может занимать большую площадь платы и при групповой пайке возможно газовыделение из диэлектрика и отслаивание слоя металлизации. Чтобы исключить этот эффект, экраны выполняют с вырезами, равномерно размещенными по площади экрана.

53. Маркировка ПП.

Маркировка, наносимая на ПП подразделяется на основную и дополнительную. **Основная** наносится обязательно и содержит: 1) обозначение ПП или ее условный шифр. 2) порядковый номер изменения чертежа, относящийся только к изменению проводящего рисунка. 3) буквенно-цифровое обозначение в слоях МПП.

Дополнительная маркировка наносится при необходимости и может содержать: 1) порядковый или заводской номер ПП. 2) позиционное обозначение навесных элементов. 3) изображение контуров навесных элементов. 4) цифровое обозначение первого вывода элемента. 5) обозначение «+» вывода полярного элемента. Основная маркировка может наноситься способом, которым выполняется проводящий рисунок. Дополн. маркировка наносится краской.

54. Межконтактные соединения из объемного провода

Эл. соединения из объемного провода обладают худшими массо-габаритными и эк-кими показателями по сравнению с печатным монтажом. Однако они широко исп-ся в опытном пр-ве, для выполнения эл. соединений в ИС и для осуществления длинных или высокочастотных связей. Объемные проводники м/б: одножильные без изоляции, одно- и многожильные с изоляцией, экранированные провода, коаксиальные кабели, многожильные кабели. Провода без изоляции $d = 10 \dots 150$ мкм исп-ся для эл. соединений ИМС и микросборо-ров. Выбор конкретного проводника зависит от факторов: 1) от силы протекающего тока. 2) от возможности автоматизированного монтажа. 3) от требований по прочности, стоимости, методу контактирования. Провода с изоляцией исп-ют для реализации эл. соединений в пределах платы, блока, шкафа, наряду с печ. монтажом. Эл. соедин-ия объемным проводом позвол. вносить изменения и проводить ремонт, но затрудняют воспроизведение параметров эл. связей. Монтаж такими проводниками осущ. спец. технологич. процессом соедине-ния накруткой. Плоские кабели широко исп-ся при монтаже РЭС. Они обладают высокой стабильностью электр. параметров. Их разно-видности: клееные, опрессованные, плетеные.

55. Автоматизированные методы электромонтажа. Они различ. способами контактирования. Их 3: ***накрутка** (распространенным монтажом наряду с пайкой явл-ся монтаж накруткой. При ручной работе производит-ть такого монтажа 175 соединений в час. При автоматической работе до 1000. Недостатком метода явл-ся большой объем контактного узла, т.к. надо 4-6 витков на 1 соедин-е и возможно до 3 соедин-ий на 1 штырьке. Min сечение штырьков $0,3 \times 0,3$ мм.), ***сварка** (с пом. её осущ. контактн. соедин-ия в интегральн. МС с исп-льз. зол. и алюм. проволоки), ***пайка** (для пайки наиб. производ-ый процесс – пайка волной).

56. Разъемные контактные соединения

Подобные соедин-ия позвол. упростить сборку и улучшить ремонтпригодность при эксплуата-ции. Их исп-ние приводит к увеличению массы, габаритов, стоимости контактного соедин-ения по сравн. с неразъем-ми. Ресурс этих соедин. ограничен и обычно не превышает несколько тысяч соединений-разъединений. Эти соедин. менее устойчивы к мех. и клим. воздействи-ям.

57.Разновидности соединителей и требования к ним.

Примняются низко и высоко частотные.

Разновидности низкочастотны соединителей: 1)непосредственного контактирования(ПП-розетка соединителя) 2)косвенного контактирования (вилка-розетка соединителя) 3)с нулевым усилием сочленения(имеется кулачковый ключ для поджатия). Необходимость исполнения третьего обусловлена: 1)увеличением контактного давления с целью снижения переходного сопротивления 2)Недопустимым увеличением усилия стыковки-расстыковки соединителя при числе контактов >50 3)короблением плат, вызывающим неравномерное прижатие контактов и затрудняющим процесс соединения. Соединение радиочастот. кабелей м/у собой и РЭС выпол-ся с пом. **высокочастотных** коаксиальных соединителей. **Требования к контактным соединениям:** некоторые требования явл-ся общими как для разъёмных, так и для неразъёмных соединений.Общие требования: min переходное сопротивление и его стабильность, достаточная механич прочность.Разъёмные соедин-я хар-ся дополнит. параметрами : а)переход. сопротивлением после задан. числа (раз)соединений: $R_{пер} \leq 0.01$, б)отсутствие перегрева при работе в режиме больш. токов.

58.Классификация механических воздействий.

К мех воздействиям относят: 1)вибрации 2)удары(при её экс-ции на подвиж. объектах, при транспортир., погруз-разгруз-ых работах), 3)лин. нагрузки(при разгоне и тормож. трансп. ср-в, изменений напр-ния движений), 4)акуст. шумы(возник. при работе мощных двигателей, из-за возник. аэродинам. эф-тов придвиж-и самолетов), 5)комплексные воздействия(сов-ть 4 первых). **Вибрации** м.б. гармоническими, негармонич, переодич., случайными. **Вибрации:** периодические и случ..*Периодические* делятся на: гармонические, квази-гармонические, сложной формы. *Случайные:* узкополосные, широкополосные.

Удар. процессы м.б. прост и слож формы. Их осн пар-ры: форма удар импульса, величина удар ускор-я, длит-ть удар процесса.

59.Пар-ры гармонических вибраций.

Гармонические вибрации присутствуют при эксплуатации аппаратуры, используются при испытании ап-ры, можно представить любой сложный период. процесс в виде суммы гармонич. составляющих.

$y = A \sin 2\pi f t$, A-амплитуда, f-частота вибрации. Для анализа технич об-тов таких пар-ров недостаточно, использ. пар-ры более высокого порядка - виброскорость, виброускорение. Виброск-ть (1-я производ-я от смещен-я по времени) $y' = V = A 2\pi f \cos 2\pi f t$, ампл-да виброскор-ти $V = A 2\pi f$. Виброускорение $y'' = W = -A (2\pi f)^2 \sin 2\pi f t$, ампл-да виброускорения $W = A (2\pi f)^2$. Виброускор-е в технике в ед. ускор-я своб падения: $j = W/g = A (2\pi f)^2 / 9.8 \approx 4 A f^2$ (м, Гц), $j = A f^2 / 250$ (мм, Гц).

60. Мех. модели РЭС и их эл-тов.

Модель – упрощ. представление об-та с сохранением наиб. существенных черт и пар-ров. В мех. отнош-и любой радиоэл аппарат – мн-во сосредоточ масс, связан. м-ду собой упругими и демпфирующими связями. Модели реал. ап-ры м.б. очень сложными. Поэтому к анализу кон-ций подходят поэлементно, изучая самые прост. эл-ты и их модели. РЭС разделяют на прост. модели, кот. можно проанализ-ть, ЭРЭ – балочн. модели. При реал. расчетах отклика ап-ры на мех. возд-вия испол-т сложн. модели РЭС. Испол-т такую цепочку моделей, рассм-т прохожд-е вибрации по ней.

Конструктивные эл-ты аппаратуры могут ослаблять или усиливать возд. вибрацию. Задача конст-ра: уменьш-ть амплитуды вибраций, возд на элем базу.

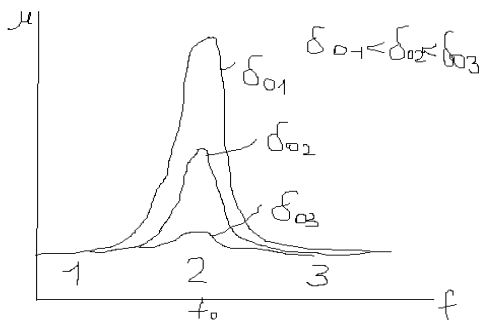
61. Основные динамич-ие хар-ки.

Величины, ф-ции, позволяют оценить отклик конструкции на мех. воздействия. К осн. отно-сят: 1) значение собственных частот колебаний эл-тов или резонансных частот; 2) собственные формы колебаний; 3) коэф. динамичности конструкции или эл-та кон-стрии; 4) коэф-та демпфирования (затух колеб). 1) Собств. (резонан.) частота – частота воздействия, по к-рой наблюда. резкое усиление ампл-ды колеб.. Харак-на для люб мех эл-та, на ней наблюда-ся макс отклик кон-ции на внеш динам возд-вие. Стар-ся искл-ть совпад-е частот воздей-х вибраций и собств частот колеб-й.

2) Форма колеб-й – виброрельеф конструктив эл-та на соответ собств частоте колеб-й. Для ПП харак-ны свои собств формы и знание этих форм позвол-т оптим-но разм-ть на повех-ти ПП наиб чувствит эл-та.

3) К-т динам-ти: $\mu = y_0 / y$, y_0 – амплитуда колебания основания, y – ампл-да колебания блока.
 $\mu = \sqrt{(1 + 4\delta_0^2 \alpha^2) / ((1 - \alpha^2)^2 + 4\delta_0^2 \alpha^2)}$, α – коэф. расстройки по частоте, $\alpha = f / f_0$, f – текущая, f_0 – собственная частота, $f_0 = \sqrt{(k/m)} / 2\pi$, k – суммарная жесткость используемых виброизоляторов. δ_0 – к-т демпфирования, $\delta_0 = h / 2\sqrt{mk}$, m – масса блока.

4) Степень затух-й колеб-й показ-т к-т демпфир-я. График представл-е завис-ти μ от текущ частоты f при разл знач-х δ_0 . (АЧХ)



Эти графики имеют 3 хар-ные обл-ти (1, 2, 3).

- 1) $\mu = 1$, об-т будет совершать колеб-я с такой же амплитудой как колеб-ся основание. Эта обл-ть исп-ся для защиты ПП и реализ-ся когда f_0 платы $\geq (1,5 \dots 2) f_b$, f_b – верх. частота вибр-ии.
- 2) $\mu > 1$, обл-ть резонанс колеб объекта. Такой режим стар-ся исключ, или чтобы уменьшить отклик констр-ии на вибр-ю можно увел-ть к-т демпфир-я защищ об-та. (с помощью демпфир покрытий)
- 3) $\mu < 1$, объект будет сов-ть кол-я с ампл-ой меньшей, чем ампл-да колеб-й основания. Это реализ-ся устан-кой блоков на спец эл-ты – виброизоляторы.

62.Разновидности реакций РЭС на механич. воздействия.

Реакция РЭС на механич. воздействия м.б. механической и электрической. Реакция имеет 2 хар-ые ветви: 1) механическая (деформация, мех. напряжение, число циклов изменения нагрузки до разрушения); 2) электрич-ая (шум, напряж-я, изменение к-л пар-ра нп: сопротив-я тонкопленоч. резистора, пробив напр-е).

Клас-я отказов апп-ры:

- 1) восстановл-мые- возник-т из-за тензорезист. пьезоэл и эл-магн явл-й в эл-тах РЭС
- 2) невосст-е- след-вие обрывов и поломок (разрыв дорожек печ монта, разруш-е паян, свар клен соедин-й))

Аппаратура устан-емая на подвижных объектах д. обладать **виброустойчивостью**, т.е. способностью выполнять свои функции и сохран-ть свои параметры в пределах норм., устан-ых в стандартах во время воздейсвия мех. факторов. **Вибропрочность** – спос-ть изделий выполнять свои функции и сохр. параметры после воздействий мех. факторов.

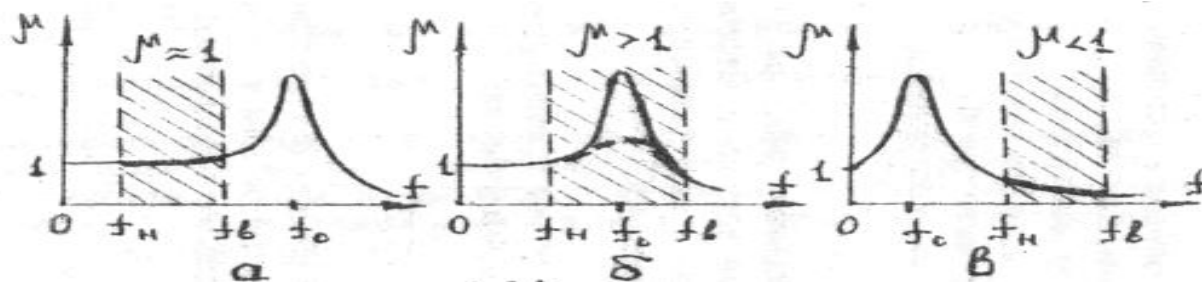
64.Виброзащита РЭС и их эл-тов.

Защита м.б. актив и пассив. Пассив-не треб-т для своей реализ-и источ-в дополн энергии. 3 способа защиты:

1-ый -в смещении резон. частоты за пределы диапазона частот возд-щих вибраций от f_n до f_b и в этом случае $\mu=1$, т.е. вибрация усили-ся не будет. Для ослабл-я испол-т: более жестк закрепл-е сторон ПП, увелич-е толщины мат-ла оснований ПП, уменьш-е габарит размеров, использ дополн точек крепл-я, использ ребер жесткости, отбортовки и выдавки.

2-й - в сл. воз-вия на аппаратуру широкополос. вибрации в этот диап-н может попадать и резонансные частоты эл-та. Для ослабления резких колебаний прим-ют демпфир. покрытия или слоистые конструкции.

3-самый эф-ный сп-б, т.е. только он обеспечивает знач-е $\mu < 1$. Такой сп-б обесп-ся исп-нием спец-х эл-тов, наз-мых виброизоляторами. Эти эл-ты устан-ся м/д блоком и объектом, кот. создает вибрацию.

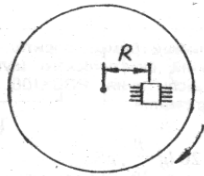


63. Воспроизведение механических воздействий на испытательных стендах.

Воспроизведение вибраций. Для их воспроиз-я использ. 2 разновидности вибростендов: механические и электродинамические. Досто-ва: простота конструкции и надежность в эксплуатации. Недостаток: низкочастот-ть (до 200 Гц), невозм-но воспроиз-ти случ вибр-и. Электродинамические вибростенды: подвижная катушка жестко связана с раб. столом и при пропускании через катушку перем. тока они перемещ. в магнитном зазоре магнитопровода, передавая движения раб. столу. Досто-ва: более качест, широкодиапазонность (до ед. и десятков кГц), можно воспроиз-ть случайную вибрацию, любую слож. форму. Воспроиз-ие ударных нагрузок. Использ. стенд со свободным падением рабочего стола. Меняя материал прокладок (сталь, дерево, резина) можно регулировать величину ударного воздействия и длит-ть данного импульса. Для воспроизведения многократных ударных воздействий использ. стенды с кулачками ступенчатой формы. Линейные нагрузки. Испол-ся центрифуги.

$W = V^2/R$, W - ускор-е изд. (м/с²), V - лин. скор-ть движ-я по окруж-ти, R - радиус закрепл-я эл-та от центра. Акустические шумы. Для их воспроиз-ия использ. динам. или стат. сирены, мощные электродин. Громкоговорители. Наиб. мощн источ-к акуст шума - динам сирена (2 диска с одинак отверстиями, 1 неподвижен, 2-й соприкас с 1-м и вращ-ся, подается поток воздуха => шум 160 дБ) Для испыт-й некрупногабар изд-й исп-ся акуст камеры спец формы.

Глав. особ-ть камер: равно-



камеры: отсутствие парал. стенок, что обеспечив. внутри мер. акустич. поле.

65. Определение собственных частот кол-ний ЭРЭ, ПП, блоков на виброизоляторах.

Для опред-я степени защищ-ти от вибрац и ударов блоков, ПП, ЭРЭ надо знать их соб частоту. Эти частоты м. опр-ть аналитически по формулам или с помощью номограмм (графиков).

fo для ЭРЭ (в виде балоч модели): $f_0 = \varphi / l^2 \cdot \sqrt{EI/m'}$

φ - коэф-т, зависящий от способа закрепл-я балки l - длина балки

E - модуль упругости мат-ла балки I - момент инерции сечения балки

m' - распределенная по длине масса балки

fo для ПП. Важность опред-я **fo** ПП обусл обстоят-ми: широк использ-е ПП в совр аппар-ре, ПП - база для размещ-я ЭРЭ, **fo** ПП малы из-за малой толщины и больш геом размеров, мех доброт-ть ПП имеет относ-но больш знач-я. **$f_0 = K_m K_v B h 10^4 / a^2$** , K_m - коэф-т, завис от мат-ла ПП, K_v - коэф-т, учит-щий весовую нагрузку или наличие ЭРЭ на пов-сти платы, B - коэф-т завис от соотн-я сторон и спос-ба закрепл-я сторон, h - толщина ПП, a - длина ПП.

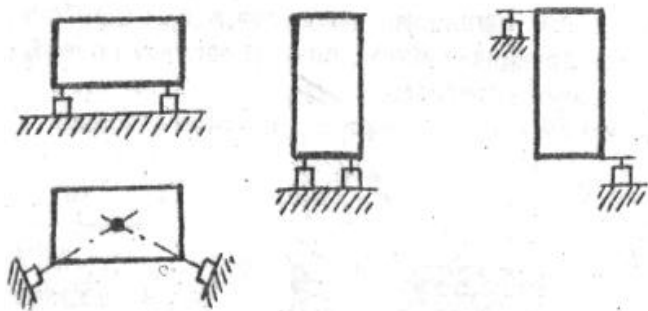
fo для ПП блоков РЭС

$f_0 = \sqrt{(K_{\text{сумм}}/m)} / 2\pi$

$K_{\text{сумм}}$ - суммарная жесткость исп-мых виброизоляторов; m - масса блока.

66.Схемы монтажа блока на виброизоляторе

1.Нижний монтаж блока на виброизоляторах,исп-ся на назем трансп ср-вах (в автомоб.), его достоинства - простота монтажа. 2. Монтаж в пл-ти, проход ч-з центр тяжести блока. Исп-ся в самолет. аппаратуре. 3.Исп-ся при монтаже высоких стоек аппаратуры и при монтаже на объектах, где возможны сильные ударные нагрузки (корабельная аппар-ра). 4. Распол-е виброизол-в по диагоналям, исп-ся на объектах, где присутств. пространственная вибрация (ракеты).



67.Разновидности виброизоляторов

Исп-ся след. классиф. виброизоляторов:

1.Резинометаллические в. 2.В. пружин. с воздуш. демпфированием. 3.В. пружин. с фрикц. демпфированием 4.В. цельнометаллические.

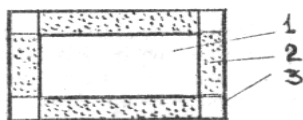
Любой виброизолятор вкл. в себя 3 элем-та:

- 1.Упругий эл-т, обеспечивающий нужную величину R
- 2.Демпфирующий эл-т, кот. иногда м/б совмещен с упругим
- 3.Элементы крепления.

Для защиты ап-ры в резонансных режимах колебания исп-ся в-ры с фрикционным демпфированием и ослаб-ся вибрации в резон. режиме.Упруг-ть обесп-ся метал пружинами, м-д кот размещен пластмасс поршень. Его трение о внутр стенку корпуса обесп-т необх демпфир-е.

Цельнометал. в-ры предназн для экспл-и в особо тяжел условиях (в широком температурном диапазоне). Исп-ся в ракет технике.

68. Защита РЭС при транспортировании



1 – упаков. изд-е; 2 – прокладка; 3 – внеш. контейнер

Упаковка для защиты аппаратуры необходима, т.к. на аппаратуру при погрузочно-разгрузочных работах м/воздействовать ударные нагрузки при случайных падениях, при перевозках на аппаратуру м/воздействовать влага, аппаратура д/б доставлена с хорошим внешним видом. Для решения этих задач исп-ся упаковка для защиты от механич. воздействий(пенопласт, паралон,войлок). Геом параметры надо выбирать оптимал-ми. Толщина,опор площадь- оптим пар-ры мат-ла.Рас-т с пом методик с испол-м спец номограмм.

69.Пример оценочного расчета РЭС с учетом механических воздействий

Динам расчет с-мы виброизоляции при возд-вии вибрации.

- 1)опред-м собствен. частоту колебаний защищ об-та(блока на виброизол-ре).
 $f_0 = \sqrt{(K_{\text{сумм}}/m)}/2\pi$
- 2)амплит-а колеб-й блока в диапазоне частот воздействующих вибраций. $A = A_0 / |1 - (f/f_0)|$, A_0 -амп-да возд-хвибраций, f -текущ частота.
- 3)виброперегрузка, действующей на блок, $j = Af^2/250$
- 4)сравнив-е с допустимым (т.е. $j < j_{\text{доп.}}$).

70.Методы расчета конструкций с использованием ЭВМ.

Методы анализа: аналитические, вычислительные(метод конечных эл-тов-МКЭ и метод конечных разностей-МКР), экспериментальные.

Аналит-ие методы: *дост-во: доступность,легкая реализ-я. *Недостатки:большая трудоемкость при испол-и слож-ных моделях, недостаточно высокая точность при использовании простых моделей. Эксперимент-ые методы:* дост-во: большая инфо-ность.*Недостаток:большие затраты времени и ср-в. Вычислит-ые: *дост-во:возмож-ть рас-чета сложных объектов при сложных динамических нагружениях. **МКЭ**:1)условное разде-ление объекта на конечные эл-ты;2)формирование матрицы жесткости $[k]$ и вектора возд-й силы $\{p\}$;3)решение ур-ия $[k]\{\delta\}=\{p\}$, $\{\delta\}$ -вектор перемещения узлов рассм-й модели. **МКР**: преобразов-е диф. ур-ния,опис. поведение констр-ции, в такое же ур-ние, но в разност. форме.

71.Тепловой режим конструкций РЭС.

Тепловой режим хар-ся сов-тью температур всех элементов, из кот. состоит РЭС, т е его температурным полем. Наиболее тепловыделяющими элементами в аппаратуре явл-ся мощные транзисторы, резисторы, некоторые микросхемы. Основные тенденции эволюции элементов РЭС следующие:1)увеличение сложности и снижение габаритов 2)ужесточе-треований к стабильности параметров. Эти тенденции явл-ся противоречивыми , т к пер-вая увеличивает напряженность теплового режима, а для выполнения второй надо его об-легчать. В процессе пр-ва, хранения и эксплуатаии РЭС могут подвергаться воздействию как + так и – температур, обусловленных влиянием окруж среды, объекта установки и теп-ловыделения самого РЭС. Нп, на наземных подвижных объектах диапазон изменения t - 60...+60, само РЭС явл-ся источником теплоты, т.к. его КПД<100% и если избыточ энергию не рассеивать в окруж пространстве, то повышается t РЭС, нарушается его нормальный ре-жим функционирования или наступает отказ.

72.Разновид-ти теплоотвода - теплопроводность, тепловое излучение, теплопередача конвекцией.

Теплопроводность имеет место при передаче тепла внутри одного эл-нта или к др. эл-ту, находящемуся с ним в контакте. Процесс теплопередачи опред-ся законом Фурье, по которому мощность теплового потока: $P_T = \lambda / l_T (T_1 - T_2) S_T$, λ – к-т теплопров-ти мат-ла, T_1 и T_2 – темп-ра нагр-го и хол-ого эл-тов, l_T -длина пути тепл. потока, S_T -теплопроводящая площадь.

Рекомендации при конструировании РЭС: 1)теплопроводящие пути выполнять короткими 2)в соедин-ях деталей обеспечивать тепловой контакт по возможно большей площади 3)поверхности теплового контакта должны иметь малую шероховатость 4)соединяемые теплопроводящие эл-ты д/б сжаты м/у собой. 5)теплопроводящие мат-лы должны иметь больш. знач-я к-та теплопров-ти. Отвод тепла с исп-нием теплопроводности исп-ся при монтаже мощных транзисторов, ИМС. Эти элементы крепятся на радиаторах или теплоотводящих шинах, от которых тепло передается на корпус РЭС и далее в окружающее пространство.

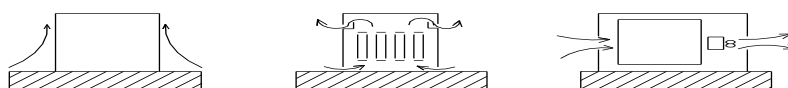
Тепловое излучение - передача тепл. энергии в виде эл.маг колебаний; при попад-и на др. тело лучистая энергия разогревает его, превращаясь снова в тепловую. Мощность тепл. по-

тока, передав. излу-ем, опред. з-ном Стефана-Больцмана: $P_l = \lambda_l (T_u - T_n) \cdot S_u$, λ_l - коэф-т передачи тепла, T_u и T_n - темп-ра излучающей и нагреваемой пов-сти, S_u -площадь излучающей пов-сти. Лучистая энергия не только поглощ. пов-стью, но и отраж. ею, степень поглощ-я или отраж-я зав-т от состава пов-сти. Реализ-я эт. способа теплоотвода использ. в РЭС.Нп, в целях защиты теплочувствит-ых эл-тов от перегрева устанавли-ют теплопоглащающие или теплоотражающие экраны. Первые имеют матовую, оксидированную пов-ть черного цвета. Вторые имеют глянцевую пов-ть светлых тонов, зеркальную или полированную. **Теплопередача конвекцией** происходит в среде воздуха, газа или жидкости, соприкасающейся с нагрет. поверх-ми эл-тов констр-ций РЭС.Процесс теплопередачи конвекцией опред-ся з-ном Ньютона: $P_k = \alpha_k (T_n - T_c) S_k$, α_k -коэф-т теплопередачи конвекцией, T_n - темп-ра нагретого тела, T_c -темп-ра окружающей среды, S_k -площадь тепловыделяющей пов-ти, P_k -мощность тепловыделения с исп-ем конвекции.

73.Обеспечение тепловых режимов РЭС.

Охлаждения РЭС можно подразделить: 1. по способу организации (индивидуальная, групповая); 2. по роду хладагента (воздух, жидкость); 3. по способу движения хладагента (естественное, принудительное); 4. по виду теплового контакта (прижим, резьба); 5. по виду материала теплоотвода (керамика, металл); 6. по способу передачи теплоты в окружающую среду (без промежуточного теплоносителя и с ним).

74.Способы охлаждения РЭС.



а – естест. воздуш. охлажд-е;

б – естест. вент-ция; с – принуд. вент-ция

Естественное охлаждение. Достоинство: простота реализ-и. Недостаток: ограничение по мощности тепловыделения. **Принудительное охлаждение:** 1. принудительная вентиляция внутренней зоны устройства воздухом. Она является самой эффективной; 2. наружный обдув поверхности прибора воздухом; 3. перемешивание воздуха внутри герметичного объема.

Принудительная вентиляция подразделяется: * приточная; * вытяжная; * приточно-вытяжная.

Все эти разновидности принудительной вентиляции основаны на способе теплопередачи конвекцией.

75.Жидкостное охлаждение РЭС.

При воздушном принудительном охлаждении мощность рассеяния модуля 1 уровня, построенного на основе ПП, обычно не превышает 20 Вт. Увеличить мощность рассеяния можно, применив циркуляционное жидкостное охлаждение. 1. модуль РЭС; 2. слой теплопроводной пасты; 3. корпус охлаждения; 4. каналы для прокачки охлаждающей жидкости. 5. ПП с ЭРЭ.

Мощность тепловыделения модуля с жидкостным охлаждением существенно зависит от скорости прокачки теплоносителя и повышается с ее увеличением. Зависимость мощности тепловыделения от скорости прокачки теплоносителя: перегрев корпуса РЭС относительно окружающей среды. Перегрев выше 40 градусов выбирают крайне редко, в связи с использованием электролитических конденсаторов со сравнительно низкой допустимой температурой нагрева ($t < 85$ градусов). Для повышения отводимой мощности движение жидкости должно быть турбулентным, при этом тепловой поток увеличивается с увеличением скорости жидкости, однако до определенного предела $v < 3$ метров в секунду. Эксперименты показали, что дальнейшее увеличение скорости существенно не увеличивает отводимую тепловую мощность.

76.Использование кондуктивных теплостоков.

Этот способ теплоотвода начал широко использоваться в связи с использованием микросхем, наиболее часто его рекомендуется использовать для герметичных корпусов. На ПП, размещенных в этих корпусах, применяются кондуктивные теплостоки в виде теплопроводных шин. 1. Корпус. 2. ПП. 3. Микросхемы. 4. Шины теплостоков. 5. Тепловые разъемы. Для повышения эффективности теплоотвода корпус 1 рекомендуется выполнять поребрированным.

Кондуктивные теплостоки выполняют из алюминиевых шин, оптимальная толщина которых 0.5 мм. Применение кондуктивных теплостоков при естественном воздушном охлаждении позволяет снизить перегрев элементов в 2-3 раза. В качестве теплостоков при малой мощности тепловых потерь может быть использована и медная фольга ПП. Для уменьшения теплового сопротивления между корпусами микросхем и теплостоков, микросхемы приклеивают к теплостокам. Дальнейшая передача тепла от теплостоков корпусу может осуществляться через специальные тепловые разъемы. И в зарубежных и в наших разработках применяются в основном конструкции тепловых разъемов с клиновыми зажимами, позволяющими достаточно просто производить смену ячеек. При выполнении модулей на бескорпусной элементной базе, их герметизация может быть выполнена заливкой теплопроводным компаундом. В качестве таких компаундов рекомендуются следующие марки: К-5, ТФК-5, КТЭ-2, КТЭ-4.

77.Жидкостно-испарительные системы охлаждения.

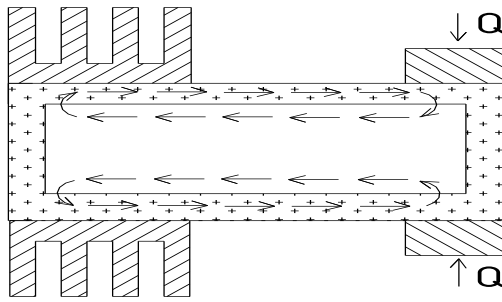
В таких системах охлаждение осуществляется за счет циркуляции охлаждающей жидкости через радиаторы и рубашки, образованные в корпусах РЭС. 1. Выброс паров. 2. Бак с испарительной жидкостью. 3. Регулятор подачи охлаждающей жидкости. 4. Радиатор охлаждения. 5. Блоки РЭС. 6. Вентилятор.

Принудительно-испарительная система. Достоинство – высокая эффективность охлаждения. Недостаток – высокая стоимость и сложность в обслуживании. Более простой является система свободно-испарительная, где

в качестве рабочей жидкости используется жидкость с низкой температурой кипения (спирт, трансформаторное масло).

78.Тепловые трубки.

Испол-ся для охлаждения отдельных теплонагруженных элементов РЭС, характер-ся простотой конструкции, высокой эффективностью.



Они имеют герметич., вакуумированный объем и внутренняя поверхность трубки покрыта слоем капиллярно-пористого материала. Часть внутреннего объема заполнена насыщенным паром рабочей жидкости (ацетон, спирт, дистиллированная вода и др.). 1. корпус тепловой трубки. 2. Охлажд-й элемент. 3. Радиатор. 4. Капиллярно-пористый эл-т.

Теплопередача в тепловой трубке происходит за счет поглощения тепла в результате парообразования в нагревающейся части трубки. Нагретый пар конденсируется в охлаждаемой части трубки и отдает тепло стенкам.

79.Термоэлектрические охладители.

В их конструкциях используется эффект Пельтье: при прохождении постоянного тока в цепи с 2 различными материалами, на 1-м контактом спая тепло поглощается, а на 2-м выделяется. Для реализ-и эт способа можно испол-ть и пп-мат-лы. Отбор тепла с горячего спая может осущ-ся различ. способами, рассм. ранее. Конструктивно такие охладители выпол-ся в виде термобатарей, содерж. несколько спаев. Имеется оптимальн. значение тока, когда наблюд-ся максим. понижение температуры. Достоинства: длител. срок службы, бесшумность работы, обратимость процесса охлаждения (поменяв направление тока осуществляется нагрев холодного спая). Недостатки: большая масса, габаритные размеры, необходим источник питания.

80.Охлаждение отдельных теплонагруженных элементов РЭС

Наиболее простой и достаточно эффективный способ охлаждения – увеличение теплоотдающей поверхности путем установки теплонагруженных элементов на радиатор. Для системы воздушного охлаждения типы радиаторов: * Пластинчатые * Ребристые * игольчато-штыревые (типа «краб»).

При наличии принудительного охлаждения наиб эф-тью обладают игольчато-штыревые радиаторы.

81.Источники и пути проникновения влаги

Констр-ции РЭС подверг-ся возд-вию влаги в процессе пр-ва,экспл,хран-я. Осн. источники влаги: +окр. пространство +внутр. среда гермоблоков +мат-лы констр-ций +технологич. жидкости.

Окр. пр-во: max. возможное содержание влаги в воздухе зависит от темп-ры и давления. При снижении темп-ры влажного воздуха ниже ур-ня, соотв-щего max-но возможному содержанию влаги, избыток влаги выпадает в виде росы. Внутр. среда гермоблоков. причины наличия влаги: =проникновение её через мк/поры из внешн. среды =невозм-сть полной осушки без спец. влагопоглотит-лей, =наличие влаги в мат-лах констр-ций. Мат-лы констр-ций. Особо интересные источники влаги - полимерные мат-лы(стеклотекстолит, гетинакс). Они в процессе пр-ва и хранения поглощают влагу из воздуха, а при нагреве в процессе эксплуатации выделяют её. Технологич. Жидкости -источники влаги и загрязнений, усиливающих действие влаги.

82.Взаимодействие влаги с материалами констр-ций

Поглащение влаги обусловлено тем , что нек-ые мат-лы имеют поры, размеры к-ых значит-но превышают размеры молекул воды. С металлами влага вступает в хим. взаимодей-ия , вызывающие коррозию, и действие влаги усил-ся при контакте металлов с сильно отличающимися электрохимич. потенциалами, а также в местах сварных швов. Возд-вие влаги на мат-лы и комп-ты может привести к постепен или внезап отказам РЭС.

Возможные последствия возд-вия влаги: - измен-е парам-в ЭРЭ (увелич. ёмкости конденсаторов); -снижение пробивного напряжения диэлектриков; - нарушение паяных и сварных швов; -расслоение диэлектриков; -разрушение защитных покрытий.

83.Способы влатозащиты РЭС

Ср-ва защиты от влаги: 1) монолитные оболочки: *плёнки *толстостенные оболочки (опрессовка -пропитка –обволакивание –заливка) 2) полые оболочки: *неразъёмные *ограниченноразъёмные(-паяные –сварные) *разъёмные с прокладками(-металлич. -пластмасс. –резиновые).

Монолитные оболочки сост-ют единое целое с защищ-ым узлом. Полые – более качеств, т.к. они не имеют контакта с защищаемыми компонентами и в связи с этим исключ-ся тепловой контакт и хим. взаимодей-ие оболочки и компонентов. Они более надёжны, но имеют большие габариты и стоимость.

84.Влагозащитные монолитные оболочки.

Пленочные монолитные оболочки имеют толщину 0.2...20мкм.Требования к материалам защитных пленок:1) хорошие влагозащитные св-ва;2) возмож-ть работы в широк диапазоне температур,3) близость темпер. коэф-тов линейного расширения пленки и защищаемого эл-та, 4)эластичность;5) хорошая адгезия к защищ. компоненту. Толстостенные монолитные оболочки могут выполн. ф-цию несущей констр-ции для внешних выводов (ИМС). Тех. способы получения таких оболочек- пропитка, заливка, обволакивание, опрессовка. Материалы для этого - пропиточные лаки, компаунды, прессмат-лы.

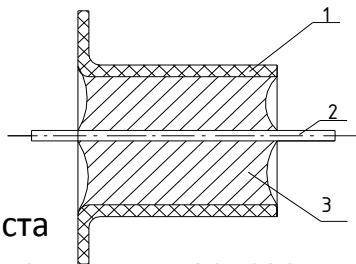
85.Покрытия для защиты от коррозии.

Для защиты от коррозии несущих корпусных узлов из мет. и сплавов примен. монолитные мет. Покрытия. Они нанос. гальваническим способом. Толщина эт. покрытий - единицы, десятки микрон. Защитные покрытия для стали дел. многослойными. Различ. 2 вида покрытий: катодные и анодные. Если электродный потенциал металла покрытия более положит., чем осн-го мет., то покрытие назыв. катодным, а если наоборот- анодным. Катодные покрытия защищ. осн. металл лишь механически, изолируя его от внешней среды, а анодные - и электрохимически защищают. В этом случае продукты разрушения заполняют поры и процесс разрушения замедляется. В конструкторской док-ции на изделие указыв. материал покрытия, его толщина, последов-ть нанесения слоев. Мет. несущие констр-ции защищ. от влаги и с помощью лакокрасочных покрытий. Такие покрытия вследствие хим. инертности облад. лучшими антикоррозионными св-вами, чем мет., но мех. прочность и влагостойкость меньше. Перед нанесением таких покрытий обесп-ся грунтовка поверхн-ей для улучшения адгезии (прочность сцепления лакокрасочных покрытий с основными материалами).

87.Герметизация соединителей

Внешние эл. связи гермоблока обеспечиваются с помощью металлостеклянных гермоводов.

- 1 – оболочка из ковара;
- 2 – проводник из ковара;
- 3 – стеклянный изолятор



Эта конструкция впаивается в посадочные места 1 и после пропайки по контуру получается герметичное соединение. Низкочастот соедин-ли ввод-ся в корпус с пом. полимер герметиз-и.

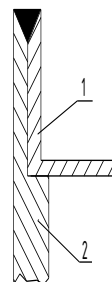
86.Защита от влаги элементов и узлов РЭС полыми оболочками.

Полые влагозащитные оболочки применяются: 1) для защиты компонентов и узлов РЭС; 2) в качестве дополнительной защиты от влаги наземных РЭС на корпусированных элементах; 3) для бортовых РЭС на бескорпусных элементах. Их примен-е позволяет: 1) исключить механический контакт оболочек с защищаемым изделием; 2) устранить хим. воздействие оболочки с защищ-м изделием; 3) повысить надежность влагозащиты; 4) обеспечить электро-магнитное экранирование при использовании металлических оболочек; Дост-во: дешевизна. Недост-к: слабая степень защиты эл-тов (внутри). Прим-е: для наземных РЭС, работающих в отапливаемых помещениях.

Могут быть также неразъемные металлополимерные обол-ки. Хар-ся эксплуатац. надёжностью и исп. в кач-ве корпусов некот. разновидностей ИМС. Исп-ся неразъемные металлокерам-е и металлостекл-е оболочки. Дост-ва: высокая надежность. Дорогие.

Ограниченно-разъемные полые оболочки – состав метал корпус с паяным или сварным швом.

Сварной шов: 1 – корпус; 2 – крышка.



88.Использование герметической прокладки.

Использование прокладок упрощает герметизацию и разгерметизацию блока, что полезно как на этапе производства при регулировке и настройке, так и на этапе эксплуатации и ремонта. В качестве материалупрочняющих прокладок можно использовать полимеры(резина, пластмасса) и Ме (медь, Al, Pb). Ме должны обеспечивать хорошую деформацию.Повторного использования прокладки не терпят. С течением времени, а также при повышении температуры, влага может проникать во внутреннюю среду гермоблока, а при понижении тем-ры – конденсироваться на компонентах и стенках гермоблока. Это может нарушить работу устройства, и для отбора влаги исп-т влагопоглотители. В наст. время более употребительными являются циониты.

89.Технологичность конструкции влагозащиты.

Трудоёмкость обеспечения влагозащиты для РЭС – 20-40% общей трудоёмкости изготовления ап-та. Факторы, опр-щие технологичность влагозащитной конструкции: 1. Выбор экономичного фактора защиты для данных условий эксплуатации. 2. Высокий уровень типизации и унификации конструктивного решения. 3. Выбор материалов и технологич. процесса влагозащиты. Если РЭС эксплуатируется в отапливаемых помещениях, то наиболее экономичной является влагозащита компонентов и узлов с помощью полимер. монолитных оболочек при отсутствии общей герметизации устройств. В случае повышения требований герметичности компонентов, интенсификации теплоотвода, обеспечение электромагнитного экранирования целесообразно использовать более дорогие металлостек., мет-керам оболчки. Если в составе РЭС имеются бескорпус эл-ты (борт рэс), то изд-е выпол-ся в виде гермоблока.

На выбор влагозащитной продукции большое влияние оказывает V пр-ва, для еденичного или мелкосерийного пр-ва выбр-ся методы, не требующие дорогого оборудования и спец. оснащения (обволакивание, заливка, пропитка). При массовом пр-ве рекомендуется исп-ть высокопроизв-ые методы(опрессовка полимерами).

90.Компановка РЭС.Цели компановки.

Для ускорения разработки РЭС, обеспечения надёжности разрабатывают компоновочные эскизы(чертежи) и опр-т численные значения компоновочных хар-к. Компановка – это размещение эл-ов РЭС в простр-ве или на плоскости.

Задачи компановки: выбор форм, основных геометрич. размеров, расположение в пр-ве эл-ов, ориентировочное определение массы и распол-я в простр-ве состав эл-тов изд-я. Имея компоновочный эскиз изделия и схему электрич принципиальную, можно до разработки рабочих и чертежей и изготовления макета оценить возможный хар-р и уровень паразитных связей, оценить тепловые режимы изделия и др.

91.Способы выполнения компоновочных работ.

Виды компоновок: **1.** Аналитическая (оперируют численными значениями различных компоновочных хар-к, размеров, объёмов, массой. По известным комп-ным хар-кам эл-ов выч-т комп-ные хар-ки изделия в целом.) **2.** Номографическая (исп-т спец разработанные номограммы, упрощающие вычисления). 1 и 2 выполн-ся по перечням эл-ов принципиальных схем. **3.** Аппликационная (позволяет получить наглядный компоновочный эскиз, эл-ты выполн-ся в виде аппликации и размещаются на заданной плоскости или в объёме). **4.** Модельная (исп-т упрощённые модели полупроводниковых приборов, выполненные из бумаги, картона, размещаемые на плоскости и объёме). **5.** Графичекая (исп-ся упрощённые способы изображения эл-ов). **6.** С исп-ем ЭВМ (наиболее перспективная, на экране делается дело). **7.** Натурная (используются реальные компоненты изделия).

92.Факторы, определяющие эффективность деятельности оператора.

Удобное раб. место и удобный инструмент увеличивают ПТ, если наблюдается обратное, то увеличивается утомляемость, число возможных ошибок. Установление взаимосвязи паров человека и машины занимается эргономика и ее раздел "Инженерная психология".
Осн. факторы, определяющие эффективность деят-сти оператора: а) Общие факторы:=окр. Среда, =компоновка раб. места, = личные качества оператора, б) факторы, опр-щие время считывания информации:=тип индикации. =кол-во индикаторов, =размещение индикаторов в) факторы, опред распознавание: =читаемость знаков, =световые х-ки (освещенность, яркость), =цвет. тон и цвет. контрасты г) факторы, опр-щие время оценки информации:=V отображения, =динамика смены информации д) факторы, опр-щие время работы: =число органов управления, =тип органов управления и удобство их размещения,=совмест-ть двиг операций.

93.Эргономические пок-ли кач-ва конструкции.

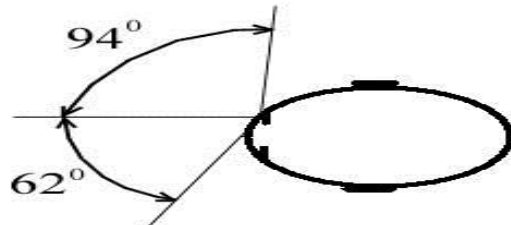
Их 4:ГИГИЕНИЧЕСКИЕ—освещенность, $-t^0$, —вентилируемость, —шум. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ (соотв-е конструкции изделия размерам и форме тела ч-ка и его частей, с пом кот-х осущ-ся управление. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ и психофизиол (соотв-е конструкции изделия силовым, скоростным, зрительным возможностям ч-ка) ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ (соотв-е конструкции изд-я возм-тям восприятия и перераб-ки инфо, закрепл и вновь формируемым навыкам ч-ка).Вопросами реализации треб-й эргономики худ. средствами заним. такая отрасль науки, как дизайн или технич. эстетика.

94. Принципы организации и компоновки раб. места.

Надежность работы операторов зависит от оптимальных значений гигиенич. параметров окр. среды. Они м.б. комфортными, некомфортными, невыносимыми. Между комф. и некомф. усл-ми суц-т психологич. граница, а между некомф. и невыносимыми-физиологич..

Замечания по цветовому оформлению приборов: с пом-ю зрения ч-к получает от 80 до 90% всей инфо. Цвет ассоцир. у ч-ка с понятием тепла и холода, приближения и отдаления, легкости и тяжести. Для формир-я э-т-кач-в испол-ся цвет круг.

Наибольшей разреш. спос-ю по цвету отлич. след. комбинации цветов: синий на белом, черный на желтом, зеленый на белом, черный на белом, зеленый на красном, красный на желтом. Реакция глаз хар-ся полем зрения, остротой, аккомодацией. Органы управления и



индикации д. располаг-ся в поле зрения обоих глаз ч-ка.

Есть документ «Санитарные правила и нормы» (требов-ия к помещениям, к микроклимату, к шуму и вибрации)

95. Оформление лицевых панелей приборов

Компановку лицевой панели надо начинать с анализа работы оператора с прибором. Раб операции надо распределить м/д правой и левой рукой оператора. Для правой выделить органы управления, связанные с наиболее ответственными и точными операциями.

Кол-во и траектории раб. движений д.б. сокращены до минимума. При размещении внеш. установочных эл-тов надо выполнять общие правила: Органы индикации, Органы управления, Органы подключения. Наружные размеры конструкции, а также расстояния м/д установочными изделиями приборов (кнопками, ручками) д. обеспечивать удобство осущ-ния переключений и настройки. Размещение органов упр-ния и индикации должно производиться по след. признакам: 1. по функциям, 2 по важности, 3. по удобству пользования, 4. по последовательности пользования 5. по частоте пользования.

При установке органов упр-ния в паре с индикатором надо управляющее устр-во располагать так, чтобы руки оператора не заслоняли индикатор. Лицевые панели (напр., измерит приборов) окрашивают обычно синтетич. эмалями разл. цветов и наиб. употребительны след. цвета: светло бежевый, дымчатый, серый, серо-голубой. Для внеш. установочных эл-тов реком-ся цвета: сер, черн, бежев. Надписи и символы на перед. панелях и внеш устр-вах выполняют: черным, белым, красным, желтым, зеленым. Огранич-е: не более 5 цветов в 1 приборе. Надписи должны состоять из терминов, утвержденных соотв-щими ГОСТами.