**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 издя.Эксплуатационная-мин. сроки для предупреждения,обнаружения и устранения неис-

правностей 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. еденица (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) радиоаппра (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 непрерывн-ых или дескретн-х эл.магнит. сигналов. Устроиства, работающие с непрерывн-ми эл.магн-ми сигналами, наз-ся аналоговыми, а устроиства, работающие с дискретн-ми 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 ,нах-щиеся 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 реализ-ся с пом. уровней разукрупнения РЭС, габар. размеры к-рых стандартизированы. Стандартиза-

ция осущ-ся таким образом, что конструкции нижестоящ-го ур-ня совместимы с конструкциями вышестоящих ур-ней. Ур-ни разукрупнения РЭС:

0 - элемент. база, 1- ячейка,2- блок, 3- стойка,шкаф,пульт, 4- неск-ко 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. обтов), 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 ремонтопригодность, -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 исскуств. регулир-ия t, 4- в помещениях с искусственно регулируемыми 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 экспл-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, аккустич.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 электрич.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 докции в связи с исправлением ошибок, заменой материалов, усовершенствованием кон-

струкций 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 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 заключ-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.штурм ». 3) Ме-

тод моделирования – анализ проводят не на самих объектах, а на их моделях -матем.или физ-их.

**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 компановка, 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 (научноисследовательская 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 демон-страцией вхождения в них модулей низших ур-ней, взаим-вия эл-тов конструкции при сборке и в процессе экспл-ции.

**13. Разработка технического задания**

ТЗ разрабатыватся исполнителем на основе ТТ заказчика. Разделы ТЗ: 1)Ввдение 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 док-ции 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 ремонтопригодность.

**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 допуск-ся 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: /// -0,05Вт, //-0,12Вт, / - 0,25 Вт, — -0,5 Вт, |-1 Вт, ||- 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(ПЭ3).

**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 проставляют 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 деталей.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 соед-ний основывается на нек-рых терминах. Допуск – разность между мах и мiп предел. размерами. Пред-ные откл-ния линейных размеров указываются одним из 3-х способов: 1) усл. обозначениями полей допусков, 2) числовыми зн-ями пред-ных откл-ний, 3) усл. обозн-ми полей допусков с указанием справа в скобках числ. знач-й предел. откл-ний.

Усл. обозн-ние состоит из буквы , опред-щей положние допуска относ-но номин. размера и цифры, соотв-щей номеру квалитета. Номин. размер – размер, отн-но кот. опр-ся предел. размеры и кот. служит началом отсчета откл-ний.

 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 обозн-ся прописн., валов – строчн. буквами латин. алфавита. Посадка – хар-р соед-я деталей, опред-мый величиной получ-хся в нем зазоров или натягов. Возможны посадки с зазором, с натягом и переходные посадки. Пред. отклон-я размеров деталей, изображ. на ч-же в сборе, указ-т в виде дроби: в числ-ле – для отвер-

стия, в знам-ле – для вала.

Многократно повтор-ся на ч-жах пред. отклон-я относ-но низкой точ-ти (от 12-го кв-та и грубее) после номин. размеров допуск-ся не наносить, а оговорить общей записью в ТТ:

1. «Неуказ. предел. отклон-я размеров: отверстия – по Н14, валов – по h14, ост-х ;

2. «Неуказ. предел. отклон-я размеров 

Обозн-е  реком-ся для симметр. откл-й, т.к. оно распр-ся на размеры разл. эл-тов, кот. не относ-ся к валам и отверстиям.

**25.Выбор допусков и посадок.**

Методы:

Метод прецедентов - в ч-жах на детали различных изд., нах-щихся в эксп-ции, находят однотип. детали и по ним опред-т допуски на размеры проектир. детали. Метод подобия. Используя классификац. мат-лы, устан-т аналог проектир-й детали и по нему опред-т допуски и посадки на проектир. изд-е.

Расчетный метод. Для повыш-я точ-ти и над-ти деталей при проект-нии целесообр-но махно приблизить размеры деталей к расчетным значениям.

**26.Параметры шероховатости.Обозначения на чертежах.**

Шероховатость – геометр. хар-ка кач-ва поверх-ти детали, оказывающая влияние на экэкспл. 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 профиля. 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. способа 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 конструктом не установл.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,выстуны,накатки; зазоры м/д стержнями и отв-ми; крышки,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 располаг. 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.**

Специфик-ция - док-т,определ-щий состав изделия и всей конструкторской док-ции, относящейся к этому изделию. Её сост. и оформл. на отд. листах А4 на кажд. сбор. ед.,комплекс и комплект. В зав-ти от состава изделия специф-ия может сост. из разделов, к-рые следует располагать сверху вниз в след. последоват-ти: документация, комплексы, сбор.ед.,детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наим-ие разделов записыв. в виде заголовков в графе наим-ие строчными буквами(кроме 1-ой прописной) и подчеркивают это слово.Ниже и выше заголовков оставл. 1 свободная строка.

**30.Несущие конструкции РЭС**

НК предназначены для размещ-я компон-в РЭС и обесп-я их функц-я в реал. условиях экспции. Их исп-ние позвол-т обеспечить компоновку, теплоотвод, экранирование, повысить над-ть и техн-ть состав. частей и изд-я в целом. Конструкционные с-мы – это сов-ть базовых НК, находящихся в опред. соподчин-ти на основе единого модуля и оптим. технологии прва. Они предназ-ны для создания оптим. компоновок РЭС с учетом функцион., мех., тепл. фак-в, треб-й эргономики и ремонтопригодности.

Разновидности конструкц систем РЭС: 1)базовые несущие конструкции РЭС 2)базовые несущие конструкции ЭВМ 3)стойки связной аппаратуры 4)корпуса блоков электронных измерительных приборов 5)система самолет. ап-ры, 6) констр. с-ма студийной телевиз. апры, 7) судовой аппаратуры.

Для сложных РЭС испол-ся иерархия конструкц систем: 

От 0 до 2 ур-ня – дополн. связь, обусл. наличием нп тепловыдел. или массив. эл-товкот. нерац-но размещать на ПП и их размещ-т прямо в блоке. В кач-ве несущей конструкции 1 уровня чаще всего исп-ся ПП, устанавливаемые на металл рамки. Такую сборку называют ячейкой. На ПП устанавливают элементы 0 уровня, эл-ты коммутации. НК модуля 3го уровня явл-ся корпус блока.Разновидности корпусов :разъемные и книжные конструкции. Дост-

ва разъемной: \*легкосъемность ячеек => высокая ремонтопригодность и эксплуатационное обслуживание. Нед-к : \*увеличенные масса и объем из-зи наличия корпуса и разъемов к каждой ячейке. Область исп-ния таких конструкций :быт. Ап-ра, ЭВМ. Дост-ва книжн.: высокая компактность, малая m и V, легкий доступ к элем. базе при ремонте. Недостаток: затрудненный демонтаж ячеек, что увеличивает время ремонта. Книжный вариант исп-ся для

бортовых устройств с высокой надежностью, где требование уменьшения массы и объема явл-ся главным. Есть еще и веерная компон-ка с + и – книжной.

**31.Конструктивные разновидности корпусов интегральных микросхем (ИМС)**

ИМС- это микроэлект. изделие, выполн. опред ф-ции преобраз-я, обраб-ки сигнала и накапл-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. соед-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 габа-

ритов, m 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 дестаб-щих факторов).

\*мат-л опред-т технологич. хар-ки детали, т.к. обраб-ся опред. технологич. методами. При прочих равных условиях выбрать стоит тот матл, 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 полупрозр-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 cв-ва мат-лов.

**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: 4X13;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, арсинид галия .Диэлектрич. мат-лы: гетинакс, полистирол, эбонит, текстолит,стеклотекстолит, фторопласт,

керамика,стекло и т.д.

**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 разём-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 примененять 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, \*ультрозвуковая, \*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 констр-ции, 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 подготовки склеиваемых пов-стей. Заклепочн. соед-я испол-т для деталей из несвариваемых и не допуск-х нагрева металлов.

 **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 Кпд=1-Дор/Добщ,

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

2) коэф. применяемости ЭРЭ Кпэрэ=1-Нор.эрэ/Нэрэ,

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

3) коэф. точности обработки Ктч=1-Дтч/Д, Дтч- число деталей с допуском квалитета 10 и менее.

Пок-ли технологические:

1) коэф-т автоматизации и механизации монтажных соединений Кам=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 Кмкн=Нмкн/Нкн, Нмкн - число операций с использ. автом-ции и механ-ции, Нкн-общее число настроечных операций;

3) коэф. использ. мат-лов Ким=М/Мм,

М-общая m 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 кострукторской иерархии;2) выбор про-

грессивных способов формообразования деталей;3) уменьшение числа ур-ней разукрупне-

ния конструкций РЭС и выбор их формы и размеров с учетом унифицированной оснастки и

стандартного оборуд-ия;4) уменьшение номенклатуры использ-ых материалов;5) умень-

шение применения дефицитных или токсичных материалов, драг.металлов;6)обоснован-

ный выбор квалитета 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. соед-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 элекромонтажа:

1)межконтактная коммутация: печатн. монтажом(1стор-ий, 2тор., многослойный) и объемным проводом (одиночным, 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 выполн-ся в виде ПП или гибких печ. кабелей (шлейфов). В кач-ве осно-

ваний для ПП использ. диэлектрик или покрытый слоем диэлектрика металл.

Технолог. способы получ-я пров-ков: 1)травление фольгиров-го диэлек-

трика(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. Дост-во: высокая точность геометрии проводников из-за отсутствия процессов гальванического осаждения меди. Комб. позит. методом получ. ДПП и МПП из фольгир. диэлектрика (с метал-ей отвер-й).

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

а – заготовка из фольг. диэлектрика; б – нанесение фоторезистивн. печат. рис-ка; 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 форм-ия печ-го рисунка.**

Технология формир-я печат. Ррис-ка обычно осущ-ся с использ. процесса фотолитографии и в-в, облад. спец. св-вами – фоторезистов.

Фоторезисты- в-ва, устойчивые к агрессивному воздействию кислот и щелочей и предназнач. для защиты отд. уч-ков фольги ПП и изменяющие свои св-ва под воздействием УФ-излучения. Тех. процесс получения контактной маски на пов-ти ПП с помощью фоторезиста назыв. фотолитографией. В зав-ти от механизма протекающих в фоторезисте реакций фо-торез-ты быв. позитивные и негативные. После обраб-ки в соотв-щих растворителях на плате остается рис-к, негативный по отношению к фотошаблону. По определению негативного

фоторезиста облученная его часть теряет раствор-ть и в дальнейшем под ним остается слой медной фольги. В случае испол-ия 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 металич-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 отверстий, что усложняет технологию изготовления. ПП с метализиров-ми отв-ми более надежны в экспл-ции, т.к. обеспечив. лучшее сцепление навесных ЭРЭ с печ. проводникамии 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 доходить 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 электрич. 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, размщение 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. соед-й 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 одиноковые 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 металические и неметалич-е. Метал. покрытия: 1) сплав Ро-зе (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. Неметалич. консруктивные 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 ремонтопригодности.

**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 выпол-

нения 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 растояния которых некратны 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…150 мкм исп-ся для эл соединений ИМС и микросбо-

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 соед-ия объемным проводом позвол. вносить изменения и проводить ремонт, но затрудняют воспроизведение параметров эл связей. Монтаж такими проводниками осущ. спец технологич процессом-соедине-ние 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 соед-е и возможно до 3 соеди-ий на 1 штырьке. Min сечение штырьков 0,3\*03 мм.), \*сварка (с пом. её осущ. контактн. соед-ия в интегральн. МС с использ. зол. и алюм. проволки), \*пайка (для пайки наиб. производ-ый процесс –пайка волной).

 **56.Разъемные контактные соединения**

Подобные соед-я позвол. упростить сборку и улучшить ремонтопригодность при эксплуатации. Их исп-ние приводит к увеличению массы, габаритов, стоимости контактного соединения по сравн. с неразъем-ми. Ресурс этих соед. ограничен и обычно не превышает неск-ко тысяч соединений-разъединений. Эти соед. менее устойчивы к мех. и клим. воздействиям.

 **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 исп-ния третьего обусловлена:1)увеличением контактного давления с целью снижения пере-

ходного 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 разъемных, так и для неразъемных соединений.Общие требования:min переходное сопротивление и его стабильность, достаточная механич прочность.Разъемные соед-я хар-ся дополнит. параметрами : а)переход. сопротивлением после задан. числа

(раз)соединений:Rпер <=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, квазигармонические, 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=Asin2πft, А-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=A2πfcos2πft, ампл-да виброскор-ти V=A2πf. Виброускорение y“= W =-A(2πf)Іsin2πft, ампл-да виброускорения W=A(2Пf)І.

Виброускор-е в технике в ед. ускор-я своб падения: j=W/g=A(2πf)І/9.8≈4AfІ(м,Гц), j=AfІ/250(мм,Гц).

**60. Мех. модели РЭС и их эл-тов.**

Модель – упрощ. представление об-та с сохранением наиб. существ-ых 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 ослаблят 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. относят:1) значение собственных частот колебаний эл-тов или резонансных частот;2)собственные формы колебаний;3) коэф. динамичности конструкции или эл-та констр-ции;4) коэф-та демпфирования (затух колеб).

1)Собств. (резонан.) частота - частота воздействия, по к-рой наблюд. резкое усиление ампл-ды колеб..Харак-на для люб мех эл-та, на ней наблюд-ся макс отклик конс-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: µ=y0/y, y0-амплитуда колебания основания, y-ампл-да колебания блока , α-коэф. расстройки по частоте, α=f/f0, f-текущая, f0-собственная частота, , к-суммарная жесткость используемых виброизоляторов. δ0- к-т демпфирования, m- масса блока.

4)Степень затух-й колеб-й показ-т к-т демпфир-я. Графич представл-е завис-ти µ от текущ частоты f при разл знач-х δ0. (АЧХ)

 

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

1) µ =1, об-т будет совершать колеб-я с такой же амплитуд как колеб-ся основание. Этаобл-ть исп-ся для защиты ПП и реализ-ся когда f0 платы >= (1,5…2) fв, fв – верх. частота вибр-ии.

2) µ >1,обл-ть резонанс колеб объекта. Такой режм 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) µ <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: сопрот-я

тонкопленоч. резистора, пробив напр-е). Клас-я отказов апп-ры:

1) восстанавл-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 монт, разруш-е паян, свар клен соед-й))

Аппаратура устан-емая на подвижных объектах д. обладать виброустойчивостью, т.е. способностью выполнять свои функции и сохран-ть свои параметры в пределах норм., устаных 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 fн до fв и в этом случае μ=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 μ<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 механич-их воздействий на испытательных стендах**.

Воспроизведение вибраций. Для их воспроиз-я использ. 2 разновид-ти вибростендов: механические и электродинамич-ие. Дост-ва: простота конструкции и надеж-ть в эксплции.Недостаток: низкочастот-ть (до 200 Гц), невозм-но воспроиз-ти случ вибр-и. Электродинамич-ие вибростенды: подвижная катушка жестко связана с раб. столом и при пропускании через катушку перем. тока они перемещ. в магнитном зазоре магнитопровода, пе-

редавая движения раб. столу.Дост-ва: более качест, широкодиапазонность(до ед. и десят-

ков 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 возде6йствия и длит-ть данного импульса.Для воспоизведения многократных ударных воздействий использ.

стенды с кулачками ступенчатой формы. Линейные нагрузки.Испол-ся центрифуги.

W=VІ/R, W-ускор-е изд.(м/сІ),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 аккуст 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 аккуст камеры спец формы. 

Глав. особ-ть камеры: отсутствие парал. стенок, что обеспечив. внутри

камеры равно- 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 нада знать их соб частоту. Эти частоты м. опр-ть аналитически по формулам или с помощью номограмм (графиков).

**fo для ЭРЭ** (в виде балоч модели):  , 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. fo=KмKвВh104/a2, Κм - коэф-т, завис от мат-ла ПП, Κв - коэф-т, учит-щий весовую нагрузку или наличие ЭРЭ на пов-сти платы, В - коэф-т завис от соотн-я сторон и спос-ба закреп-я сторон, h - толщина ПП, а - длина ПП.

**fo для ПП блоков РЭС**  fo=√(Ксумм/m)/2π

Ксумм.- 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. воздей-ствий(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).

fo=√(Ксумм/m)/2π

2)амплит-а колеб-й блока в диапазоне частот воздействующих вибраций. А=А0/|1-(f/f0)|, A0-

амп-да возд-хвибраций, f-текущ частота.

3)виброперегрузка, действующей на блок, j=Af2/250

4)сравнив-е с допустимым (т.е. j<jдоп.).

**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 расчета сложных объектов при сложных динамических нагружениях. МКЭ:1)условное разделение объекта на конечные эл-ты;2)формирование матрицы жесткости [k] и вектора возд-й силы {p};3)решение ур-ия [k]{δ}={p}, {δ}-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)ужесточ-е

требований к стабильности параметров. Эти тенденции явл-ся противоречивыми , т к первая увеличивает напряженность теплового режима, а для выполнения второй надо его облегчать. В процессе пр-ва, хранения и эксплуатации РЭС могут подвергаться воздействию как + так и – температур, обусловленных влиянием окруж среды, объекта установки и тепловыделения 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 режим 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: Pт= λ/lт(T1-T2)Sт, λ – к-т теплопров-ти мат-ла , T1 и T2 –темп-ра нагр-го и хол-ого эл-тов, Lт-длина пути тепл. потока, Sт-теплопроводящая площадь.

Рекомендации при конструировании РЭС:

 1)теплопроводящие пути выполнять короткими

2)в соед-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 теплоот-водящих шинах, от которых тепло передается на корпус РЭС и далее в окруж. 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. потока, передав. излу-ем, опред. з-ном Стефана-Больцмана:

 - коэф-т передачи тепла, Ти и Тн- темп-ра излучающей и нагреваемой пов-сти, Sи-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 устанавл-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 определ-ся з-ном Ньютона: Рк=αк(Тн-Тс)Sк, αк-коэф-т теплопередачи конвекцией, Тн- темп-ра нагретого тела, Тс-темп-ра окружающей среды,Sк-площадь тепловыделяющей пов-ти,

Рк-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. хлажд-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; \* приточновытяжная.

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.Использ**-ие 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 поребренным.

Кондуктивные теплостоки выполняют из алюминевых 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 при-

клеивают 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 капилярно-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. Капилярно-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 Пельтъе: при прохождении постоянного тока в цепи с 2 различными материалами, на 1-м контактном спае 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 оптимал. 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 поглащают 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. взаимод-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. взаимод-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 монолит-

ные 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 анод-

ные - 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).

**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 неразъёмные 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.

**87.Герметизация соединителей**

Внешние эл. связи гермоблока обеспечиваются с помощью металлостеклянных гермов-водов. 

1 – оболочка из ковара;

2 – проводник из ковара;

3 – стеклянный изолятор

 Эта конструкция впаивается в посадочные места корпуса по оболочке

1 и после пропайки по контуру получается герме- тичное соединение. Низкочастот соедин-ли ввод-ся в корпус с пом. полимер герметиз-и.

**88.Использ-ие 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 материалоупрочняющих прокладок можно использовать полимеры(резина, пластмасса) и Ме (медь, Аl, 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 компанентах и стенках гермоблока. Это может нарушить работу устройства, и для отбора влаги исп-т влагопоглатители. 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. монолит-

ных оболочек при отсутствии общей гермитизации устройств. В случае повышения требований герметичности компанентов, интенсификации теплоотвода, обеспечение электромагнитного экранирования целеообразно использовать более дорогие металлостек., мет-керам оболочки. 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 компановочных 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 компановочный 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 компановочных работ.**

Виды компановок: 1. Аналитическая (оперируют численными значениями различных компановочных 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 компановочный 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 парров 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:=Vотображения, =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, –t0, –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 констр-ции 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 сущ-т психологич. граница, а между некомф. и невыносимыми-физиологич..

Замечания по цветовому оформлению приборов:с пом-ю зрения ч-к получает от 80 до90% всей инфо. Цвет ассоцир. у ч-ка с понятием тепла и холода, проближения и отдоления, легкости и тяжести. Для формир-я э ткач-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. рассполаг-ся в поле зрения обоих глаз ч-ка.

Есть документ «Санитарные правила и нормы»(требов-ия к помещениям, к микроклимоту, 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.