

# Лекция 4

Климатические и механические  
факторы воздействующие РЭА

# Тема 1.1

## Лекция 4

---

### Климатические и механические факторы воздействующие РЭА

4.1 Температурные условия эксплуатации изделий.

4.2 Механические условия эксплуатации изделий.

4.3 Основные факторы влияющие на работоспособность изделий.

## 4.1 Температурные условия эксплуатации изделий

Часто тепловые характеристики изделий имеют исключительно важное значение. Например, электробытовые приборы и аппаратуры, источники тепла и света и т.д. Выделяемая аппаратурой тепловая энергия отдается окружающей среде и вызывает повышение ее температуры. Причиной выделения большого количества тепла внутри электронной аппаратуры обычно является ее низкий К.П.Д. Лишь относительно небольшой процент потребляемой мощности преобразуется в полезную выходную мощность. Остальная мощность расходуется на нежелательные потери, в результате которых выделяется тепло. Если аппаратура работает в условиях высокой температуры окружающей среды, то в нее может поступить дополнительное тепло извне.

В общем случае установившаяся температура поверхности изделий, находящихся внутри аппаратуры, зависит от их физических особенностей (цвета, формы, состояния поверхности и т. п.), от нагрева расположенных рядом тел и от условий теплообмена внутри аппаратуры.

Температура внутри аппаратуры может достигать значений, при которых материалы с низкой точкой плавления размягчаются или даже начинают испаряться. Например, для большинства термореактивных пластмасс температура, при которой резко уменьшается их механическая прочность, лежит ниже  $95^{\circ}\text{C}$ , Разрушение изоляции из целлюлозы начинается примерно при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ . При температуре выше  $100^{\circ}\text{C}$  у многих изоляционных материалов уменьшается электрическая прочность, возрастает тангенс угла потерь.

Температурное воздействие может быть:

-непрерывным (стационарным);

-периодическим;

-апериодическим.

***Непрерывное температурное воздействие*** создается при установившемся температурном режиме как внутри аппаратуры, так и при соприкосновении ее с внешней средой, имеющей постоянную температуру. Такой режим устанавливается в изделиях, работающих в нормальных условиях. Нормальная работоспособность изделий в этих условиях нарушается главным образом из-за температуры, которая превышает предельно допустимую для материалов, из которых они изготовлены. Нарушение нормальной работы может быть вызвано и старением материалов.

## ***Периодическое температурное воздействие***

создается при нестационарных тепловых воздействиях:

- при повторно-кратковременных включениях аппаратуры, суточных изменениях температуры окружающей среды,
- при повторно-переменном солнечном облучении и других нестационарных тепловых воздействиях.

Такой режим характерен для изделий, работающих в наземных естественных климатических условиях, в составе бортовой аппаратуры самолете ракет и космических кораблей. Нарушение работоспособности изделий в этих условиях происходит от многократных деформаций элементов изделия, возникающих за счет быстрых изменения температуры (причем наиболее опасными являют переходы температуры через  $0^{\circ}\text{C}$ ).

**Апериодическое температурное воздействие** вызывается единичными, сравнительно редкими действиями тепла и холода на изделия, и пример, когда аппарат выносят зимой из теплого помещения в наружу. Нарушения работоспособности изделий при апериодических температурных воздействиях связаны со скоростью изменения их температуры (тепловой удар).

Создание оптимального теплового режима для изделий в современной РЭА ставится особенно трудным при увеличении плотности монтажа и коэффициента использования объема аппаратуры. Уменьшение объема аппаратуры вызывает усиление концентрации тепла, если мощность, потребляемая ею остается неизменной.

В то же время уменьшение поверхности аппаратуры вызывает уменьшение скорости теплообмена с окружающей средой. Использование микромодульных конструкций дало возможность в 10 раз уменьшить объем электронной части аппаратуры по сравнению с миниатюрными конструкциями, в которых применены малогабаритные изделия. Несмотря на то, что потребляемые микромодульными конструкциями мощности относительно невелики, концентрация тепла в аппаратуре остается значительной. Применение интегральных микросхем существенно снизило концентрацию тепла в РЭА.

Удаление тепла из блоков РЭА и изоляция аппаратуры от источников внешнего нагрева все еще являются необходимыми условиями для повышения надежности изделий и увеличения их срока службы.

## 4.2. Механические условия эксплуатации изделий

В условиях эксплуатации или при транспортировании на изделия могут воздействовать механические нагрузки, имеющие, как правило, сложный комплексный характер. Чтобы облегчить изучение действия сложных механических нагрузок на изделия, их сводят к эквивалентным воздействиям: к действию удара, вибрации и постоянно действующего ускорения.

Изделия устройств, аппаратуры, эксплуатируемые в нормальных условиях, подвергаются главным образом ударным нагрузкам и тряске при упаковке, погрузке, транспортировании и перевозке.

Изделия, установленные на передвижной основе, испытывают воздействие линейных ускорений, вибрационных и ударных нагрузок. Они возникают, например, при взлете и посадке летательных аппаратов, при движении объектов по дорогам, резком изменении скорости движения и в других случаях. При этом на каждый элемент конструкции действует сила  $F$ , величина которой определяется первым законом Ньютона. Отношение силы механического воздействия  $F$  к силе тяжести изделия  $P$  называют коэффициентом перегрузки -  $\gamma_{\text{пер}}$  и определяют по формуле

$$\gamma_{\text{пер}} = F/P = a/g,$$

где  $a$  — ускорение, действующее на изделие,  $\text{м/с}^2$ ,  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ .

Коэффициент перегрузки показывает, во сколько раз ускорение, действующее на изделие, больше ускорения силы тяжести. Механические нагрузки обычно задают в значениях амплитуды ускорения (10 g, 20 g, 40 g и т.д.), где числа 10, 20, 40 — коэффициенты перегрузки. Кроме амплитуды ускорения, в ТУ на изделие указывают частоту и амплитуду вибраций.

**Вибрация** — это периодическое колебательное движение изделий, различных механизмов и их составляющих. Вызываются вибрации работающими двигателями и винтами судов и самолет тряской на сухопутном транспорте и т. д. **Изменение положения точек колеблющегося тела называют смещением или амплитудой колебаний, изменение смещения во времени — скоростью вибрации, а изменение скорости — ускорением вибрации.** Кроме того, вибрационные колебания характеризуются частотой. Возникающие при вибрации ускорения увеличивают массу изделия, а следовательно, перегрузки.

В технических расчетах величину коэффициента перегрузки обычно определяют по формуле

$$\gamma_{\text{пер}} \approx 4 \times 10^{-3} A_m f^2,$$

где  $A_m$  — амплитуда колебаний, мм;  $f$  - частота вибрации, Гц,

Известно, что изделия, установленные в автомобилях, работают в условиях вибрации с частотой  $f = 2—80$  Гц и ускорением до 6 g, в корабельной — с  $f = 35—150$  Гц и ускорением до 4 g, в самолетной — с  $f = 10—200$  Гц и ускорением до 1 g. Вибрации особенно опасны, если собственная (резонансная) частота механических колебаний каких-либо изделий совпадает с частотой вибраций. Например, резонансные частоты навесных радиодеталей массой 0,3—12 г с проволочными выводами длиной 30 мм и диаметром 0,6—1,0 мм находятся в пределах от 200 до 450 Гц. Резонансные частоты резисторов переменного сопротивления диаметром 45 мм, в зависимости от длины оси и массы ручки, лежат в пределах от 0,1 до 1 кГц.

Длительное совпадение собственной частоты колебаний изделия или его элементов с частотой вынужденных колебаний создает явление механического резонанса, которое может привести к ломкам креплений, обрыву проводов, разрушению паяк и другим опасным последствиям. Свойство изделий противостоять разрушающему действию вибрации и сохранять свою работоспособность как во время, так и после действия вибрации называют ***вибростойкостью***.

***Удары*** — это резкие изменения или внезапные перемены режима движения. Изделия, установленные в наземной передвигной основе могут испытывать в минуту от 10 до 80 ударов, создающих ускорение до 10 g, в самолетной — 40 — 80 ударов, создающих ускорение до 10 g, в судовой — 40 — 80 ударов, создающих ускорение до 12 g. Способность изделий противостоять разрушающему действию ударов и сохранять свою работоспособность называют ***ударной прочностью***.

Серьезное влияние на работоспособность изделий, установленных в участках, может оказать акустический шум. Этот шум создает разрушительные вибрации, возбуждая каждую деталь изделия с помощью распределенного усилия. Величина такого усилия является функцией звукового давления и площади каждой детали изделия. Поэтому, например, амортизаторы вибраций, являющиеся эффективными при механических вибрациях, могут оказаться совершенно неэффективными для вибраций, обусловленных акустическими шумами.

## 4.3. Основные факторы влияющие на работоспособность изделий

---

Повреждения изделий могут быть обусловлены неправильным конструированием, нарушениями ТУ при производстве и условиями эксплуатации. Все многообразие дестабилизирующие факторов условно разделяют на две большие категории:

1. Субъективные факторы;
2. Объективные факторы.

**Субъективные факторы.** Эта категория факторов определяется действиями отдельных людей, оказывающих существенное влияние на надежность изделий на всех этапах, начиная от конструирования и изготовления и кончая их эксплуатацией. Однако степень влияния субъективных факторов на работоспособность изделий различна для различных этапов. Ошибки, допущенные при конструировании, исправляются, как правило, усилиями всего коллектива. Ошибки, допущенные при изготовлении, выявляются во время многочисленных испытаний. Ошибка же одного техника эксплуатационника может оказать решающее влияние на работоспособность изделий и на их готовность к выполнению основной задачи. Поэтому в основе значительной доли отказов изделий лежат неправильные действия обслуживающего персонала во время контроля функционирования, регулировки, ремонта и эксплуатации изделия.

Основные субъективные факторы могут быть сведены к следующим;

а) небрежность в обращении с изделиями при их производстве и в эксплуатации;

б) отсутствие необходимых знаний опыта, определяющих правильные действия в условиях эксплуатации (при выборе режимов работы, контроле функционирования, регулировке и ремонте). Так, например, неправильная зарядка аккумуляторных батарей сотовых телефонов ведет к их быстрому выходу из строя (ведь их стоимость не мало).

К вынужденному выходу из строя изделий приводят также использование предохранителей, не соответствующих номиналу, небрежное обращение или неумение пользоваться органами регулировки, бессистемный поиск неисправностей и незнание возможных неисправностей изделий.

Несоблюдение инструкции по эксплуатации, нарушение объема и методики профилактических или ремонтных работ, связанных с предупреждением неисправностей, приводит к ускорению износа изделий в целом. Небрежно составленная инструкция по эксплуатации также может быть причиной повреждения изделий.

Установлено, что из общего количества повреждений бытовой аппаратуры примерно 43 % происходит от ошибок при конструировании, 20 % зависят от изготовления изделий, 30 % относятся к условиям эксплуатации, а остальные 7 % определяются износом, старением и недоброкачественным сырьем. Причем неправильный режим эксплуатации, неправильное и неумелое обслуживание дает около 18 % повреждений. Более строгий контроль при конструировании и производстве мог бы сократить выпуск дефектных изделий.

Полное же исключение субъективных факторов, конечно, невозможно, они всегда имеются. Но их можно свести к минимуму. Для чего от специалистов, связанных с конструированием, изготовлением и эксплуатацией изделий, требуются высокая дисциплинированность, добросовестность постоянное совершенствование своей квалификации.

**Объективные факторы.** Эти факторы связаны с внешними воздействиями на изделия, с особенностями их применения, с внутренними процессами в материалах, определяющими износ и старение. Известно, что изделия из одних и тех же материалов в одних условиях эксплуатации и хранения теряют работоспособности несколько десятков или даже сотен лет, в других — разрушаются в течение нескольких дней.

Следовательно, в изделиях могут происходить те или иные процессы, с различной скоростью изменяют их свойства. Знание этих процессов и степени влияния объективных факторов на их ход дает возможность принять меры для замедления или полного устранения их. Это позволяет на многие годы сохранить работоспособность изделий. К объективным факторам относят:

- климатические воздействия;
- механические воздействия;
- температурные воздействия.

## **Контрольные вопросы.**

1. Какие разновидности температурных воздействий бывают?
2. Чем отличается периодическое и аperiodическое температурное воздействие изделиям?
3. Что такое коэффициент перегрузки?
4. Какие факторы влияют на работоспособность изделий?

## **Литература.**

1. Митрейкин, А.И. Озерский. Надежность и испытания РРК, М., "Радио и связь", 2007.
2. А.Г. Синотов. Аттестация средств испытаний. М., "Изд. стандартов", 1989