

Тема 1.1

Лекция 14

---

Ускоренные испытания РЭА

14.1. Ускоренные испытания РЭА

## 14.1. Ускоренные испытания РЭА

Ускоренные лабораторные испытания имеют целью выявить изменения электрических, механических и других параметров РЭА (элементов и материалов) при сокращении длительности испытаний и одновременном ужесточении условий эксплуатации, а также при форсировании режимов работы РЭА. Осуществление более жестких условий эксплуатации может достигаться путем увеличения температуры ( $t$ , °C), процента влажности ( $r$  %), механических и других воздействий. Форсирование режимов работы РЭА (элементов) достигается путем повышения питающих напряжений или увеличения электрической нагрузки. При испытаниях аппаратуры, работающей в циклическом режиме, для его форсирования уменьшают время пауз, увеличивают частоту и количество включений.

Воздействие перечисленных выше ускоряющих факторов приводит к увеличению интенсивности отказов. **В результате ускоренных испытаний** оказывается возможным получить функциональную зависимость интенсивности отказов ( $\lambda$ ) от внешних воздействий ( $t^\circ$ ,  $r\%$ ,  $p$ , мм рт.ст. и т. д.). Основная трудность проведения ускоренных испытаний заключается в необходимости установления соответствия законов распределения отказов при ускоренных испытаниях с законами нормальной эксплуатации. При этом необходимо, чтобы интенсификация процессов старения и выработки ресурса не приводила к увеличению нагрузок сверх установленных допусков, при которых могут возникать отказы и поломки.

Выбор форсированных режимов ускоренных испытаний основывается на результатах теоретического и физико-химического анализа данных о работе РЭА и ее элементов. Сложность осуществления ускоренных испытаний заключается в том, что мы располагаем весьма малыми значениями физики отказов, имеющих место при различных условиях эксплуатации разнообразных РЭА (элементов). Одним из путей получения необходимых данных является сбор и анализ статистического материала, позволяющего установить законы распределения различного вида отказов, выявить причины их возникновения и установить подобие этих законов как для РЭА, так и для ее элементов.

Наличие указанной информации позволяет решить вопросы о возможности ускорения физико-химических процессов, происходящих в РЭА (элементах) при проведении испытаний.

Известно, что одним из основных показателей надежности является случайная величина - среднее время безотказной работы  $T_{ср}$ . Для определенной РЭА эта величина имеет некоторое функциональное распределение с математическим ожиданием  $M[T_{ср}]$  и дисперсией  $D$ .

Очевидно, что среднее время безотказной работы  $T_{ср}$  зависит от совокупности различных, воздействующих на РЭА случайных факторов.

Нашей задачей является установление функциональной зависимости

$$M[T_{ср}] = M[X], \quad (14.1)$$

$$D = D[X]. \quad (14.2)$$

Однако решение данной задачи, даже при современном уровне развития науки, оказывается почти невыполнимым для РЭА в целом и трудно выполнимым для отдельных элементов. Решение несколько облегчается, если ограничиться рассмотрением воздействия отдельно действующего фактора при прочих неизменных. Но и в этом случае вывод зависимостей (14.1) и (14.2) для отдельных элементов требует ряда упрощений и допущений, в какой-то степени искажающих физику процессов. **Источником информации, необходимой для проведения ускоренных испытаний, могут являться как данные эксперимента, так и литературные данные о частоте отказов различных элементов в зависимости от воздействия внешних или внутренних факторов.**

Перед началом испытаний необходимо проанализировать условия эксплуатации, хранения и транспортировки РЭА, установить, какие нагрузки может испытывать РЭА (увеличение питающих напряжений, количество включений, длительность работы и т. д.), а также интенсивность воздействия отдельных факторов (температура, влажность, вибрация и т. д.).

На первом этапе испытаний экспериментально или теоретически, используя имеющиеся литературные данные, выбираются воздействующие факторы, наиболее ускоряющие износ изделия.



При выборе воздействующих факторов и пределов их изменения необходимо исходить из возможности максимального ускорения физико-химических процессов, происходящих в аппаратуре и элементах при эксплуатации, избегая появления побочных процессов, искажающих картину износа и старения. Рекомендуется выбирать один или два фактора, при действии которых осуществляют ускоренные испытания.

При необходимости проведения испытаний на воздействия ряда факторов испытываемые изделия разбивают на несколько групп, каждая из которых испытывается на действие одного или двух факторов при неизменных остальных. Следует иметь в виду, что под действием какого-либо одного фактора в разнородных элементах РЭА могут возникать различные процессы, протекающие с различными скоростями. Поэтому необходимо учитывать, какие физико-химические протекают в элементах РЭА и какой может быть зависимость интенсивности отказов от скорости этих процессов. **Аналитическое рассмотрение данных зависимостей настолько трудно, что единственным путем решения поставленных задач является экспериментальное исследование, сочетающееся с теоретическим анализом.**

На втором этапе испытаний РЭА (элементы) подвергают воздействию выбранных факторов. По результатам испытаний определяют режим и объем ускоренных испытаний, время наработки на отказ и другие параметры надежности.

На третьем этапе испытаний, пользуясь полученными данными, разрабатывают методику ускоренных испытаний, в соответствии с которой осуществляют испытания других экземпляров или партий аналогичных РЭА или элементов. По результатам испытаний для каждого воздействующего фактора находится распределение частоты отказов и параметры  $M$  [Тср] и с указанием доверительного интервала при заданном уровне достоверности.

По полученным данным выводятся аналитические зависимости (1) и (2) и строится график функции параметра распределения от воздействующего фактора. Затем параметры ускоренных испытаний пересчитывают для условий нормальной эксплуатации. В ходе пересчета определяют коэффициенты, связывающие время обычных и ускоренных испытаний. Как показывает практика, при рационально разработанной методике ускоренных испытаний возможно сокращение времени испытаний в 2—4 раза.

Задавшись уровнем достоверности, относительной (абсолютной) погрешностью, предполагаемым сроком службы, режимом испытаний, а также пользуясь полученными графической и аналитической (эмпирической) зависимостями, определяют объем испытаний и степень ускорения. Объем испытания существенно зависит от предполагаемого срока службы РЭА.

Недостатком рассмотренной программы подготовки к проведению ускоренных испытаний является ее длительность.

Предложенная последовательность работ справедлива при проведении испытаний любых элементов и аппаратов. Однако установление интересующих нас зависимостей для сложных РЭА или систем оказывается длительным и трудоемким процессом. Поэтому, если предположить, что надежность элементов РЭА не зависит от их взаимодействия и законы распределения отказов у них одинаковы и экспоненциальны, то закон распределения отказов РЭА будет также экспоненциальным при всех принятых допущениях.

Отсюда оказывается возможным во многих случаях на основании испытаний элементов сделать вывод о надежности РЭА в целом.

## **Контрольные вопросы.**

1. Цель ускоренных испытаний РЭА.
2. В чём сложность осуществления ускоренных испытаний.
3. Что является источником информации, необходимой для проведения ускоренных испытаний.

## **Литература.**

1. Федоров В., Сергеев Н., Кондрашин А, Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств – Техносфера, 2005.