

РОЗДІЛ 3. ВИПРОБУВАННЯ РАДІОДЕТАЛЕЙ ТА РАДІОЕЛЕМЕНТІВ

Лекція 7. ВИПРОБУВАННЯ АПАРАТУРИ НА НАДІЙНІСТЬ

- 1 Мета та завдання випробувань на надійність
- 2 Види випробувань на надійність
- 3 Проведення контрольних випробувань на надійність в лабораторних умовах

1 Мета та завдання випробувань на надійність

Випробування на надійність проводяться з метою оцінки надійності РЕА на стадії проектування і виробництва. Необхідність в такій оцінці обумовлюється зростаючими вимогами до надійності нової РЕА через різке збільшення її складності. Випробування апаратури на надійність є самостійним видом та її не слід змішувати з приймально-здавальними випробуваннями, яким піддається кожен зразок апаратури чи кожна партія виробів при здачі їх замовнику.

Головним завданням випробувань апаратури на надійність є контроль дійсного рівня надійності апаратури, що випускається. Рівень надійності, закладений при проектуванні і виробництві апаратури, як зазначалося вище, істотно залежить від великого числа факторів, впливу яких на надійність незалежні, в більшості своїй випадкові і значно змінюються в часі. В результаті рівень надійності апаратури з часом може знижуватися і навіть вийти за допустимі межі.

Випробування на надійність дозволяють своєчасно помітити зниження рівня надійності та вжити необхідних заходів, оцінити якість схемних і конструктивних рішень, якість модернізацій апаратури, ефективність поліпшення технологічного процесу виробництва ЕА і т. д.

Можна виділити наступні три основні завдання випробувань на надійність:

- 1) експериментальне визначення показників надійності апаратури, що розробляється або випускається з метою перевірки їх відповідності вимогам

ТЗ;

2) оцінка схемних і конструктивних рішень при проектуванні та модернізації апаратури з точки зору підвищення надійності;

3) виявлення недоліків виробництва, що знижують надійність апаратури, і оцінка ефективності поліпшення технологічного процесу.

2 Види випробувань на надійність

Випробування апаратури на надійність діляться на визначальні і контрольні.

Випробування на надійність, в результаті яких встановлюються показники надійності апаратури, називаються визначальними. Вони проводяться після освоєння розробленої або модернізованої апаратури на дослідних зразках, виготовлених за технологією, що відповідає передбачуваному виду (серійного або масового) виробництва. Їх метою є оцінка фактичних кількісних показників надійності проекрованої апаратури і порівняння їх з вимогами ТЗ. При визначальних випробуваннях проводиться також перевірка закону розподілу відмов для даного виду апаратури. За результатами визначальних випробувань робиться висновок або про підготовку виробництва даної апаратури, або про необхідність її доопрацювання.

Визначальні випробування проводять вибірково. Показники надійності, отримані за результатами випробувань вибірки виробів, поширюються на всю партію. Оскільки обсяг вибірки виробів обмежений, знайдені показники надійності є лише оцінкою дійсних показників надійності апаратури. Велике економічне значення при цих випробуваннях має правильний вибір електричних параметрів, за якими перевіряють виріб. Щоб максимально зменшити обсяг випробувань, вибирають мінімальну кількість параметрів, перевірка яких дасть можливість оцінити роботу багатьох елементів і переконатися в нормальній роботі всього виробу. Іншим важливим

завданням є правильне визначення умов випробувань, які повинні бути близькі до реальних умов експлуатації випробовуваних виробів.

Випробування, що проводяться для контролю рівня надійності, називаються контрольними. Вони проводяться періодично на виробках, що серійно випускаються, з метою перевірки відповідності показників надійності цих виробів вимогам ТУ. Контрольні випробування також проводяться при зміні конструкції, матеріалів, технології, що впливають на кількісні показники надійності. Вони також є вибірковими, тільки обсяг вибірки значно більший, ніж при визначальних випробуваннях на надійність, і проводяться на випадковій вибірці зразків, взятих із серії виробів, виготовлених за час між попереднім і наступним випробуваннями.

У процесі цих випробувань виявляється, не погіршувалася чи надійність контрольованої партії виробів в порівнянні з тією, за якою були встановлені показники надійності. Внаслідок цього при оцінці результатів контрольних випробувань широко використовується математичний апарат статистичного контролю якості продукції.

За умовами проведення контрольні випробування на надійність діляться на *лабораторні* та *натурні* (випробування на об'єкті).

Лабораторні випробування проводяться в лабораторії, де штучно моделюються реальні умови експлуатації. Під натурними випробуваннями розуміють випробування апаратури, що знаходиться на робочому об'єкті (на літаку, ракеті, верстаті і т. д.) для якого вона призначена. Переваги таких випробувань полягають у тому, що вони проводяться в реальних умовах експлуатації. Однак такі випробування досить дорогі і рідко застосовуються для РЕА.

При випробуваннях апаратури в лабораторних умовах для отримання дійсних значень показників надійності дуже важливо правильно вибрати і змоделювати найбільш ймовірні умови експлуатації апаратури. Зменшення або збільшення навантажень при випробуваннях у порівнянні з найбільш ймовірними створює невиправдано завищену або занижену оцінку

показників надійності апаратури. Стійкість апаратури при граничних навантаженнях оцінюється під час спеціальних випробувань. До них відносяться:

- 1) випробування на термін служби;
- 2) прискорені випробування на термін служби;
- 3) випробування на руйнування.

За методом проведення випробувань можна виділити такі варіанти:

- 1) оцінка і надійність виробів заданого обсягу вибірки;
- 2) оцінка і надійність методами одноразової або дворазової вибірки;
- 3) оцінка і надійність послідовним способом.

Обсяг вибірки при цьому задається, а про точність оцінки надійності судять по довірчим інтервалам.

Випробування на надійність *методом вибірки* заданого обсягу проводяться при орієнтовних випробуваннях для отримання близьких до дійсних значень кількісних характеристик надійності виробів.

Випробування *методами одноразової або дворазової вибірки* вимагають попереднього розрахунку обсягу вибірки та оціночного нормативу надійності, що гарантують приймання або бракування виробів з ймовірністю помилки, не вище заданої.

При послідовному методі випробування продовжуються до тих пір, поки певний показник, пов'язаний з надійністю, не досягне зони приймання або зони бракування.

Випробування на надійність іншими методами проводяться при контрольних випробуваннях з метою перевірки відповідності реальних показників надійності вимогам ТЗ.

За часом, на протязі якого проводяться лабораторні випробування, їх можна розділити на *звичайні* і *прискорені*. Прискорені випробування на відміну від звичайних проводяться при свідомо завищених навантаженнях, що в десятки і сотні разів підвищує інтенсивність відмов і виробів. Знаючи закон збільшення інтенсивності відмов від зростання навантажень, можна

значно раніше, ніж при звичайних випробуваннях, отримати висновок про реальну надійності виробу.

3 Проведення контрольних випробувань на надійність в лабораторних умовах

Основні завдання, які доводиться вирішувати при організації та проведенні лабораторних випробувань на надійність, зводяться до таких, як:

- 1) розрахунок обсягу вибірки (якщо він не заданий) або визначення умов закінчення випробувань;
- 2) визначення найбільш ймовірних умов експлуатації та складання програми змін цих умов при випробуваннях;
- 3) підготовка вибраних зразків до випробувань;
- 4) проведення випробувань;
- 5) обробка результатів випробувань.

Найбільш ймовірні умови експлуатації визначаються на підставі аналізу передбачуваного використання апаратури за призначенням. Такий аналіз дозволяє виділити кілька основних факторів, що впливають на надійність. Ці фактори моделюються в лабораторних умовах. Для РЕА до таких факторів належать:

- 1) підвищення і пониження температури навколишнього середовища щодо нормальної;
- 2) підвищення вологості при одночасному підвищенні температури;
- 3) вібрації і удари;
- 4) циклічні зміни температури;
- 5) лінійні і відцентрові прискорення і т. д.

Вплив усіх або деяких факторів в лабораторних умовах може здійснюватися одночасно або послідовно. Одночасний вплив декількох факторів вимагає наявності в лабораторії складної камери та іншого спеціального обладнання.

При послідовному випробуванні кожен фактор створюється і прикладається до апаратури окремо. Практично це здійснюється шляхом послідовного переміщення зразків у різні камери і на різні стенди. Вплив факторів чергується з нормальними умовами експлуатації. За нормальні умови приймають $t = 20 \pm 5 \text{ }^\circ \text{C}$, відносна вологість 45-75%, тиск 650-800 мм рт. ст.

Тривалість і рівень впливу кожного фактора узгоджуються між замовником і постачальником і залежать від виду і типу апаратури або елемента. Рекомендується час випробувань розбивати на n періодів, де $n > 3$. Протягом кожного періоду апаратура піддається всім видам впливів. Така організація випробувань забезпечує найкраще поєднання навантажень.

Апаратура, що піддається випробуванням, попередньо налаштовується і перевіряється на відповідність її параметрів вимогам ТУ. В процесі випробувань підстроювання апаратури забороняється, за винятком випадків, обумовлених в ТЗ. Перевірка параметрів апаратури перед початком і в ході випробувань, а також після їх закінчення повинна здійснюватися одними і тими ж вимірювальними приладами.

Моделювання умов експлуатації здійснюється наступними пристроями:

- 1) температура – термокамерою;
- 2) температура і вологість одночасно – термовологокамерою;
- 3) тиск – барокамерою;
- 4) температура і тиск одночасно – термобарокамерою;
- 5) вібрації та удари – вібростендом;
- 6) відцентрові прискорення – центрифугою і т. д.

У програму випробувань можуть бути включені випробування на росу та іній. Такі випробування здійснюються шляхом відключення на деякий час обігріву термовлагокамери.

При випробуваннях електронних схем можливо періодична зміна напруг живлення в межах їх допусків.

У ході випробувань фіксуються час роботи, час простою, число відмов, напрацювання на відмову при різних зовнішніх впливах. Зібраний матеріал є основою для розрахунку показників надійності виробів і порівняння їх з вимогами ТЗ. Якщо ці вимоги не виконуються, то виявляється причина ненадійності і проводиться доопрацювання апаратури.

Після доопрацювання здійснюється повторне випробування апаратури на надійність.