

ЛЕКЦІЯ №10

Перевірка відповідності показників надійності технічних систем технічним умовам.

Перевірка відповідності середнього часу відновлення технічним умовам

Середній час відновлення – це математичне очікування часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови, тобто $T_B = M[\tau]$.

Як математичне очікування T_B визначається з виразу

$$T_B = \int_0^{\infty} f_T(t) dt = \int_0^{\infty} [1 - v(t)] dt = \int_0^{\infty} \bar{F}(t) dt.$$

Статистичну оцінку T_B знаходять за формулою:

$$T_B^* = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} \tau_i,$$

де τ_i – час відновлення i -го об'єкта.

Якщо оцінка T_B^* визначається за результатами випробувань одного об'єкта, то використовується формула

$$T_B^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i,$$

τ_i – час відновлення об'єкта після i -ої відмови;

n – число відмов (відновлення) у перебігу часу випробувань об'єкта на надійність.

Розрахунок інтенсивності відмов (λ_c) та часу напрацювання на відмову (T_c) системи (розрахунок спрощений)

Інтенсивність відмов системи (λ_c):

$$\lambda_c(t) = \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j,$$

де λ_{0j} – інтенсивність відмов елементів j -ї групи (визначається з таблиці 1),

N_j – кількість елементів j -ї групи,

m – кількість рівнонадійних груп.

Напрацювання на відмову:

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c}.$$

Розрахунок інтенсивності відмов (λ_c) та часу напрацювання на відмову (T_c) системи (уточнений розрахунок з врахуванням впливу зовнішніх факторів)

Інтенсивність відмов системи (λ_c) при уточненому розрахунку:

$$\lambda_c(t) = K_\lambda \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j$$

де $\lambda_j = \alpha \lambda_{0j}$,

$$K_\lambda = K_{\lambda 1} K_{\lambda 2} K_{\lambda 3},$$

де α – поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов елементів j -ї групи, що враховує вплив температури оточуючого середовища та електричне навантаження елемента (визначається з таблиці 2),

λ_{0j} – інтенсивність відмов елементів j -ї групи (визначається з таблиці 1),

K_{λ} – поправочний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації РЕА,

$K_{\lambda 1}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив механічних факторів (визначається з таблиці 3),

$K_{\lambda 2}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив кліматичних факторів (визначається з таблиці 4),

$K_{\lambda 3}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови роботи при зниженому атмосферному тиску (визначається з таблиці 5).

Уточнений розрахунок надійності зводиться до наступного виразу:

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c}.$$

Розрахунок середнього часу на відновлення

Середній час, що витрачається на відновлення:

$$T_{v.c} = \sum_{j=1}^m \left(\frac{\lambda_{0j} N_j}{\sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j} \right) T_{vj}$$

де T_{vj} – середній час відновлення елементів j -ї рівнонадійної групи (визначається з таблиці 1),

λ_{0j} – інтенсивність відмов j -ї групи (визначається з таблиці 1),

m – кількість рівнонадійних груп.

Розрахунок інтенсивності відмов (λ_c) та часу напрацювання на відмову (T_c) резервованої системи

Середнє напрацювання на відмову резервованої системи буде дорівнювати

$$T_{c.p} = T_c \sum_{i=0}^m \frac{1}{1+i},$$

де m – кратність резервування,

T_c – напрацювання на відмову системи

Організація збору інформації про надійність

Збір даних про надійність елементів та пристроїв під час експлуатації є дуже важливим моментом для послідувочої достовірної оцінки надійності пристроїв. Він вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу та безумовного дотримання всіх правил експлуатації, в тому числі термінів профілактичних робіт та ремонтів. Оскільки в реальних умовах це не завжди можливо, то використовують інші форми одержання інформації про надійність пристроїв, зокрема такі, як дослідна та підконтрольна експлуатація.

Дослідна експлуатація – це експлуатація в натуральних умовах спеціально виділених пристроїв, яка проводиться спеціально підготовленим обслуговуючим персоналом, який здійснює старанний контроль технічного стану виробів, що знаходяться на дослідній експлуатації, з урахуванням всіх заходів їх технологічної експлуатації.

Цей вид експлуатації як правило організовують з метою вивчення експлуатаційних показників партії вперше розроблених або удосконалених пристроїв, а також для розробки заходів по поліпшенню їх технічних характеристик.

Відмінність дослідної експлуатації від звичайної полягає в більш інтенсивному використанні дослідної техніки та більш якісним контролем за нею в процесі роботи.

Підконтрольна експлуатація пристроїв, що серійно випускаються, проводиться в реальних умовах спеціально підготовленим персоналом. При цьому здійснюється більш детальний, ніж при дослідній експлуатації, контроль та облік технічного стану пристроїв.

Мета та задачі дослідної та підконтрольної експлуатації одні і ті ж – це визначення відповідності показників надійності заданим в НТД. Для забезпечення потрібних вимог відносно достовірності оцінки показників надійності об'єм вибірки визначається згідно заданим в НТД нормам.

Збір інформації та заповнення первинних документів про надійність пристроїв в звичайних умовах експлуатації проводиться обслуговуючим персоналом у відповідності з існуючою НТД, а при дослідній і підконтрольній експлуатації - черговим персоналом, який займається обслуговуванням техніки, що досліджується, або представником служби надійності, яка організується спеціально для збору інформації про надійність.

Основними видами документації при зборі первинної інформації про відмови виробів є журнали, формуляри та картки. В журналах фіксується інформація про надійність всіх виробів, що досліджуються. Формуляри ведуться на кожний окремий пристрій. Перевага формулярів над журналом полягає в тому, що вони зберігають всю інформацію про роботу пристрою з початку його роботи у споживача. Картки заповнюються при кожній відмові виробу. Вони являються найбільш оперативною формою інформації, яка може бути використана для автоматичної обробки на обчислювальній машині.

Обробка експериментальних даних

Обробка експериментальних даних про відмови, одержані в результаті спостереження за роботою зразків, виконується методами математичної статистики. Методика, яка при цьому застосовується, однакова як для невідновлювальних, так і для відновлювальних пристроїв.

Вихідними даними, які підлягають обробці, є час наробітку до відмови або на відмову, час, що витрачений на відновлення (ремонт), та число відмов виробів. При наявності вказаного матеріалу його оброблюють і встановлюють закони розподілу показників надійності таких, як імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов та інші.

Знання законів розподілу показників, які оцінюються, дає можливість визначити всі інші кількісні показники надійності. Отже, основною задачею статистичної обробки даних про відмови виробів є визначення одного із законів розподілу випадкових величин, що досліджуються. В ряді випадків вид закону розподілу відомий ще до дослідження. Наприклад, для електронних виробів, які не мають резервних елементів, закон розподілу показників надійності є експонційний. Він знаходиться із дослідження експлуатації або випробувань подібних виробів. В цьому випадку дослідним шляхом знаходиться тільки оцінка параметрів цього закону.

При визначенні закону розподілу випадкових величин, одержаних при випробуваннях виробів, доцільно дотримуватись такої послідовності:

- ♦ підготовка експериментальних даних;
- ♦ побудова гістограми кількісного показника надійності виробів, який оцінюється;
- ♦ апроксимація гістограми кривою теоретичного розподілу та визначення його параметрів;
- ♦ перевірка допустимості пропонуємого розподілу на основі використання того або іншого критерію згоди (Колмогорова, Пірсона та ін.).

По результатам отриманих в процесі експлуатації даних складають відповідні таблиці (табл.10.1 та 10.2).

Таблиця 10.1

t_i	n_i	$n_{\Sigma} = \sum_1^i n_i$	$Q^* = \frac{n_{\Sigma}}{\sum_{k=1}^k n_i}$	$P^*_i = 1 - Q^*_i$
-------	-------	-----------------------------	---	---------------------

В таблиці прийняті наступні позначення: Δt_i – довжина i -го інтервалу часу; $n(\Delta t_i)$ – кількість відмов на інтервалі Δt_i ; N_0 – кількість зразків виробу, які були поставлені для спостереження; $N_{\text{сеп}}$ – середня кількість справно працюючих зразків в інтервалі Δt_i ; $P^*(t)$, $f^*(t)$, $\lambda^*(t)$ – відповідно статистичні оцінки імовірності безвідмовної роботи, щільності розподілу відмов та інтенсивності відмов.

Дані табл.10.1 використовуються для визначення законів імовірності відмови або імовірності безвідмовної роботи виробів.

Таблиця 10.2

Δt_i	$n(\Delta t_i)$	$P^*(t) = 1 - \frac{n(t_i)}{N_0}$	$f^*(t) = \frac{n(\Delta t_i)}{N_0 \Delta t_i}$	$\lambda^*(t) = \frac{n(\Delta t_i)}{N_{\text{сеп}} \Delta t_i}$
--------------	-----------------	-----------------------------------	---	--

Дані табл.10.2 використовуються для оцінки розподілу випадкових величин по відповідним гістограмам. По даним таблиці будується гістограма відповідного показника надійності $P^*(t)$, $f^*(t)$ або $\lambda^*(t)$. Ця гістограма апроксимується кривою. По виду кривої можна орієнтовно установити закон розподілу відмов.

Перевірка допустимості прийнятого закону розподілу відмов здійснюється по критеріям згоди Колмогорова або Пірсона. Найбільше поширення в практиці обробки статистичних даних одержав критерій Колмогорова.

На основі критерію Колмогорова експериментальний розподіл випадкової величини узгоджують з відповідним теоретичним розподілом, якщо виконується умова:

$$D_{\text{макс}} \sqrt{n} \leq 1,$$

в якій $D_{\text{макс}}$ визначає найбільше відхилення теоретичної кривої від експериментальної, а n – кількість відмов.

Приклад апроксимації гістограми, отриманої в результаті обробки статистичної кривої, наведено на рис.10.1.

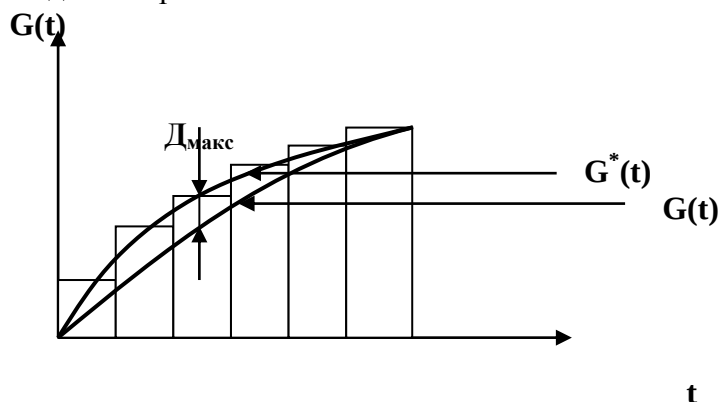


Рис.10.1. Гістограма обробки статистичних даних

Як видно з рисунка, значення $D_{\text{макс}}$ визначається безпосередньо по графіку, де гістограма, яка одержана по статистичним даним, представлена кривою $G^*(t)$.

Крива $G(t)$, яка апроксимує її, є теоретичною кривою.

Організація робіт по забезпеченню надійності

Забезпечення необхідного рівня надійності електронних систем - комплексна проблема. Як показує досвід виготовлення та експлуатація електронних пристроїв різного призначення рішення її в більшості випадків залежить від того, наскільки оперативно і технічно грамотно вирішувались питання забезпечення необхідного рівня надійності на всіх стадіях створення та експлуатації пристроїв.

Щоб технічний пристрій мав високий рівень надійності в роботі, необхідно проведення комплексу засобів на всіх його стадіях: проектування, виготовлення та використання. Для різних видів пристроїв зміст таких засобів та їх послідовність різні в залежності від особливості пристрою, технології його виготовлення та використання.

Забезпечення надійності на стадії проектування

Згідно з технічним завданням (ТЗ) на розробку будь-якого технічного пристрою (системи) розробляється програма забезпечення надійності (ПЗН), яка визначає впровадження комплекс заходів, спрямованих на забезпечення заданих вимог по надійності на стадії проектування пристрою.

Основні шляхи забезпечення надійності технічних пристроїв (систем) при проектуванні:

- ◆ здійснення раціонального проектування та розрахунково-експериментальних методів оцінки надійності.
- ◆ раціональне проектування базується на професійній освіті інженерів, які виконують науково-дослідні роботи та розробляють програми і методи випробувань, а також на досвіді проектування;
- ◆ збір та аналіз інформації про надійність вітчизняних та зарубіжних аналогів пристрою (системи), а також про надійність технологічного устаткування. Ця інформація необхідна для виробки вимог по надійності майбутнього пристрою, яка повинна бути забезпечена при його виготовленні. Такі дані можуть приводитись в держстандартах, довідковій літературі та в технічній документації на заводах – виробниках елементів;
- ◆ удосконалення принципів конструювання вузлів пристроїв (зокрема, застосування схем, малоокритичних до зміни параметрів елементів;
 - ◆ встановлення в пристроях елементів і матеріалів з високими показниками надійності;
 - ◆ забезпечення полегшених (в порівнянні з гранично допустимими по ТУ) електричних, теплових, вібраційних та інших режимів роботи елементів в пристроях. При цьому доцільно добиватись, де це можливо, щоб електричне навантаження елементів було не більше 30 – 50 % номінального. Це дозволить економити ресурс елементів в процесі роботи пристрою та підвищити їх надійність і довговічність;
 - ◆ застосування граничних та других видів випробувань при створенні нових вузлів апаратури;
 - ◆ застосування гібридних і інтегральних мікросхем;
 - ◆ введення різних видів резервування: структурного, інформаційного, часового та функціонального, що дозволить значно підвищити надійність пристрою;
 - ◆ полегшення температурних режимів вузлів шляхом їх раціонального розміщення (джерела, які інтенсивно виділяють тепло, повинні розташовуватись як можна далі від інших елементів) та створення системи примусової терморегуляції;
 - ◆ поліпшення умов експлуатації пристрою (введення конструкційного захисту від дій зовнішнього середовища);
 - ◆ зменшення дії на елементи електричного навантаження під час перехідних процесів при включенні пристрою, а також при його виключенні;

◆ застосування захисного покриття від дії вологи, що дозволяє підвищити вологостійкість пристрою;

◆ використання передових методів то засобів технічного діагностування для визначення технічного стану та пошуку несправностей. Наприклад, застосування вбудованих або автономних систем (пристроїв) автоматичного контролю працездатності складних систем(комплексів). Діагностика з використанням автоматизованих засобів контролю дозволяє зменшити час технічного обслуговування та пошуку несправностей, зменшити середній час відновлення та підвищити готовність пристроїв.

◆.прогнозування можливих змін параметрів (характеристик) матеріалів та деталей у часі (старіння). Врахування старіння необхідно не тільки для довгочасно працюючих об'єктів, але й для короткочасно працюючих об'єктів, оскільки вони можуть застосовуватися після тривалого зберігання. Тому при розробці принципів електричних схем необхідно підбирати номінальні значення параметрів елементів, щоб забезпечити параметричну надійність пристроїв;

◆ вдосконалювати технічну підготовку обслуговуючого персоналу (операторів), організацію та умови його роботи.

Як відомо, основу надійності майбутніх технічних систем закладає провідний конструктор, який згідно з ТЗ визначає структуру та схемну побудову проектуємої системи, намічає раціональне розміщення вузлів та елементів, що забезпечить мінімальний час на технічне обслуговування та ремонтно – відновлювальні роботи.

В залежності від умов застосування системи провідний конструктор підбирає відповідну конструкцію, а також матеріали та комплектуючі вироби, які будуть використовуватись в даній системі.

Крім конструкторських методів, для забезпечення необхідно працездатності системи широко використовуються аналітичні та імовірнісні методи оцінки надійності проектуємих систем. Для цього на основі функціональної та принципової схем складається структурна (логічна) схема надійності проектуємої системи, за допомогою якої виконується розрахунок проектної надійності системи, використовуючи для цього дані про надійність елементів, вузлів, які застосовані в системі, взяті із довідкової літератури або на заводах виробників цих виробів.

На стадії проектування проводиться аналіз та прогнозування поведінки системи при експлуатації. Такий аналіз проводиться з метою виключення можливих випадків прорахунку при схемних побудовах, які можуть виявлятися в процесі експлуатації, та які можуть дорого коштувати для їх усунення.

При виявленні конструкційних недоліків, що понижують рівень надійності системи, проводяться відповідні випробування вузлів та систем в цілому, за допомогою яких проводиться експериментальна оцінка надійності системи.

У випадку виявлення тих або інших недоліків в роботі дослідних зразків проводиться відповідна конструкторська або схемна корекція (доопрацювання) системи, або корекція значень кількісних показників надійності по узгодженню з замовником.

Слід відмітити, що вирішальну роль в забезпеченні надійності проектуємої системи належить конструктору, який , використовуючи свою професійну майстерність та досвід роботи, в змозі розробити технічну систему з високою надійністю, що забезпечить її високу ефективність при експлуатації.

При розробці технічного проекту системи крім серійно випускаємих промисловістю технічних засобів для деяких спеціальних систем розробляються нові засоби, які потім використовуються при виготовленні цих систем.

Забезпечення надійності на стадії виробництва

На стадії серійного виробництва технічних пристроїв (систем) згідно з вимогами НТД розробляють програму забезпечення надійності. В ній передбачається комплекс організаційно – технічних заходів, які реалізуються при виготовленні системи з метою забезпечення потрібного рівня надійності.

На стадії серійного виробництва виконуються наступні ходи, націлені на забезпечення надійності:

- ♦ контроль за додержанням відповідності виготовлених виробів вимогам конструкторської та технологічної документації;
- ♦ вхідний контроль якості, поступаючих на виробництво комплектуючих виробів від зовнішніх постачальників;
- ♦ збір та аналіз інформації про надійність пристроїв, що знаходяться на місцях експлуатації;
- ♦ аналіз рекламаций та причин відмов;
- ♦ проведення заходів по усуненню можливих відмов з вини порушень технології виготовлення;
- ♦ атестування технологічного устаткування, що застосовуються на робочих місцях складання та регулювання
- ♦ організація та проведення періодичних випробувань та контрольних випробувань на надійність;
- ♦ проведення заходів по результатам періодичних та контрольних випробувань на надійність;
- ♦ проведення авторського контролю за виготовленням деталей та вузлів пристроїв;
- ♦ розробка та реалізація заходів по усуненню недоліків, виявлених при проведенні авторського контролю.

Одним із основних заходів на стадії серійного виробництва, які направлені на забезпечення надійності технічних систем, є стабільність технологічних процесів.

До числа основних конструктивно – технологічних та організаційних заходів, що проводяться на цій стадії для забезпечення надійності, слід віднести такі:

- ♦ використання передових методів організації виробництва;
- ♦ автоматизація та механізація технологічних процесів;
- ♦ впровадження гнучких виробничих систем, робототехнічних комплексів та автоматизованих систем управління;
- ♦ атестування технологічних процесів та робочих місць;
- ♦ контроль якості і надійності комплектуючих і матеріалів;
- ♦ додержування технологічної дисципліни.

Всі ці заходи взаємо пов'язані між собою.

Удосконалення технології виробництва має дуже важливе значення. Без удосконалення технології виробництва неможливо одержати однорідну по якості та надійності продукцію.

Одержання однорідної продукції можливо тоді, коли маємо стабільний технологічний процес на всіх стадіях виробництва, починаючи від одержання матеріалів до складання і регулювання пристрою.

Автоматизація виробничого процесу здатна забезпечити високу ступінь однорідності по якості продукції і відповідно високу надійність та ефективність при застосуванні.

Наприклад, автоматизація виготовлення обмоток трансформаторів забезпечує рівномірний натяг та вкладку проводу при намотці, в результаті чого кількість обривів та замикань різко зменшилось.

Введення технологічних процесів (тренувань) дозволяє виявити приховані відмови напівпровідникових елементів та інтегральних мікросхем. Крім технологічних тренувань в умовах, наближених до експлуатаційних, застосовують прискорені випробування з більш важкими умовами роботи.

Статистичні дані по відмовам елементів систем показують, що в початковий період експлуатації систем спостерігається підвищений ріст відмов, які відбуваються по вині виробництва (виробничі дефекти). Ці відмови можна виявити, якщо на підприємстві – виробнику організувати технологічний прогон при вібраційних навантаженнях виробів, які при цьому знаходяться ще й під електричним навантаженням.

Введення тренувальних випробувань в технологічному процесі виробництва скорочує витрати заводу – виробника на гарантійний ремонт. На основі статистичних даних про відмови, що відбуваються в початковий період експлуатації пристроїв, можна встановити оптимальну тривалість проведення технологічних тренувань таким чином, щоб сумарні витрати заводу – виробника на проведення випробувань і на ремонт або заміну пристроїв на протязі гарантійного терміну були мінімальними.

Заходи по забезпеченню відповідного рівня надійності при виробництві пристроїв визначаються станом збору інформації про надійність. Вихідними даними для розрахунку та удосконалення пристроїв є дані, зібрані в процесі їх випробувань та експлуатації.

Інформація про надійність, яка поступає з місць експлуатації пристроїв, дуже необхідна, оскільки вона дозволяє судити про реальну надійність поставленої замовнику техніки.

Запропонований комплекс заходів на стадії виробництва і прийомо-здаючих випробувань, в тому числі технологічних випробуваннях в нормальних кліматичних умовах та при підвищеній температурі дозволяє виявити практично усі приховані дефекти і поставити споживачу вироби з доброю якістю та надійністю. Тому організація збору та статистичної обробки інформації про надійність має дуже велике значення.

Збір інформації про надійність здійснюється таким чином. На підприємстві при проведенні періодичних або контрольних випробувань на надійність заповнюють картку обліку несправностей на кожний виріб. В картці фіксуються:

- ◆ назва пристрою;
- ◆ наробіток пристрою до відмови;
- ◆ форма прояву несправності (відмови) пристрою;
- ◆ умови роботи пристрою, при яких виникла відмова;
- ◆ місце несправності (відмови);
- ◆ класифікація несправності (відмови);
- ◆ причина несправності (відмови);
- ◆ спосіб та тривалість усунення несправності (відмови);

Картка заповнюється особою, яка відповідальна за проведення випробувань та візується начальником відділу надійності.

По результатам випробувань дані обробляються для визначення наробітку до відмови, середнього часу на відновлення та діючих причин, що викликають порушення працездатності пристрою.

По результатам випробувань складається звіт (акт) про технічний стан та надійність пристрою, в якому вказуються рекомендації по усуненню виявлених недоліків при випробуваннях пристроїв. Звіт є основою для розробки організаційно-технічних заходів по забезпеченню якості та надійності випускаємої продукції.

Забезпечення надійності на стадії експлуатації

Надійність технічних пристроїв (систем) в умовах експлуатації залежить від цілого ряду факторів:

- ◆ якості поставленої технічної системи;

- ◆ кваліфікації обслуговуючого персоналу;
- ◆ наявності запасних частин;
- ◆ додержання правил експлуатації, які передбачені інструкцією по експлуатації на дану систему.

В процесі експлуатації мають місце такі види відмов: раптові та поступові.

Раптові відмови пов'язані з наявністю у пристрої прихованих виробничих дефектів, дефектами конструкційного характеру та порушеннями правил експлуатації (помилки обслуговуючого персоналу).

Поступові відмови обумовлені поступовими змінами параметрів (характеристик) в результаті фізичного старіння (зносу) елементної бази пристрою.

Надійність всього пристрою у випадку незалежності відмов буде визначатись вказаними вище видами відмов.

Для підвищення надійності технічних пристроїв (систем) при експлуатації проводиться наступний ряд заходів:

- ◆ розробка наукових методів експлуатації різних технічних систем та пристроїв;
- ◆ збір статистичних даних про відмови, їх аналіз та видача інформації підприємствам – виробникам і розробникам про експлуатаційну надійність поставлених виробів для прийняття відповідних заходів по усуненню виявлених недоліків та підвищенню їх надійності;
- ◆ підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Наукові методи включають в себе науково–обґрунтовані методи підготовки пристроїв до роботи, своєчасного технічного обслуговування та ремонту їх в процесі експлуатації.

Порядок проведення вказаних заходів вказується в інструкції по експлуатації.

Велике значення при експлуатації пристроїв мають кваліфікація та досвід обслуговуючого персоналу.

Також велике значення для прийняття відповідних заходів по підвищенню експлуатаційної надійності пристроїв має організація збору інформації про відмови, які можуть бути отримані по результатам тривалої експлуатації.

Інформації про відмови, яка отримується в процесі експлуатації пристроїв, оформляється у вигляді карток обліку несправностей або рекламаційних актів.

В картці обліку несправностей або рекламаційному акті записується наступна інформація:

- ◆ номер картки або рекламаційного акта;
- ◆ назва та заводський номер пристрою;
- ◆ наробіток пристрою з початку експлуатації до появи несправності;
- ◆ умови роботи (випробувань), при яких з'явилась несправність пристрою;
- ◆ зовнішня ознака несправності;
- ◆ тип елемента(вузла), що відмовив;
- ◆ імовірність причини появи несправності;
- ◆ способи усунення несправності (заміна, ремонт);
- ◆ час відновлення пристрою;
- ◆ дата та підпис особи, яка заповнила картку або рекламаційний акт.

Картки обліку несправностей як правило застосовують при випробуваннях.

Рекламаційні акти складають для виробів, що знаходяться в експлуатації в період їх гарантійного технічного обслуговування. В цей період виробник несе всю матеріальну відповідальність за появу несправностей поставленого споживачу пристрою, якщо вони відбулися з вини підприємства.

Інформація про надійність пристроїв в процесі експлуатації має велику цінність для розробки заходів по підвищенню надійності в процесі проектування та виробництва. На жаль, дані по експлуатації пристроїв не завжди можуть бути використані при

проектуванні нових пристроїв, оскільки в результаті швидкого технічного прогресу ці пристрої морально застарівають. За цей час можуть змінитись елементна база і самі пристрої.

Проте, вивчення особливостей поведінки пристроїв в умовах експлуатації дає можливість використати накопичені дані для проектування майбутніх пристроїв. Таким чином, збір та узагальнення статистичних даних про відмови пристроїв є важливою задачею, на яку слід звертати увагу споживачу, виробнику та організаціям, що займаються проектуванням.

Ефективність використання технічних пристроїв в процесі експлуатації в більшості залежить від кваліфікації обслуговуючого персоналу. Особливо це проявляється при обслуговуванні складних технічних систем та комплексів, коли кваліфікація персоналу грає важливу роль в прийнятті тих чи інших рішень при оцінці працездатності пристрою.

Технічне обслуговування в залежності від кваліфікації персоналу, який його проводить, може:

- ◆ забезпечити відповідний рівень надійності пристрою;
- ◆ понизити надійність технічного пристрою в результаті порушень правил експлуатації. В цьому випадку технічне обслуговування пристроїв має негативний вплив на характеристики надійності пристрою, і як результат, збільшує матеріальні витрати на його експлуатацію.

В зв'язку з цим при розгляді питання про раціональне технічне обслуговування як правило визначають ряд оптимальних характеристик, таких як періодичність проведення профілактичних робіт, об'єм виконуваних регламентних робіт, кількість спеціалістів та вартість технічного обслуговування з урахуванням появи несправностей пристроїв.

Визначення оптимального технічного обслуговування з урахуванням вище перерахованих факторів можливе лише після детального вивчення всіх факторів та їх можливого впливу на загальну вартість технічного обслуговування пристроїв в умовах експлуатації.