

		транспорт, піднімально- транспортні машини	вантажо- підйомність
Енергетичні	Перетворення одного виду енергії в інший	Електродвигуни, генератори, двигуни внутрішнього згорання, реактивні двигуни, турбіни	ККД, потужність
Контрольно- вимірювальні	Контроль параметрів об'єкта	Вимірні прилади, сортувальні автомати, випробувальні машини	Точність вимірів
Обчислювальні	Розв'язання задач	ЕОМ	Правильність рішень
Військові	Ураження об'єкта	Гармати, ракети, танки, військова авіація	Виконання бойової задачі
Медичні	Відновлення здоров'я людини	Штучні органи (серце, нирка, легені), медичні апарати	Точність функціонування, надійність

ТЕМА 2. ПРИЧИНИ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

В процесі експлуатації на машину діють всі види енергії, що може призвести до змін параметрів окремих елементів, механізмів і машин в цілому.

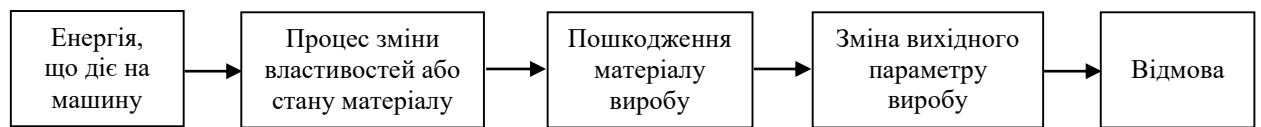
Є три основних джерела впливів:

- дія енергії зовнішнього середовища, включаючи людину, що виконує функції оператора;
- внутрішні джерела енергії, що пов'язані з робочими процесами, які протікають в машині або її механізмах;
- потенційна енергія, що накопичена в матеріалах і деталях машини.

При роботі машини мають місце наступні основні види енергії.

Механічна енергія, яка не тільки передається всіма ланками машини в процесі роботи, і впливає на неї у вигляді статичних або динамічних навантажень від взаємодії з основним середовищем.

Теплова енергія діє на машину при коливаннях температури навколишнього середовища, або при здійсненні робочого процесу (ДВЗ, технологічні машини), при роботі приводних механізмів, електротехнічних і гідравлічних пристроїв, а також ядерна, електромагнітна енергія та біологічні фактори.



2.1. Класифікація відмов

Поступові відмови виникають в результаті протікання того чи іншого процесу, що погіршує початкові параметри виробу.

Основною ознакою поступової відмови є те, що ймовірність її виникнення $F(t)$ на протязі заданого періоду часу від t_1 до t_2 залежить від тривалості попередньої роботи виробу t_1 .

Чим довше експлуатувався виріб, тим вища ймовірність виникнення відмови. До цього виду відноситься більшість відмов машини.

Раптові відмови виникають в результаті спільної дії певних факторів і випадкових зовнішніх впливів, що перевищують можливості виробу їм протистояти.

Відмова виникає через деякий проміжок часу T_e , який є випадковою величиною. Основною ознакою раптової відмови є незалежність ймовірності її виникнення $F(t)$ на протязі заданого проміжку часу t_1 до t_2 від тривалості попередньої роботи виробу t_1 .

Прикладами таких відмов є теплові тріщини, що виникли в деталі через відсутність мастила, поломки деталей в результаті перевантаження або

неправильної експлуатації. Вихід з ладу при цьому відбувається несподівано, без попередніх симптомів руйнування.

Наприклад, вихід з ладу автомобільної шини може бути як її знос в результаті попередньої експлуатації, так і її прокол.

Поява будь-якої відмови залежить від швидкості γ процесу пошкодження і від часу початку виникнення цього процесу T_e .

$$\gamma = \frac{dU}{dt},$$

де U – ступінь пошкодження, .

Для поступової відмови $T_e = 0$, тобто при експлуатації виробу процес починається відразу, а швидкість процесу є функцією часу $\gamma(t)$.

Для раптової відмови час її виникнення T_e є випадковою величиною, яка підпорядковується певному закону розподілу $f(T_e)$, що не залежить від стану виробу. Процес проходить дуже швидко $\gamma \rightarrow \infty$, тому функція $f(T_e)$ визначає ймовірність безвідмовної роботи.

Можливий і третій вид відмов, який включає в себе особливості двох попередніх. Він називається складним. Тут час виникнення відмови T_e випадкова величина, що не залежить від стану виробу, а швидкість процесу втрати працездатності виробу $\gamma(t)$ залежить від його запасу міцності. Наприклад, зовнішній недопустимий ударний вплив на машину, може бути джерелом виникнення втомної тріщини через концентрацію напружень. Розвиток тріщини буде проходити при подальшій експлуатації машини.

На рис. 2.1 представлено схеми виникнення основних видів відмов.

Відмова функціонування призводить до того, що виріб не може виконувати свої функції (поломка, заклинювання).

Параметрична відмова призводить до виходу параметрів виробу за допустимі межі (точність, продуктивність).

Для сучасних машин найбільш характерні параметричні відмови. Це пов'язано з підвищенням вимог до параметрів виробів. Експлуатація виробу, що має параметричну відмову може призвести до важких економічних та інших наслідків.

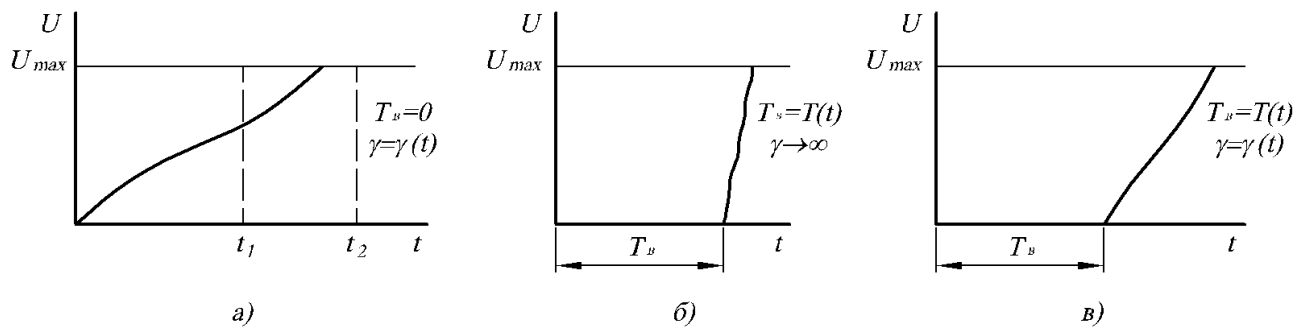


Рисунок 2.1 – Схеми виникнення основних видів відмов:

а – поступова (зносова); б – раптова; в – складна.

В складних машинах і системах параметричні відмови можуть призвести до відмов функціонування.

Допустимі відмови пов'язані з процесами старіння, що призводять до поступового погіршення вихідних параметрів.

Недопустимі відмови пов'язані з порушенням наступних умов виробництва і експлуатації:

- порушення ТУ при виготовленні і складанні;
- порушення правил та умов експлуатації і ремонту.

За причинами виникнення відмови можна розділити на *конструктивні*, що викликані недоліками конструкції; *технологічні*, що викликані недосконалістю або порушенням технології, і *експлуатаційні*, що викликані невірною експлуатацією.

За своїми наслідками відмови можуть бути *легкими*, які можна легко усунути, *середніми*, що не викликають руйнування окремих вузлів, і *важкими*, які викликають важкі вторинні руйнування, а іноді і загибель людей.

За можливістю подальшого використання виробу відмови поділяють на *повні*, що виключають можливість роботи виробу до їх усунення і *часткові*, при яких виріб може частково використовуватись.

За часом виникнення: *відмови припрацювання*, *нормальної експлуатації*, *зносові*.

2.2. Допустимі і недопустимі види пошкоджень

При роботі машини відмова може виникнути в результаті поломки деталей, їх деформації, зносу, або пластичної деформації поверхневих шарів, теплових тріщин, корозії тощо.

Види пошкоджень і відповідно відмови можна розбити на дві групи: допустимі (за характером, а не за величиною), що викликають в нормальних умовах експлуатації і, недопустимі, що мають аварійний характер.

До *допустимих* відносяться короблення деталі, в деяких випадках поломка в результаті втоми, окремі види зносу, втома поверхневих шарів.

До *недопустимих* відносяться поломки деталей з причини недостатньої статичної, динамічної і втомної міцності, теплові тріщини в результаті нагріву деталі, в ряді випадків корозія.

Поділ пошкоджень на допустимі і недопустимі залежить не тільки від характеру пошкоджень, але і від вимог, що висуваються до даного виробу і від можливості запобігти даному процесу.

Наприклад, корозія – допустимий вид пошкоджень для корпусів морських суден і недопустимі для направляючих станини верстатів.

Всі пошкодження повинні бути усунені певними методами. Допустимі пошкодження, як правило, повністю усунути неможливо, можна лише зменшити їх прояв.

Види пошкоджень визначають вид ремонту. Допустимі пошкодження усуваються за допомогою планового ремонту, а недопустимі – в ході аварійного.

2.3. Параметрична надійність машин

Ряд процесів в машині можуть призвести до відмов, які пов'язані не з виходом з ладу деталей і спряжень, а з погіршенням характеристик виробів.

В сучасних машинах надійність їх роботи визначається в першу чергу зміною вихідних параметрів під впливом певних процесів.

В складних машинах і системах вимоги до вихідних параметрів встановлюють як для машин в цілому, так і для окремих її елементів. При цьому

значення вихідних параметрів машини залежить від параметрів, що характеризують стан її окремих вузлів.

Вихід параметрів вузла за допустимі межі означає необхідність його заміни, ремонту або регулювання, тобто зупинки всієї машини. Тому параметрична відмова елементу або частини машини означає відмову функціонування для всієї машини або системи.

ТЕМА 3. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ

3.1. Зміна властивостей і стану матеріалів

Зміна початкових властивостей і стану матеріалів з яких виконано виріб є першопричиною втрати ним працездатності, оскільки ці зміни можуть призвести до пошкодження виробу і до небезпеки виникнення відмови.

Чим досконаліше вивчені закономірності, які описують процеси зміни властивостей і стану матеріалів, тим достовірніше можна прогнозувати поведінку виробу в даних умовах експлуатації і забезпечити збереження показників надійності в необхідних межах.

В основі втрати машиною працездатності завжди лежать фізичні закони, але через велику різноманітність і перемінність діючих факторів, ці залежності мають імовірнісний характер.

Швидкість деякого процесу пошкодження матеріалу γ є функцією цілого ряду параметрів z_1, z_2, z_3 і часу t ,

$$\gamma = \frac{dU}{dt} = \phi(z_1; z_2; \dots; z_n; t)$$

Параметри z характеризують умови експлуатації (навантаження, швидкість, температуру) – зовнішні фактори і стан матеріалу (твердість, міцність, якість мікроструктури та поверхневого шару) – внутрішні фактори, що впливають на протікання процесу пошкодження матеріалу.

Знання фізичної закономірності процесу дає значно кращі можливості оцінки процесу у порівнянні з оцінкою цього процесу лише на основі статистичних спостережень.