**ТЕМА 1. Вступна лекція**

Людство зберігає тенденцію прискорення науково-технічного прогресу, який стимулює зростання швидкості, потужності, технологічних можливостей машин та обладнання. Підвищення показників надійності машин необхідно для зменшення витрат на ремонт від простоїв, безпеки життєдіяльності, зменшення тяжких наслідків від аварій та відмов складних технічних систем. Якість та надійність машини визначає рентабельність її експлуатації.

Теорія надійності находиться на перетині багатьох наук: теорії ймовірностей, математичної статистики, теоретичної механіки, опору матеріалів, механіки та фізики руйнування, матеріалознавства та інших.

Головна задача теорії надійності – вивчення закономірностей винекнення відмов та на базі результатів випробовувань розбка заходів по забезпеченню безвідмовної роботи технічної системи.

Висока надійність машини повинна закладатись на стадії проектування, реалізовуватись при виготовленні та підтримуватись під час експлуатації.

На стадії проектування неможливо забезпечити абсолютно міцну конструкцію. Абсолютна ймовірність неруйнування конструкції в умовах експлуатації не піддається експериментальному визначенню. Так, для експериментального визначення ймовірності руйнування на рівні 90% вірогідності необхідна кількість зразків має вид N=5/P, де Р – ймовірність руйнування. Тоді для забезпечення Р=0,001 необхідно випробувати 5000 зразків

Всі елементи неживої природи мають одну спільну особливість - це збільшення ентропії за деякий, свій для кожного елемента, характерний час. Розглянемо три елементи: склянка кип'ятку, тільки що збудований відрізок дороги з твердим покриттям та рукотворну гору - наприклад, терикон правильної конічної форми з правильною гострою вершиною біля залишеної шахти. Ріст ентропії в цих системах буде характеризуватись збільшенням безпорядку.

 Під дією часу, сил, температур, вологи, повітря, полів, променів тощо всі елементи неживої природи мають рухатись в одному напрямку - від порядку до хаосу.

Правда, за останні 15-20 років розвилась міждисциплінарна наука - синергетика - яка показує можливість і зворотного руху: від хаосу до порядку. Але обов'язкові умови такого руху - система повинна бути далекою від стану рівноваги, стохастична, нелінійна та мати обмін з зовнішнім середовищем ентропією, енергією чи масою. Такі системи самоорганізуються, тобто зменшують ентропію.

Легко бачити, що найкраще умовам самоорганізації відповідають системи живої природи - живі організми - від одноклітинних до ссавців та людини. До речі, порушення любої з умов синергетичності в живій системі призводить до її загибелі, тобто переходу в стан неживих з подальшим ростом ентропії.

Під дією часу, температури та зовнішніх факторів деталь, механізм, машина, як елементи неживої природи, також рухаються в напрямку збільшення ентропії (зношування, втома, корозія) і через деякий час перестають виконувати необхідні функції в заданих умовах.

Як показує досвід, розвиток технологічних, транспортних, будівельних, інформаційних машин та систем йде по шляху постійного ускладнення (збільшення кількості елементів, ускладнення їх ієрархії та характеру міжелементної взаємодії ). Крім цього, постійне підвищення вимог до швидкості та продуктивності привело до зростання енергонасиченості сучасних машин, їх роботи в екстремальних умовах, в широких діапазонах температурно-силових та динамічних параметрів. Все це привело до підвищення вимог до забезпечення надійності сучасних машин.

Задача даного курсу - вивчення методів оцінки надійності технічних систем за заданими показниками надійності та довговічності. Під забезпеченням надійності машини будемо розуміти сукупність організаційних, технічних та наукових заходів, вимог та правил, яких потрібно дотримуватись на всіх стадіях існування об'єкта, включаючи його проектування, виготовлення та експлуатацію.



Надійність машини - це, як видно із рис. 1.1., лише одна із характеристик якості. Але з рештою показників якості показники надійності дуже тісно переплітаються.

1.2. Визначення показників надійності.

Сукупність властивостей, які характеризують корисні функції системи, будемо називати її якістю. Основне призначення технічного прогресу - це розробка і створення систем із зростаючими показниками якості.

Свою якість технічна система має зберігати протягом всього часу, починаючи з виготовлення і до закінчення експлуатації. Умови експлуатації реальної системи можуть істотно відрізнятися від проектних, що може приводити до зміни параметрів функціонування машини, що в свою чергу не дозволить забезпечити необхідний рівень якості. Втрата якості може бути частковою чи повною - від ледь помітних відхилень параметрів до катастрофічних руйнувань, пов'язаних як з матеріальними збитками, так і людськими жертвами.

Як слідує із рис.1.1.- одна із головних властивостей якості машини - її надійність. Дамо таке визначення надійності.

Надійність - це властивість об'єкта зберігати у визначених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування і технічного обслуговування.

Надійність є складною властивістю, яка включає:

• безвідмовність;

• довговічність;

• ремонтопридатність;

• збереженість.

Причому, в різних випадках складові надійності мають різне значення. Наприклад, для об'єктів, що не ремонтуються (електричні лампочки, конденсатори, інтегральні схеми) визначальна роль належить безвідмовності, а для об'єктів, що підлягають ремонту, визначною може бути ремонтопридатність.

До параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні (експлуатаційні) функції технічної системи, належать:

• кінематичні параметри;

• динамічні параметри;

• параметри точності;

• продуктивність;

• швидкість;

• витрати енергії тощо.

З плином часу значення цих параметрів можуть змінюватись. Тоді об'єкт переходить в непрацездатний граничний стан. Дамо ще одне визначення надійності.

Надійність - це властивість об'єкта зберігати в часі в заданих діапазонах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах та умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання та транспортування.

В теорії надійності будемо розглядати такі об'єкти :

01 - вироб- одиниця промислової продукції, кількість якої можна визначити в штуках (екземплярах). До виробів можна відносити завершені та незавершені предмети виробництва, в тому числі заготовки (підшипник, станок, автомобіль, праска тощо);

02 - елемент - складова частина виробу;

03 - система - сукупність спільно діючих елементів, призначених для самостійного виконання заданих функцій.

Поняття "елемент" та "система" можуть трансформуватись, в залежності від ієрархії задачі.

Розглянемо такі системи та їх елементи:

Підшипник є {зовнішнє кільце; внутрішнє кільце; сепаратор; тіла кочення}

Стартер є {підшипники; статор; ротор; колектор зі щітками}

Двигун автомобіля є {стартер; генератор; кривошипно-шатунний механізм; система запалювання; циліндро-поршньова група; система живлення; система охолодження}

Автомобіль є {двигун; кузов; коробка передач; гальма; рульове керування; мости}

Безвідмовність - властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан на протязі заданого часу чи напрацювання.

Довговічність - властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану (при заданій системі технічного обслуговування та ремонту).

На відміну від безвідмовності довговічність характеризує працездатність за сумарним напрацюванням, з перервами для відновлення працездатності при технічних обслуговуваннях та ремонтах (як планових, так і непланових).

Ремонтопридатність - властивість об'єкта в його пристосуванні до підтримки та відновлення працездатного стану проведеннями технічних обслуговувань та ремонтами ( визначається компоновкою об'єкта ).

Збереженість - властивість об'єкта зберігати значення параметрів в заданих діапазонах, які дозволяють об'єктові виконувати задані функції на протязі терміну збереження та ( чи ) транспортування.

З точки зору теорії надійності об'єкт може знаходитись в одному з п'яти станів:

• налагоджений стан ;

• неналагоджений (зіпсований) стан ;

• працездатний стан ;

• непрацездатний стан ;

• граничний стан.

Налагоджений стан - стан об'єкта, коли він відповідає всім вимогам нормативно-технічної та (чи) конструкторської ( проектної ) документації.

Неналагоджений (зіпсований ) стан - стан об'єкта, при якому він не задовольняє хоча б одній вимозі нормативно-технічної та (чи) конструкторської (проектної) документації.

Працездатний стан - стан об'єкта, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність його виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної та (чи) конструкторської (проектної) документації.

Непрацездатний стан - стан об'єкта, при якому значення хоча б одного параметра, що характеризує здатність об'єкта виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної та (чи) конструкторської (проектної) документації.

Граничний стан - стан об'єкта, при якому його подальше застосування за призначенням неприпустимо чи нераціонально, або відновлення його працездатності неможливо чи нераціонально. Граничний стан настає після вичерпання ресурсу або в результаті аварії.

Відмова - це подія, в результаті якої порушується працездатний стан об'єкта.

Для кількісної оцінки кожної із властивостей надійності використовують такі показники:

• Напрацювання (тривалість роботи об'єкта);

• Ресурс (сумарне напрацювання об'єкта від початку експлуатації (чи після ремонту) до граничного стану);

• Термін експлуатації (календарний час від початку експлуатації (чи після ремонту) до граничного стану);

• Термін збереження (календарний час збереження та (чи) транспортування об'єкта в заданих умовах, на протязі яких та після яких зберігається налагоджений стан та показники безвідмовності, довговічності та ремонтопридатності в діапазонах заданих нормативно-технічною документацією на даний об'єкт).

Кількісні значення цих величин отримують за даними випробовувань чи експлуатації.