

ЛЕКЦІЯ №1

Технічні системи, проблеми їх надійності і експлуатації. Загальна характеристика технічних систем.

У наш час ефективність використання різних об'єктів (рухомих – літальних та космічних апаратів, кораблів і наземних транспортних засобів) визначається, головним чином, безпекою руху (польотів та мореплавання), їх регулярністю, собівартістю перевезень та ймовірністю виконання цілей, що були поставлені (рис.1.1).

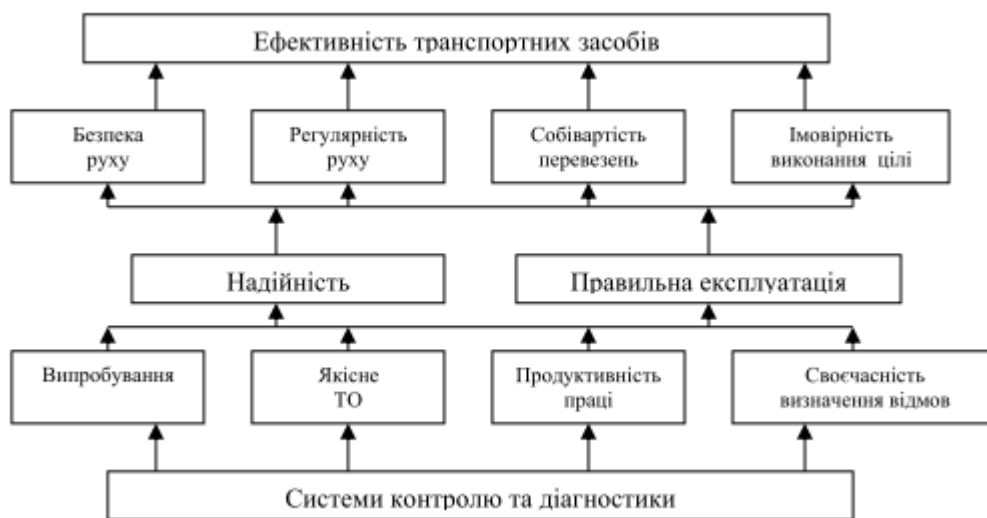


Рис.1.1. Ефективність використання рухомих об'єктів

Перші три критерії чи властивості притаманні цивільним чи комерційним об'єктам, четвертий (імовірність виконання поставленої мети) – військовим і науковим. За наведеною схемою можна характеризувати ефективність не лише рухомих об'єктів, а й багатьох технічних об'єктів та автоматичних систем, зокрема, комп'ютерно-інтегрованих систем багатоцільового призначення, мобільних роботів та роботизованих виробництв тощо.

Усі чотири зазначені властивості багато в чому залежать від надійності та правильної експлуатації, які у свою чергу залежать від випробувань (на всіх стадіях життєвого циклу виробу), якості технічного обслуговування, продуктивності праці технічного персоналу та своєчасності виявлення відмов.

Саме для підвищення надійності техніки, якості технічного обслуговування, продуктивності праці технічного персоналу і своєчасного виявлення відмов призначені системи контролю та діагностики.

Призначення засобів контролю полягає у виявленні відмови системи, а призначення засобів діагностики – у локалізації місця відмови системи.

З розвитком техніки ускладнюється й проблема її надійності, для рішення якої було розроблено науковий напрямок – теорію надійності. Предметом її досліджень є вивчення причин, що викликають відмови об'єктів, визначення закономірностей, яким відмови підкоряються, розробка засобів кількісного виміру надійності, методів розрахунку та випробувань, розробка шляхів і засобів підвищення надійності.

Теорія імовірностей, математична статистика, теорія імовірнісних процесів дають можливість врахувати випадковий характер виникаючих у системі подій і процесів.

Теорія графів, дослідження операцій, теорія інформації, технічна діагностика, теорія моделювання, основи проектування систем і технологічних процесів дозволяють обґрунтовано вирішувати завдання надійності.

Основні напрямки розвитку теорії надійності проявляються на таких рівнях:

а) розвиток математичних основ теорії надійності. Узагальнення статистичних матеріалів про відмови й розробка рекомендацій з підвищення надійності об'єктів дозволили визначати математичні закономірності, яким що описують відмови, а також розробляти методи кількісного виміру надійності та інженерних розрахунків її показників. Так сформувалась математична теорія надійності;

б) розвиток методів збору і обробки статистичних даних про надійність. Обробка статистичних матеріалів в області надійності потребувала розвитку існуючих методів і призвела до нагромадження великої статистичної інформації про надійність досліджуваних об'єктів. Так з'явилися статистичні характеристики надійності закономірності відмов, що полягло в основу формування статистичної теорії надійності;

в) фізична теорія надійності. Наука про надійність не може розвиватися без досліджень фізико-хімічних процесів, тому велика увага приділяється фізичній природі відмов, впливу старіння й міцності матеріалів на надійність, різноманітних зовнішніх і внутрішніх впливів на працездатність об'єктів. Сукупність досліджень фізико-хімічних процесів, що впливають на надійність об'єктів, полягли в основу фізичної теорії надійності.

Проблеми надійності виробів

Причини виникнення проблеми надійності обладнання полягає у

- різкому ускладненні виробів, електронної апаратури, збільшенні кількості елементів сучасного обладнання. Чим складніша і точніша апаратура, тим менш вона надійна;
- зріст складності системи перевищує зріст надійності елементів у цій системі;
- «відповідальність» функції виробу (елемента системи), при відмові якого простій або поломка всієї системи економічно недоцільна;
- складність умов, у яких здійснюється експлуатація виробу/системи.

Основи теорії надійності обладнання

Проблема надійності обладнання відноситься до завдань визначення і оптимізації їх показників на етапах планування, проектування, побудови та експлуатації. Надійність – властивість об'єкту або технічного пристрою виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, які відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування.

Об'єкт (item) – предмет цільового призначення, що підлягає аналізу на певних етапах життєвого циклу, зокрема у період проектування, виробництва, експлуатації, вивчення, дослідження і випробування на надійність (об'єктами можуть бути системи і їхні елементи, зокрема установки, технічні вироби, пристрої, машини, апарати, прилади і їх частини, агрегати й окремі деталі).

В техніці надійність має точне значення. Вона може бути визначена, розрахована, оцінена, обмірена, випробувана, розподілена між окремими частинами об'єкту.

Перші систематичні спроби вивчення надійності і створення її теорії пов'язані з технічним прогресом в 40-50 роках ХХ ст., коли недостатня надійність стала перешкодою на шляху реалізації нових ідей в авіації, кораблебудуванні, ракетобудуванні, радіотехніки, ядерної й космічної промисловості.

Перші вагомі роботи в галузі надійності обладнання були присвячені розрахункам резерву. Теорія надійності стосовно до електротехніки має ряд особливостей і опирається на спецдисципліни («Електричні системи і мережі», «Перехідні процеси в енергосистемах», «Електричні машини», «Релейний захист і автоматика»).

Наука про надійність займається аналізом загальних закономірностей, що визначають довговічність роботи різних пристроїв і систем, розробкою способів попередження відмов на стадіях проектування, побудови, експлуатації, кількісно оцінює імовірність того, що характеристики об'єкту належатимуть межах технічних норм протягом заданого періоду часу. Математичний апарат теорії надійності заснований на застосуванні таких розділів сучасної математики як теорія випадкових процесів, теорія масового обслуговування, математична логіка, теорія графів, теорія розпізнавання образів, теорія експертних оцінок, а також теорія ймовірностей, математична статистика й теорія множин.

Проблема надійності в техніці викликала появу нових наукових напрямків: теорію надійності, фізику відмов, технічну діагностику, статистичну теорію міцності, інженерну психологію, дослідження операцій, планування експерименту і т.п.

У практичній діяльності інженерів доводиться приймати різні рішення. Наприклад, вибирати проектний варіант обладнання або його частини, робити реконструкцію мереж і приладів, призначати режими експлуатації. В електротехніці на вибір рішення впливає велика кількість факторів. Одні з них можна чисельно проаналізувати і скоротити область варіантів рішення. Інші не мають теоретичної ясності для кількісного опису. З'являється невизначеність, переборювати яку допомагають знання, досвід, інтуїція та якісний аналіз. При таких умовах з'являється ризик вибору неоптимальних і неякісних рішень. Тому надійність має особливе місце серед інших факторів, яка має бути проаналізованою для кожної системи окремо. Наслідки від ненадійності обладнання такі серйозні, що потрібне постійне вдосконалювання методів проектування, будови, експлуатації систем, що дозволяють повніше враховувати їх надійність.

Зв'язок між обладнанням, його елементами і зовнішнім середовищем носить стохастичний (імовірнісний) характер і можна говорити лише про імовірність повного досягнення системи своєї мети. Тому надійність роботи обладнання завжди включає відмову (порушення).

Неповнота надійності обладнання дає втрати вихідного ефекту його роботи.

Теорія надійності обладнання ґрунтується на ймовірнісно - статистичній природі їх поведінки. Останнім часом зі збільшенням системних аварій, розробляються методи оцінки імовірності шляхом їх каскадного розвитку, обумовленого відмовами автоматики і комутаційної апаратури, виникнення неприпустимих режимів роботи елементів. Внаслідок того, що відмова елемента при великій зоні дії на інші елементи викликає необхідність роботи автоматичних комутаційних апаратів, які теж можуть відмовити, виникає необхідність складання розрахункових схем надійності.

Для застосування при аналізі надійності вагової теорії імовірності обладнання повинне бути надлишковим (надмірність – додаткові засоби та можливості для виконання системою заданих функцій). Надмірність системи виступає в наступних формах:

а) резервування (підвищення надійності дублюванням елементів і функцій, надання додаткового часу для виконання завдання, використання надмірної інформації при керуванні);

б) удосконалення конструкцій і матеріалів, з яких виконані елементи системи, підвищення їх запасів міцності, довговічності, стійкості несприятливим явищам зовнішнього та внутрішнього середовища;

в) удосконалення технічного обслуговування, оптимізація періодичності і глибини капітальних і профілактичних ремонтів, зниження тривалості аварійних ремонтів;

г) удосконалювання систем контролю і керування процесами в електрообладнанні.

Проблема надійності керування обладнанням (як і інших технічних систем) за останні 2...3 десятиріччя різко загострилась. Це зумовлено наступними причинами:

а) різким збільшенням складності систем, що включають складні елементи і вузли;
б) екстремальністю умов експлуатації багатьох елементів обладнання;
в) підвищення вимог до якості роботи (ефективність, високі вимоги до вихідних параметрів);

г) збільшення відповідальності функцій виконуваних системою, високою економічною й технічною ціною відмови;

д) повною або частковою автоматизацією, широким використанням комп'ютерів для керування роботою системи, і як наслідок, виключенням або зменшенням безпосереднього контролю людиною роботи системи і її окремих елементів.

Теорія надійності опирається на сукупність різних понять, визначень, термінів і показників, які строго регламентуються в державних стандартах (ДСТУ). Всі терміни й визначення даються стосовно до технічних об'єктів цільового призначення, розглянутим у періоди проектування, виробництва, експлуатації й випробуванні на надійність.

Уведемо деякі терміни й поняття, використовувані в теорії надійності.

Система – це технічний об'єкт, призначений для виконання певних функцій.

Окремі частини системи (конструктивно відособлені, як правило) називаються елементами.

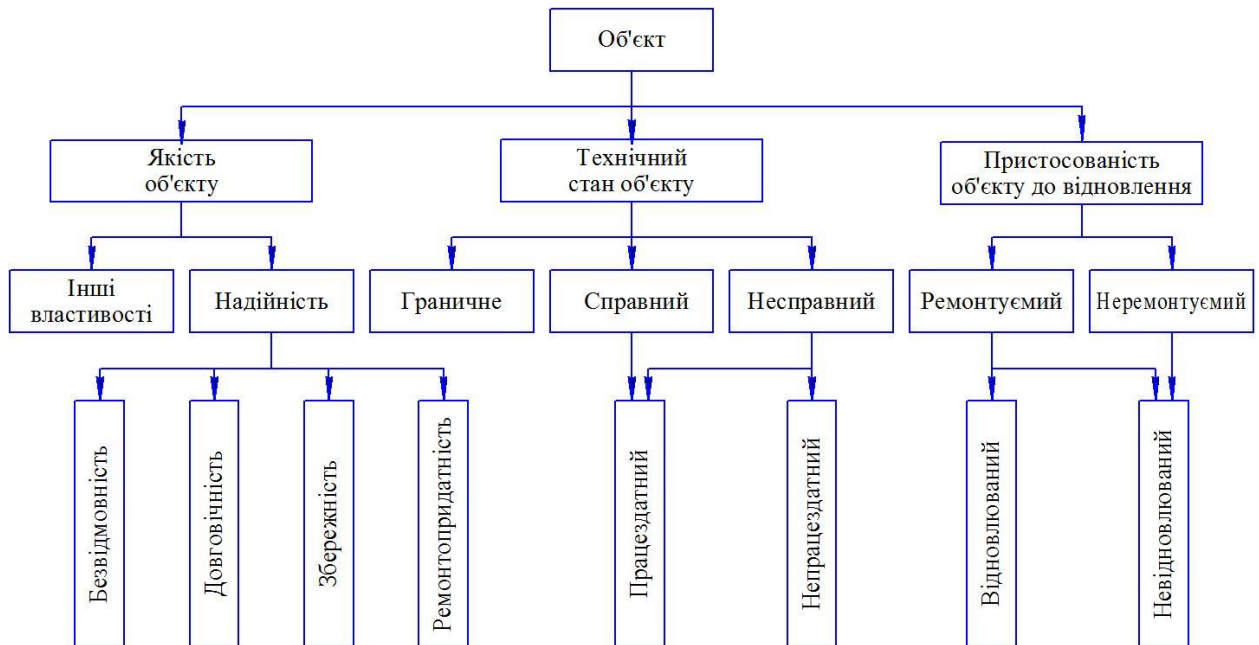


Рис.1.2 Основні характеристики об'єкту

Однак необхідно помітити, що той самий об'єкт залежно від того завдання, що хоче вирішити конструктор (дослідник, проектувальник, розроблювач), може розглядатися як система або як елемент. Наприклад, електричний двигун звичайно розглядається як система. Однак він може стати елементом більшого об'єкта – електричного приводу, розглянутого, як система. Отже, можна дати ще одне більше повне визначення елемента.

Елемент – це об'єкт, що представляє собою найпростішу частину системи, окремі частини якої не представляють самостійного інтересу в рамках конкретного розгляду.

При проектуванні система (пристрій) повинна задовольняти всім технічним вимогам. Ці вимоги можна розділити на:

- основні, що забезпечують виконання заданих функцій;
- допоміжні, зв'язані, зі зручністю експлуатації, зовнішнім виглядом і т.д.

Відповідно до цього всі елементи системи ділять на основні й допоміжні. Допоміжні елементи не зв'язані безпосередньо з виконанням заданих функцій системи й не впливають на виникнення відмови.

З точки зору теорії надійності будь-якої технічної об'єкт можна охарактеризувати його властивостями, технічним станом і пристосованістю до відновлення після втрати працездатності (рис.1.2). При цьому найважливішим комплексним властивістю об'єкта є його надійність.