

Лекція 2.

Основні поняття та визначення теорії надійності. Частина 2.

Відмови, збої та ушкодження в технічних об'єктах

Надійність технічних об'єктів є комплексною властивістю, яка об'єднує поняття чотирьох властивостей: довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність, збережуваність.

Безвідмовність – властивість виробу безперервно зберігати працездатність на протязі заданого проміжку часу.

Ремонтпридатність – властивість виробу бути пристосованим до попередження, виявлення та усунення відмов за допомогою технічного обслуговування та ремонту.

Довговічність – властивість виробу тривалий час зберігати працездатність до настання граничного стану при встановлених правилах обслуговування і ремонту.

Збережуваність – здатність виробу зберігати показники довговічності, безвідмовності і ремонтпридатності на протязі часу зберігання та транспортування.

Сьогодні можна виділити чотири групи об'єктів, які відрізняються показниками та методами оцінки надійності.

Обслуговуваний об'єкт – об'єкт, для якого проведення технічного обслуговування передбачено нормативно-технічною документацією або конструкторсько-проектною документацією.

Необслуговуваний об'єкт – це об'єкт, для якого проведення технічного обслуговування не передбачено нормативно-технічною документацією та конструкторсько-проектною документацією.

Ремонтований об'єкт – це об'єкт, ремонт якого передбачений та можливий ремонтваною, нормативною та конструкторською документаціями.

Неремонтований об'єкт – це об'єкт, ремонт якого не передбачений нормативною ремонтною та конструкторською документацією.

Відновлюваний об'єкт – це ремонтований об'єкт, який після відмови та усунення несправностей знову стає здатним виконувати потрібні функції, що задані кількісними показниками надійності.

Готовність – властивість об'єкта виконувати потрібні функції в даних умовах протягом заданого інтервалу часу за умови забезпечення необхідними зовнішніми ресурсами.

Виріб або прилад, система, апарат, вузол можуть бути охарактеризовані з боку надійності технічним станом об'єкту. Виділяють п'ять основних станів ТО: працездатний, непрацездатний, справний, несправний та граничний стан та критичний стан. Кожен з цих станів характеризується сукупністю значень параметрів та якісних ознак, що встановлюються нормативно-технічною (НТК) або конструкторською (КД) документацією.

Справний стан – це стан об'єкта, за яким він здатний виконувати всі функції задані в НТД та КД.

Несправний стан – це стан об'єкта, за яким він не здатний виконувати хоча б одну із заданих функцій в НТД та КД. Несправність може бути: незначною, частковою, значною, повною, прихованою, маскованою.

Працездатний стан – це стан об'єкта, при якому він відповідає всім параметрам, що характеризують здатність об'єкта виконувати задані (в НТД та КД) функції.

Непрацездатний стан – це стан об'єкта, при якому він не відповідає хоча б одному параметру, що характеризує здатність об'єкту виконувати задані (в НТД та КД) функції.

Працездатний об'єкт на відміну від справного задовольняє лише вимогам нормативно-технічної документації, виконання яких забезпечує його здатність виконувати задані функції. У зв'язку з цим поняття "справний стан" ширше, ніж поняття "працездатний стан". Об'єкт може бути несправним, але працездатним. Наприклад: прилад нормально функціонує,

але на передній панелі у нього відсутня кришка кнопки та тріснув екран. Ці дефекти не впливають на виконання заданих функцій, але параметри об'єкту не відповідають всім нормам НТД. Таким чином прилад працездатний, але несправний.

Критичний стан – це стан об'єкта, що може призвести до травмування людей, значних матеріальних збитків та інших неприйнятних наслідків.

Граничний стан – це стан об'єкта, за яким його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне. Як вже зазначалося, саме з настанням граничного стану пов'язано закінчення етапу експлуатації виробу. Перехід з одного стану в інший пов'язаний з певними подіями: відмовами, збоями та ушкодженнями.

Відмови, збої та ушкодження в технічних об'єктах

Відмова – це випадкова подія, що призводить до порушення працездатності об'єкту.

Тенденція вивчення відмов, які виникають в апаратурі, та факторів, які впливають на надійність апаратури виникла в 49-50 роках 20 століття. В приладах 40-45% відмов виникає внаслідок помилок при проектуванні, 20% – відмови внаслідок помилок виробництва, 30% – помилки при експлуатації обслуговуючим персоналом, 5-7% – відмови через деградацію матеріалів при експлуатації і зберіганні пристроїв та елементів (старіння елементів, часові відмови).

Наведемо класифікацію відмов за різними ознаками.

За типом відмови розділяють на такі:

– *відмови функціонування* (виконання основних функцій об'єктом припиняється; це функціональна надійність;

– *відмови параметричні* (деякі параметри об'єкта змінюються у неприпустимих межах); це параметрична надійність.

За можливістю та швидкістю появи розрізняють раптові і поступові відмови. *Раптова відмова* не є прогнозованою та може виникати за різних, найчастіше механічних, причин (тріщини, обрив проводу, коротке замикання, пробій ізоляції). Раптова відмова характеризується стрибкоподібною зміною значень одного чи декількох параметрів об'єкта і незалежністю моменту настання від часу попередньої роботи.

Поступова відмова виникає як наслідок поступової зміни основних параметрів виробу через знос та старіння. Ці відмови можна передбачити дослідженням чи технічним оглядом, а також її інколи можна відвернути заходами технічного обслуговування.

Старіння – процес поступової зміни параметрів, викликаний дією різних факторів, незалежних від режиму роботи об'єкту. Зношування – процес поступової зміни параметрів, викликаний дією факторів, наявність яких залежить від режиму роботи об'єкту;

За причиною виникнення виділяють:

– *конструкційну відмову*, викликану недоліками, недосконалістю або невдалою конструкцією об'єкта;

– *виробничу відмову*, пов'язану з помилками під час виготовлення об'єкта через недосконалість або порушення технології, невідповідність процесу виробництва установленим виробничим нормам і процесам, заданим у проекті;

– *експлуатаційну відмову*, викликану порушенням правил та умов експлуатації об'єкта, виникненням непередбачених зовнішніх впливів під час використання чи незапланованої високої інтенсивності застосування.

За способом появи відмови бувають:

– *випадкові*, обумовлені непередбачуваними подіями, наприклад, випадковими перевантаженнями, дефектами матеріалу, помилками

персоналу або збоями системи керування і т.п. Випадковими зазвичай бувають раптові відмови;

– *систематичні*, що виникають з поступовим нагромадженням ушкоджень і обумовлені закономірними та неминучими явищами: зношуванням, старінням, корозією, втомою матеріалів і т.п. Систематичними найчастіше бувають поступові відмови.

За характером усунення відмови бувають:

– *стійкі відмови*, які неможливо усунути легким або швидким способом, для відновлення працездатності потрібен тривалий ремонт або заміна елементів, вузлів чи структури об'єкта;

– *самоусувні відмови* – легкі відмови, що легко усуваються. Самоусувні відмови можуть виникати багаторазово (самі виникають та зникають), тоді їх відносять до повторюваних (перемежованих) відмов. Повторювана відмова – це самоусувна відмова одного й того самого характеру, що виникає багаторазово. До самоусувних відмов належить збій або одноразова відмова.

Збій – це одноразова відмова, яка сама зникає або яку незначним втручанням усуває оператор. Збій усувається в результаті природного повернення об'єкта у працездатний стан без участі, чи за нетривалої участі оператора, причому час усунення відмови малий або близький до нуля.

За наслідками виділяють:

– *важку відмову* (викликає вторинні відмови суміжних вузлів);
– *середню відмову* (не викликає відмови суміжних вузлів);
– *легку відмову* (для відновлення працездатності не потребує тривалого ремонту або заміни елементів, вузлів чи структури об'єкта).

За наслідками по працездатності розрізняють повну та часткову відмови. Повна відмова призводить до втрати працездатності (відмови) всього приладу. Часткова – до відмови елемента або блока приладу, а об'єкт можна частково використовувати (об'єкт може виконувати частину заданих функцій).

За характером виявлення відмови вирізняють:

– *явні (очевидні) відмови* – відмови, що виявляються візуально чи штатними методами і засобами контролю та діагностування під час підготовки об'єкта до використання чи у процесі його використання за призначенням;

– *неявні (приховані, латентні) відмови* – відмови, що не виявляються візуально чи штатними методами і засобами контролю та діагностики, але виявляються під час проведення технічного обслуговування чи спеціальними методами діагностики. Затримка у виявленні неявної відмови може спричинити некоректну обробку інформації, неправильне спрацьовування алгоритмів, вироблення помилкових керівних впливів та інших несприятливих наслідків.

За взаємозв'язком відмови можуть бути *залежні* (відмова одного елемента призводить до відмови іншого) і *незалежні* (поява кожної наступної відмови не пов'язана з виникненням попередньої відмови).

Механізм відмови може бути пов'язаний із фізичними, хімічними та іншими процесами, що привели до відмови.

Наслідки відмови – явища, процеси, події, обумовлені виниканням відмови об'єкта.

Пошкодження – це подія, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта, коли зберігається його працездатність.

Дефект – це кожна окрема невідповідність об'єкта встановленим вимогам. Сам дефект не призводить до втрати працездатності приладу, але з часом може бути причиною відмови.

За можливістю усунення відмов та відновленням справності та працездатності технічні об'єкти поділяють на:

Невідновлювані – об'єкти, справність яких не може бути відновлена.

Відновлювані – об'єкти, справність яких може бути відновлена.

Ремонтований об'єкт – об'єкт, ремонт якого можливий і передбачений нормативно-технічною, ремонтною і (чи) конструкторською (проектною) документацією.

Об'єкт, що не ремонтується – об'єкт, ремонт якого неможливий або непередбачений нормативно-технічною, ремонтною і (чи) конструкторською (проектною) документацією.

Всі перераховані поняття теорії надійності є **якісними** показниками надійності, які описують експлуатаційні властивості об'єктів та характеризують їх стани. Для кількісної оцінки властивостей надійності вводять кількісні показники, які називають просто показниками надійності.