

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Експлуатаційна надійність технологічних систем паливозабезпечення»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів**

**за темою № 1 - Проблема надійності машин та механізмів**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.21р. № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.21р. № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.21р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

**Розробник:**

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії Давітая О.В.
2. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Копичко Р.Р.
3. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст першої категорії Нальотова Н.І.

**Рецензенти:**

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.
2. завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д-р техн. наук, професор Тамаргазін О.А.

### **План лекції**

1. Задачі надійності машин та механізмів.
2. Основні завдання теорії надійності.
3. Головні поняття надійності.

### **Рекомендована література**

1. Надійність гідромашин і гідроприводів : конспект лекцій / укладач В. Ф. Герман. Суми : Сумський державний університет, 2014. 84 с.
2. Лозинський О.Ю., Марущак Я.Ю., Костробій П.П. Розрахунок надійності електроприводів: підручник . Львів: ДУ «Львівська політехніка», 1996. 234 с.

### **Текст лекції**

#### **1. Задачі надійності машин та механізмів**

На сучасному етапі розвитку машинобудування, коли в основному вирішені питання кількості машин, великого значення набуває проблема підвищення їх якості та надійності. Підвищення надійності машин є важливим завданням будь-якої галузі господарства.

Наука про надійність техніки вивчає закономірності зміни показників працездатності машин з часом, а також фізичну природу відмов і на цій основі розробляє методи, що забезпечують потрібну довговічність та безвідмовність роботи машин із найменшими витратами часу і коштів.

Надійність машин необхідна для підвищення рівня автоматизації, зменшення витрат на ремонт, збитків від простою обладнання, забезпечення безпеки людей. Більш надійна техніка дозволяє збільшити продуктивність праці, коефіцієнт використання машин і зменшити експлуатаційні витрати.

Вирішення проблеми надійності – це значний резерв підвищення ефективності виробництва, зменшення матеріальних збитків і запобігання виникненню відмов машин. Особливістю проблеми надійності є її зв'язок з усіма етапами проектування, виготовлення та використання машини, починаючи з моменту формування ідеї створення машини і до прийняття рішення про її списання. Отже, проблема надійності є комплексною і потребує вирішення у сферах виробництва та експлуатації машин, акумулює і синтезує все те, що сприяє підвищенню працездатності машин. Раніше проблема надійності вирішувалася шляхом проектування машин із великим запасом міцності, що призводило до збільшення їх габаритів, ваги і металоемності.

Надійність будь-якого технічного виробу залежить не лише від якості використовуваних у ньому елементів, а й від їх кількості. Зі збільшенням

кількості складових елементів, тобто зі збільшенням складності виробу, надійність (за інших однакових умов) знижується.

Велике значення для надійності машини поряд із кількістю деталей в її конструкції мають розміри і маса. Збільшуючи габаритні розміри та масу виробу конструктор може запроектувати майже необмежений запас міцності. На практиці маса сучасних машин неухильно зменшується. Наприклад, відносна маса двигунів внутрішнього згоряння у 1900 році становила приблизно 250 кг/кВт, а у сучасному літаку – 1,0–1,3 кг/кВт.

Проблема підвищення надійності машин є не лише суто технічною, а й економічною. Затрати на підвищення надійності машин у більшості випадків (крім тих, від яких залежить безпека людей) необхідно порівнювати із затратами на їх експлуатацію.

Є три періоди існування машини – *проектування, виготовлення та експлуатація*, і всі вони пов'язані з певними витратами. Для того щоб машина працювала справно впродовж усього терміну служби, необхідно здійснювати її технічне обслуговування та своєчасний ремонт. Витрати на експлуатацію всіх машин значно перевищують витрати на їх виготовлення. У сфері ремонту машин зайнято більше робітників, ніж на виробництві цих машин. Витрати металу на ремонт за повний термін служби машини наближаються до маси самої машини, а вартість усіх заходів щодо підтримування машини в працездатному стані за той самий період у середньому у 10–20 разів перевищує вартість самої машини. Особливо великі витрати ідуть на ремонт верстатів, тракторів та іншої сільськогосподарської техніки.

## **2. Основні завдання теорії надійності**

Основні завдання теорії надійності такі:

а) вивчення теоретичних аспектів надійності і розроблення методики оцінки надійності та довговічності машин і обладнання на основі використання математичної статистики і теорії ймовірності;

б) вивчення досвіду експлуатації машин, аналіз відмов (несправностей) і умов, за яких вони виникають, та розроблення на цій основі більш надійних машин;

в) організація служб надійності та збору інформації в конструкторських організаціях, на заводах і на місцях експлуатації;

г) розроблення заходів щодо створення надійних машин, систем і агрегатів у процесі проектування. При цьому особливу увагу необхідно приділяти використанню більш міцних матеріалів, уніфікованих та стандартизованих вузлів і деталей;

д) розроблення та впровадження різних заходів щодо підвищення надійності машин та систем під час їх експлуатації шляхом виконання серії доопрацювань, профілактичного обслуговування та якісного ремонту;

е) проведення спеціальних експериментальних випробувань з метою підвищення надійності окремих вузлів, конструкцій та матеріалів.

### **3. Основні поняття надійності**

**1 Надійність** – властивість об'єкта виконувати свої функції, зберігаючи з часом значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

**2 Об'єкт** – предмет визначеного цільового призначення, який розглядають у період проектування, виготовлення і випробування.

Далі під об'єктом розумітимемо не просто якийсь технічний виріб, а певні технічні засоби, призначені для виконання заданих функцій (це – машини, агрегати, прилади тощо).

**3 Виріб** – одиниця продукції, що виробляється підприємством. Вироби бувають відновлювані і невідновлювані (підшипник, лампа тощо).

**4 Елемент** – найпростіша складова частина виробу, яка може складатися з декількох деталей.

**5 Система** – сукупність спільно діючих елементів, призначених для самостійного виконання заданих функцій.

Поняття «елемент» і «система» трансформуються залежно від умов. Насос при визначенні його надійності розглядається як система, а при визначенні надійності гідравлічної системи – як елемент.

**6 Граничний стан** – стан, при якому подальша експлуатація машини неможлива.

**7 Відмова** – порушення працездатності машини.

**8 Ресурс** – напрацювання машини (до відмови, капітального ремонту, граничного стану та ін.).

**9 Якість** – сукупність властивостей, що обумовлюють придатність продукції задовольняти вимоги споживання згідно з її призначенням. До показників якості належать надійність, технологічність, ступінь стандартизації та уніфікації, естетичність.

Для того щоб оцінити якість будь-якої машини повністю, необхідно знати не лише показники продуктивності та економічності, а й здатність її якнайдовше зберігати ці показники під час роботи.

Надійність – обов'язкова властивість будь-якої машини або виробу. Проте сама по собі надійність ще не означає їх високої якості. Машина може бути

надійною, але мати досить низькі технічні характеристики. З іншого боку, якщо машина не має потрібної надійності, то всі її технічні дані та решта показників втрачають своє практичне значення, бо вони не можуть бути використані. Отже, *надійність є особливою, найголовнішою властивістю технічних виробів, яка визначає їхню якість.*

**Працездатність** – стан об'єкта, при якому він здатний виконувати свої функції, зберігаючи значення заданих параметрів у межах, установлених нормативно-технічною документацією.

Працездатність оцінюють параметрами технічного стану. Розрізняють **функціональні і діагностичні** параметри.

**Функціональні** (структурні) параметри – це зношення, розмір деталі, зазор, вихідні та технічні характеристики машини (тиск, напір, подача, к. к. д. тощо)

**Діагностичні** параметри – температура, шум, вібрація, ступінь герметичності, витоки, витрата мастила та ін.

Крім того, працездатність можна оцінювати за **якісними** показниками: наявністю витоків мастила, кольором відпрацьованих газів, скрипом, запахом горілої гуми або електропроводу. Ці ознаки не вимірюють, їх якісно оцінюють.

Розглянемо кількісні показники працездатності. До них належать:

- а) придатність;
- б) ресурс.

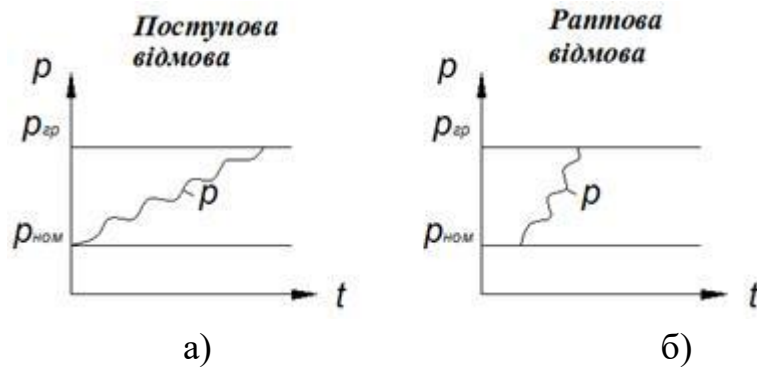
**Придатність** машини – це відносна здатність виконувати нею задані функції упродовж певного часу.

**Ресурс машини** – це напрацювання її до граничного стану, зазначеного в технічній документації.

**Граничний стан** – стан, при якому використання машини технічно неможливе або економічно недоцільне. При цьому різко погіршуються показники роботи машини: знижується продуктивність, не виконуються задані функції, відбувається висока інтенсивність відмов та ін.

Параметри технічного стану машини змінюються з часом її роботи. При цьому кожний параметр змінюється від **номінального** до **граничного**. Номінальне значення  $P_{ном}$  визначають функціональним призначенням машини (паспортними даними). Граничне  $P_{гр}$  – це найбільше або найменше значення, що може мати працездатна машина. Допустиме значення  $P_{дп}$  параметра – це те значення, при якому машина після контролю зможе працювати ще один міжремонтний період.

Залежно від зміни параметра  $p$  від номінального до граничного змінюється і характер відмови машини. Розглянемо два випадки (рис. 1.1).



Поступова зміна параметрів від  $p_{ном}$  до  $p_{гр}$  призводить до поступової відмови.

*Приклад:* зношення підшипників, шестерень та ін.

При раптовій зміні параметрів до  $p_{гр}$  відбувається раптова відмова машини (наприклад, тріщина головки болта циліндрів двигуна внутрішнього згоряння, вихід із ладу запобіжного клапана або змащувальної системи та ін.).

Розглянемо шляхи підвищення працездатності машини.

Працездатність залежить від швидкості зміни параметрів технічного стану машини. Висока працездатність машини забезпечується поліпшенням її конструкції, фізико-механічних властивостей матеріалів і вузлів тертя. Для цього необхідно використовувати зносостійкі матеріали і високоякісні мастила, забезпечити точну обробку деталей вузлів, дотримуватися періодичності технічного обслуговування та ремонтів машини, а також якісного їх виконання. Це збільшує напрацювання машини між відмовами. Робота машини в заданому технічною документацією робочому режимі зменшує випадки її перевантаження.