

**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 № 4 - Механізми відмови 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. Визначення та класифікація відмов.
2. Процеси, які впливають на працездатність машини.
3. Одночасний прояв раптових і поступових відмов.

Рекомендована література

1. Александровська Л.Н. Сучасні методи забезпечення безвідмовості складних технічних систем: Підручник для внз / Л.Н. Александровська А.П. Афанасьєва, А.А. Лісов. М.: Логос, 2003. 208 с.
2. Безпека та надійність технічних систем. Автори: Лідія Александровська, Іосіф Аронов, Віктор Круглов, Олексій Кузнецов, Н. Патраков, Анатолій Шолом. М.: Логос, 2004
3. Бабаєв С.Г., Габібов И.А., Меліков Р.Х. Основи теорії надійності нафтопромислового обладнання. Підручник. Баку: АГНА, 2015. 400 с.

Текст лекції

1. Визначення та класифікація відмов

Відмова – це подія, що пов’язана із частковою або повною втратою працездатності машини. Для кожної машини ознаки відмови встановлюють нормативно-технічною документацією.

Деталі машин в основному руйнуються під дією силових навантажень, тепла та світла, електричних і магнітних полів, хімічного середовища, тертя та ін.

Під дією цих чинників відбувається зміна стану машини. У деталях машини відбуваються такі перетворення:

а) пластична деформація, що призводить до збільшення напруги в матеріалі деталей;

б) утомлюваність у випадку, коли деталі зазнають статичних і циклічних навантажень (рами, вали, пружини та ін.);

в) теплове руйнування, що відбувається під дією нагріву деталей, при яких змінюється структура матеріалу і вони втрачають свої початкові властивості (циліндри, поршні, вкладиші підшипників та ін.);

г) хімічне (корозійне) руйнування – це руйнування матеріалів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії;

д) зношування машини внаслідок тертя.

Відмови поділяють на декілька видів: за причинами виникнення, характером прояву, впливом на працездатність та ін. Розглянемо основні з них.

Класифікація відмов наведена на рис. 1.

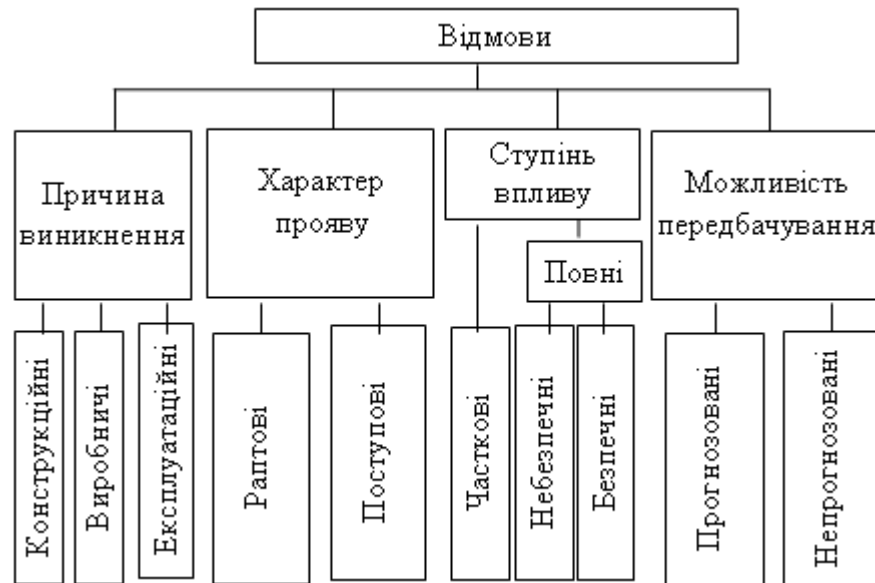


Рис. 1 – Класифікація відмов

1 Відмови за причинами виникнення:

- а) конструкційні – зумовлені помилками при проектуванні, порушенням вимог державних стандартів, зниженням запасу міцності та ін.;
- б) виробничі – спричинені порушенням технології виготовлення, невиконанням вимог технічної документації, застосуванням неякісних матеріалів і т. п.;
- в) експлуатаційні – є наслідком порушень умов роботи машини, різних ушкоджень, невиконанням правил експлуатації, низької кваліфікації обслуговуючого персоналу, старінням машини та ін.

2 Відмови за характером прояву:

- а) раптові – характеризуються різкою зміною параметрів, руйнуванням елементів конструкції, втратою герметичності та ін.;
- б) поступові – є наслідком необоротних явищ, утомлюваності, зносу та ін.

3 Відмови за ступенем впливу на працездатність машини:

- а) повні – відбувається зрив параметрів машини;
- б) часткові – знижуються параметри машини (подача, напір, к. к. д.).

Для машин, які виконують відповідальні функції або функції, пов'язані з життям людей, відмови поділяють на небезпечні та безпечні.

Крім того, за можливістю передбачування відмови поділяють прогнозовані і непрогнозовані.

2. Процеси, які впливають на працездатність машини

Під час роботи машини на неї діють різні збурення, що зумовлюють відхилення основних технічних параметрів і втрату працездатності.

На машину впливають усі види енергії і спричиняють в ній оборотні та необоротні процеси, що знижують її працездатність.

Оборотні процеси (пружні деформації вузлів та деталей машин, зміна температури, вологості та ін.) тимчасово змінюють параметри деталей і машин у межах, що не виходять за допустимі значення.

Необоротні (знос, корозія) призводять до прогресуючого зниження характеристик (параметрів) машини.

За швидкістю проходження всі процеси можна поділити на три групи:

а) швидкоплинні – мають періодичність зміни в межах циклу: вібрацію вузлів, зміну сил тертя в рухомих з'єднаннях та ін.;

б) середньої швидкості – спричиняють зміну початкових параметрів машини (залежать від температури навколишнього середовища і самої машини, зносу різального інструменту, вологості та ін.);

в) повільні – проходять за час роботи машини між її оглядами або ремонтами (їх тривалість – дні, місяці). До них належать зношування, корозія та ін. Ці процеси впливають на точність, к. к. д. та інші параметри машини. Зміна параметрів відбувається дуже повільно.

Крім зовнішніх, на працездатність впливають і внутрішні процеси в машині. Всі вони мають випадковий характер.

Для створення методів розрахунку надійності машин застосовують моделі відмов, які базуються на різних уявленнях про виникнення і розвиток процесів, що призводять до відмови машин.

Розглянемо декілька моделей.

1 Параметрична модель. Стан машини характеризується сукупністю фізичних параметрів

$$x(t) = \{x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t), \dots, x_n(t)\}.$$

Параметри стану – це тиск, витрата, частота обертання, КПД. та ін. Частіше за все ці параметри взаємозв'язані, тому у моделі обмежуються одним або двома параметрами стану.

2 Модель зносу. Характерний параметр моделі – швидкість зносу $V_{\text{зн}} = f(t)$.

У процесі роботи машини відбувається знос поверхонь тертя. При цьому поступово змінюються форма і розміри деталей.

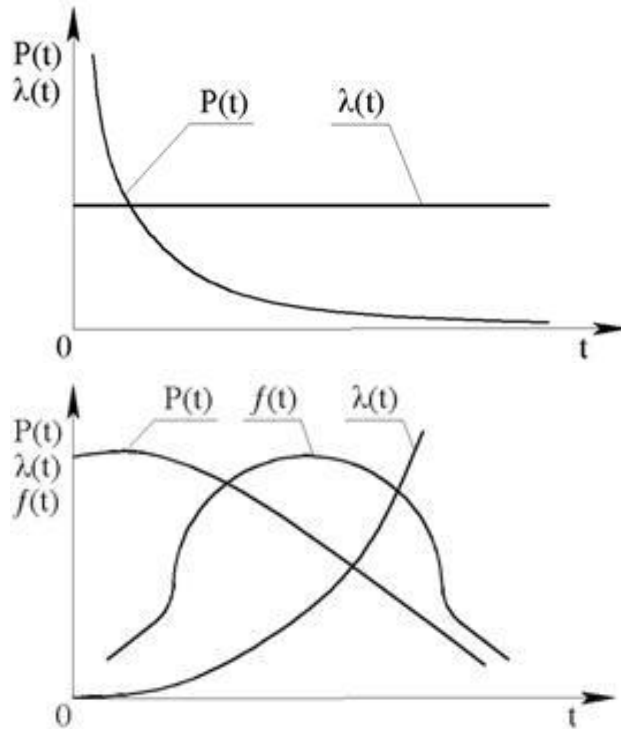
На характер зносу впливають: якість поверхонь, фізичні властивості матеріалу, наявність змащування та ін.

Швидкість зносу є функцією часу.

3 Модель «слабкої ланки». Деформація і руйнування деталей залежить від навантаження та міцності матеріалів, з яких вони виготовлені. Справедливою

буде параметрична модель, в якій загальним параметром є навантаження Q , а параметром граничного стану – межа міцності $\sigma_{гр}$, тобто $\sigma_{гр} = f(Q)$.

Відмова відбудеться за умови, якщо $\sigma > \sigma_{гр}$.



3. Одночасний прояв раптових і поступових відмов

За час роботи гідравлічні машини витримують як поступові, так і раптові відмови. На початку їх експлуатації відбуваються раптові, а потім поступові відмови.

При одночасній дії цих відмов імовірність безвідмовної роботи визначається за теоремою множення ймовірностей

$$P(t) = P_p(t) \cdot P_{п}(t)$$

Графічно ймовірність безвідмовної роботи має вигляд, наведений на рис. 2.

Для характеристики ймовірності відмов застосовується закон розподілу Вейбулла.

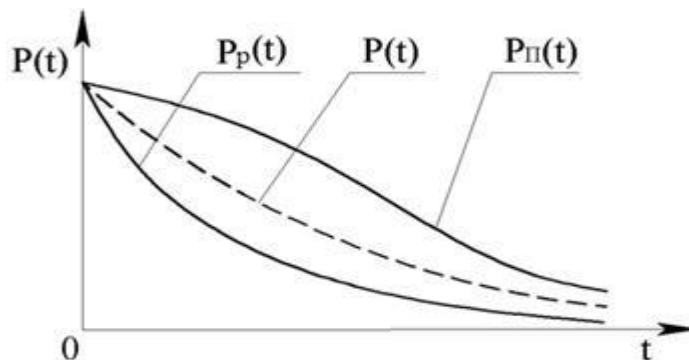


Рис. 2 – Імовірність безвідмовної роботи при одночасному прояві раптових і поступових відмов