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 № 8 - Випробування на надійність технологічних систем паливозабезпечення

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. Випробування на надійність.
2. Программа випробувань.
3. Оцінювання результатів випробувань.

Рекомендована література

1. Надійність гідромашин і гідроприводів : конспект лекцій / укладач В. Ф. Герман. Суми : Сумський державний університет, 2014. 84 с.
2. Бабаєв С.Г., Габібов И.А., Меліков Р.Х. Основи теорії надійності нафтопромислового обладнання. Підручник. Баку: АГНА, 2015. 400 с.
3. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів: навч. посіб. К.: НТУУ “КПІ», 2010. 240 с.

Текст лекції

1. Види випробувань на надійність

Розрахункові методи оцінки надійності розроблені ще не для всіх машин та деталей і не за всіма критеріями. Тому надійність машини в цілому оцінюють за результатами випробувань.

За результатами випробувань для невідновлювальних виробів визначають імовірність безвідмовної роботи P(t), для відновлювальних – середнє напрацювання на відмову Тв. сер і середній час відновлення Твід. сер або λ(t).

Згідно з державним стандартом випробування на надійність поділяють на декілька видів: контрольні, означальні і дослідні.

Контрольні випробування відповідають на запитання: “Задовольняють вибрані показники надійності, чи не задовольняють?”

Означальні випробування оцінюють дійсні значення показників надійності.

Дослідні випробування оцінюють якість матеріалу або конструкції, вплив умов експлуатації на роботу машини, допустиму температуру та ін.

Розглянемо основні етапи робіт при проведенні випробувань на надійність насосів.

1 Аналіз конструкції. Визначають елементи машини, що можуть бути причиною відмов (це робоче колесо, ущільнення, пружні елементи та ін.)

2 Аналіз умов роботи. Визначають фактори, що призводять до руйнування елементів насоса. До них відносять природні фактори: температуру довкілля, температуру перекачуваної рідини, вібрацію та ін.

Рис. 1 – Основні етапи робіт при випробуваннях на надійність

3 Складання розрахункової схеми надійності. При цьому вважають, що відмова одного елемента спричиняє відмову всієї машини (в схемі беруть послідовне з'єднання елементів).

Імовірність безвідмовної роботи визначають за формулою

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^{n} P_i(t)$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{n.cep} = \int_0^{\infty} P_i(t)dt$$

4 Проведення випробувань і одержання кількісних характеристик надійності. Кількісні характеристики надійності можна одержати як при випробуваннях окремих елементів, так і насоса в цілому. Результати поелементних випробувань використовують для визначення ресурсу елементів та оцінки результатів контрольних випробувань. Кількість зразків для випробувань визначають групою надійності.

Контрольні випробування на надійність

Ці випробування проводять з метою перевірки того, що показники надійності аргегатів та елементів не нижчі від тих, які зазначені в технічній документації.

Контрольним випробуванням підлягають:

а) дослідні агрегати, прилади індивідуального виробництва при попередніх заводських або приймальних випробуваннях;

б) агрегати серійного виробництва при внесені змін у конструкцію або технологію виготовлення;

в) елементи агрегатів відповідно до програми випробувань.

Експериментальні стенди

Контрольні випробування проводять на місці експлуатації (підконтрольна експлуатація) або на стендах заводів-виробників.

Випробування проводять на натурних рідинах або на воді, якщо встановлено, що процеси руйнування або зношення не залежать від властивостей рідини і причина відмови насосів не є наслідком впливу на нього перекачуваної рідини.

Елементи насосів можуть випробовувати як в самому насосі, так на спеціальних стендах.

Експериментальні стенди повинні бути обладнані засобами контролю параметрів.

Тривалість і режим випробувань встановлюють програмою.

2. Програма випробувань

Програма випробувань повинна мати такі складові: обміри, складання і технічну експертизу перед їх початком, обкатку, попередню перевірку працездатності, випробування упродовж установленого напрацювання, технічну експертизу машини після закінчення випробувань, оцінку результатів випробувань.

Під час випробувань фіксуються відмови насосів:

а) за параметричними ознаками: зміни подачі, номінального напору, к. к. д. та ін.

б) за функціональними ознаками: збільшення зносу, вібрації, витоків, зміна зазорів та ін.

Розглянемо основні складові програми випробувань.

1 Обміри. Обмірам підлягають розміри, зміна яких спричиняє поступову або раптову відмову. Це втулки сальника, захисні кільця ущільнення робочого колеса, поршневі кільця, плунжери, штоки, пари тертя та ін. При цьому фіксується стан поверхонь деталей (їх чистота, наявність мікротріщин та ін.).

Вимірюється також маса зношуваних деталей (робочого колеса, кілець ущільнення).

Усі вимірювання є складовими технічної експертизи.

2 Обкатка. Перевіряється робота насосів у робочому інтервалі подачі. Період їх обкатки визначають відповідно до державного стандарту залежно

від потужності насоса (від 0,25 години до 2 годин). Дві години обкатують насоси, якщо потужність їх більша за 400 кВт.

3 Попередня перевірка працездатності. Після обкатки повинно бути встановлено, що на режимах експлуатації не відбуваються процеси, які призводять до швидкого зносу насоса.

4 Випробування. Випробування проводять при режимах найбільших навантажень. При цьому фіксуються такі параметри: зовнішні витоки (через ущільнення, по штоку плунжера та ін.), напірні та енергетичні характеристики, рівні шуму та вібрації, температура рідини і підшипників та інші параметри, передбачені програмою.

Контроль параметрів проводять від 5 до 8 разів за весь період випробувань.

5 Технічна експертиза. Після закінчення випробувань необхідно провести розбирання насоса і визначити розміри та температуру, які вимірювалися до випробувань.

6 Оцінка результатів. Тривалість і режим випробувань встановлюють такими, щоб з урахуванням наявної інформації про працездатність елементів насоса можна було оцінити його середнє напрацювання на відмову в цілому.

Означальні випробування

Означальні випробування проводять з метою одержання фактичних показників надійності (безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності, збережуваності), а також термінів і обсягів ремонтних робіт та визначення кількості запасних частин.

Цим випробуванням підлягають перші насоси серійного виробництва.

Під час проведення випробувань встановлюють залежність параметрів, характеристик і працездатності від часу роботи машини.

Найбільш раціональним видом випробувань є підконтрольна експлуатація, при якій:

а) проводять систематичний нагляд за зміною параметрів і зносом елементів насоса;

б) виконують своєчасне відновлення працездатності;

в) фіксують відмови і всі дії, які проводять з насосом.

Кількість насосів, яка підлягає випробуванням, визначають згідно з державним стандартом.

На підконтрольну експлуатацію встановлюють насос, який має найбільш навантажені елементи. Місце проведення повинно бути характерним для умов експлуатації насоса (відповідати рідині, що перекачується, режиму роботи та іншим показникам).

Випробувальний стенд повинен мати всі необхідні засоби контролю і виміру параметрів.

При випробуваннях мають місце 4 види контролю:

а) постійний – встановлює момент відмови функціонування машини (його періодичність – 2 рази за зміну);

б) періодичний контроль за параметрами – вимірюють параметри на заданих режимах і заносять їх до журналу (не менше 5 вимірювань між відмовами);

в) періодичний контроль у період зупинок – контролюють параметри, які неможливо виміряти під час роботи насоса (це температура обмотки двигуна, люфт у муфті та ін.);

г) контроль при розбиранні – вимірюють знос елементів насоса.

При означальних випробуваннях необхідно виконувати профілактичні заходи: змащування, підтягування сальників, поточні ремонти та ін.

Випробування проводять до моменту виникнення потреби у капітальному ремонті. У цьому разі насос демонтується, повністю розбирається і відновлюються його базові деталі (корпус, вал, робоче колесо та ін.).

Дослідні випробування на надійність – це випробування за спеціальною програмою різних варіантів елементів насоса, різних матеріалів, конструкцій вузлів (робочих коліс, гідроп'яти, вузлів ущільнення та ін.).

3. Оцінювання результатів випробувань

Результати для оцінювання одержують при опрацюванні журналів нагляду за N однаковими насосами. При цьому розраховують такі параметри:

1 Дослідне середнє напрацювання на відмову

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{m},$$

де *T*– загальна кількість відмов; *ti* – напрацювання на чергову відмову, год.

2 Дослідний середній ресурс

$$R_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N},$$

де *Ri* – ресурс і-го насоса; *N* – кількість насосів.

3 Дослідне середньоквадратичне відхилення напрацювання і ресурсу

$$S_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (t_i - T_{cp})^2}{m-1}}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(R_i - R_{cep})^2}{N-1}}$$

4 Дослідні коефіцієнти варіації напрацювання і ресурсу

$$V_H = \frac{S_H}{T_{cep}}$$

$$V_R = \frac{S_R}{R_{cep}}$$

Подальші розрахунки показників надійності проводять залежно від коефіцієнта варіації *V*: якщо *V*£ 0,35, то беруть нормальний розподіл; якщо *V*> 0,35 – розподіл Вейбулла.

Далі розраховують імовірність безвідмовної роботи *P(t*), інтенсивність відмов *l(t)* та інші показники.