

або найменші значення із досліджуваного діапазону чинників, то величини $\ln L$ і $\ln S$ збільшуються, а якщо один із згаданих чинників матиме найбільше, а інший – найменше значення, тоді величини $\ln L$ і $\ln S$ - зменшуються.

3. Отримана регресивна модель повністю описує досліджуваний процес – величина коефіцієнта кореляції становить 0,9985, що практично дорівнює 1.

ЛІТЕРАТУРА

1. 70521А. Деклараційний патент на винахід. Лафетний вібраційний ствол, Бюл. №10, 2004.
2. Гуліда Е.М., Мовчан І.О., Панів Я.В. Гасіння лісових пожеж з використанням лафетного вібраційного ствола. // Пожежна безпека, №6, 2005. – С. 47-49.
3. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.

УДК 614.843(075.32)

О.Е Васильєва, к.т.н., доцент, Є.Г.Сабіров (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянуто основні показники надійності сучасної багатофункціональної пожежної техніки. Наведені дані по надійності елементів пожежних автомобілів, а саме ймовірності їх безвідмовної роботи, які отримані на підставі математичної обробки статистичних даних по експлуатації пожежних автомобілів

Багатофункціональна пожежна техніка експлуатується в жорстких умовах, а під час гасіння пожеж та ліквідації їх наслідків - в екстремальних. Це відображається на характері змін її технічного стану, відповідно на експлуатації і методах підтримання працездатного стану.

Під час експлуатації багатофункціональної пожежної техніки безперервно протікають процеси зменшення, а в деяких випадках втрата їх працездатності, при цьому для пожежних автомобілів ці процеси можуть протікати більш інтенсивно в порівнянні з транспортними автомобілями. В результаті цього технічний стан пожежного автомобіля неминуче погіршується, зменшується його надійність. В процесі експлуатації технічний стан багатофункціональної пожежної техніки постійно змінюється. Динаміка цих змін в багатьох випадках визначається умовами експлуатації, котрі, в свою чергу, залежать від кліматичних особливостей району, стану доріг, а також від об'єму робіт і характеру об'єкта, на якому виникають надзвичайні ситуації.

Оскільки працездатність пожежного автомобіля – це здатність виконувати задані функції на рівні параметрів, встановлених нормативно-технічною документацією, то періодичність технічних впливів визначається прийнятою системою технічного обслуговування (ТО). Виняток становлять випадки виникнення відмов, для усунення яких потрібен поточний ремонт агрегату або вузла.

Статистичний розподіл відмов автомобіля за зовнішніми очевидними ознаками такий, %:

– зношення	40
– пластичні деформації та руйнування	26
руйнування:	
– залишкові деформації	18
– температурні деформації	12
– інше	4

Система заходів, спрямованих на забезпечення бойової готовності, ефективного функціонування, оптимального технічного обслуговування є основою керування працездатністю багатофункціональної пожежної техніки.

Надійність пожежного автомобіля, як і будь-якого технічного виробу, закладається на стадії розробки, забезпечується при виготовленні, проявляється та підтримується в процесі експлуатації.

При проектуванні та розрахунку надійність задається у вигляді конкретного показника. В пожежному автомобілі повинні бути реалізовані десятки різних параметрів, що відповідають надійності машини. Для того, щоб пожежний автомобіль відповідав вимогам технічних умов, розробник повинен врахувати всі заплановані показники надійності, технологічності, технічної естетики, ергономічності, стандартизації, уніфікації і т.п.

Однак, саме надійність пожежних автомобілів є найбільш слабкою ланкою в сукупності показників якості. Якщо цією ланкою знехтувати, розробник, як правило, позбавляється основи управління надійністю пожежної техніки, а експлуатаційник позбавляється можливості планувати необхідний об'єм запасних частин. Надійність – це здатність виробу виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах, що відповідають заданим режимам, умовам використання та технічного обслуговування, ремонтів, зберігання та транспортування. Надійність складається з безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та зберігання.

В залежності від призначення об'єкта, його надійність може визначатися всіма або частиною перерахованих властивостей. Наприклад, надійність підшипника визначається його безвідмовністю; пожежного автомобіля – трьома першими властивостями, а пожежного рукава – сукупністю всіх чотирьох властивостей.

Безвідмовність – властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу або певного напрацювання. Ремонтпридатність – властивість виробу, яка дозволяє попереджувати і знаходити причини виникнення відмов та пошкоджень, а також усувати їх наслідки при ремонтах та ТО, а довговічність – властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонтів.

Для оцінки надійності можна використовувати комплексний показник: коефіцієнт готовності. Коефіцієнт готовності K_g визначається як ймовірність працездатності об'єкта:

$$K_g = T_o / (T_o + T_v)$$

де T_o – напрацювання до відмови;

T_v – середній час відновлення.

Згідно з формулою K_g характеризує одночасно дві різні властивості – його безвідмовність та ремонтпридатність.

Надійність багатофункціональної пожежної техніки не залишається постійною протягом експлуатації. Із зношуванням деталей, накопиченням пошкоджень і в результаті розрегулювання окремих вузлів, працездатність може бути порушена – в результаті виникає відмова. Розрізняють два види непрацездатного стану: той, що можна відновити та той, що не підлягає відновленню. В першому випадку працездатність можна відновити при ремонті.

В другому випадку – відновлення працездатності технічно неможливе або економічно не доцільне.

В процесі експлуатації багатофункціональної пожежної техніки, наприклад, пожежного автомобіля, періодично проходить попереджувальне обслуговування або ремонт, в процесі яких працездатність його елементів відновлюється. Для вирішення питань, пов'язаних з обслуговуванням, проведенням контрольних випробовувань на надійність, розрахунком кількості потрібних запасних складових елементів використовуються показники ймовірності безвідмовної роботи пожежних автомобілів та їх елементів. Значення показників ймовірності безвідмовної роботи на інтервалі напрацювання 1000 і 5000 км, визначені з урахуванням статистичних даних, наведені у табл.1.

Наведені дані надійності елементів пожежних автомобілів, а саме ймовірності їх безвідмовної роботи, отримані шляхом математичної обробки статистичних даних з експлуатації пожежних автомобілів в реальних умовах за залежністю (1). Вони можуть використовуватися в якості орієнтира при розробці та плануванні заходів із забезпечення бойової готовності парку пожежних автомобілів, при обґрунтуванні потреби в запасних частинах пожежного автомобіля.

$$R(t_1, t_2) \approx \frac{N - N_0}{N}, \quad (1)$$

де N – кількість одиниць одного типу пожежної техніки в партії; N_0 – кількість одиниць одного типу пожежної техніки, яка відмовила за період часу t .

Ймовірність відмови

$$F(t_1, t_2) = 1 - R(t_1, t_2). \quad (2)$$

Таблиця 1. Ймовірність безпечної роботи пожежних автоцистерн при різноманітних напрацюваннях

Система, вузол, деталь	Ймовірність безвідмовної роботи $R(t_1, t_2)$ при загальному пробігу, км	
	1000	5000
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Пожежний автомобіль в цілому	0,92	0,62
Спец. агрегати в цілому	0,95	0,742
Вузли та деталі	0,99	0,94
Насос пожежний	0,996	0,98
<i>В тому числі:</i>		
Сальники	0,997	0,99
Вузол кріплення робочого колеса	0,998	0,991
Шпонкове з'єднання	0,997	0,99
Коробка відбору потужності	0,975	0,91
Вакуумна система	0,995	0,98
<i>В тому числі:</i>		
Вісь заслонки	0,996	0,985
Заслонка	0,991	0,97
Вакуумний затвор	0,99	0,93
Цистерна	0,991	0,94
Бак для піноутворювача	0,98	0,87

1	2	3
Базове шасі	0,994	0,961
Двигун та його система	0,99	0,96
Зчеплення	0,98	0,91
Глушник	0,99	0,96
Вихлопні труби	0,988	0,95

Середній наробіток до відмови однієї одиниці пожежної техніки можна визначити за залежністю

$$t_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (3)$$

де t_i – середній термін функціонування i – го конструктивного елемента.

Використовуючи викладені положення з надійності пожежного устаткування, було визначено ймовірність безвідмовної роботи пожежного автомобіля АЦ-40(130)127А, яка складала $R(t_1, t_2) = 0,82$, а ймовірність відмови $F(t_1, t_2) = 0,18$. Крім цього, середній наробіток до відмови привода насосної установки становить $t_{\text{сер}} = 1600 \dots 1700$ год. Такі значення основних показників надійності не відповідають сучасним вимогам до багатофункціональної пожежної техніки [7]. Тому основним напрямком роботи щодо надійності пожежної техніки є удосконалення її конструкції та підвищення значень основних її показників.

Оскільки довговічність - здатність виробу зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі обслуговування та ремонтів і є однією з найважливіших якостей надійності, розглянемо показники надійності в цілому. Показники надійності технічних пристроїв діляться на дві групи: одиничні показники, які характеризують тільки одну якість надійності вибору (наприклад, довговічність) та комплексні – характеризують одночасно дві та більше якості (наприклад, довгочасність та ремонтпридатність). При встановленні вимог до надійності на будь-які вироби, в тому числі і на пожежні автомобілі, вибирають найменш можливе число показників. Цей вибір повинен бути технічно обґрунтований. Відсутність такого обґрунтування може призвести до неправильних рішень при розробці та конструюванні техніки.

Необхідно, щоб показник надійності задовольняв певні вимоги, на основі яких можна зробити висновок, чи є даний показник нормуючим. За цим показником при розробці виробу будуть порівнювати та вибирати його конструктивні варіанти, а також контролювати досягнутий рівень надійності серійного зразка.

Кількісні та якісні вимоги до надійності, спрямовані на забезпечення необхідного рівня працездатності при мінімальних витратах в процесі експлуатації, повинні містити в собі сукупність групових, індивідуальних показників та норм надійності (під групувою нормою розуміють показник надійності усіх виробів даного типу (виду, марки, моделі); під індивідуальною нормою розуміють показник надійності одиничного виробу).

До групових показників надійності пожежних автомобілів належать: коефіцієнти оперативної готовності, ймовірність безвідмовної роботи за визначений період напрацювання, середній строк служби до списання, середній час відновлення (середня оперативна трудомісткість ТО та ремонту).

До індивідуальних показників відносять "встановлене безвідмовне напрацювання", "встановлений строк служби". Сукупність індивідуальних показників надійності з груповими, наприклад, встановленого безвідмовного напрацювання з ймовірністю безвідмовної роботи, показує їх різницю залежно від призначення, області використання, можливості контролю. Групові показники надійності, на відміну від індивідуальних, застосовуються для оцінки ймовірних характеристик надійності кожного виробу.

Таким чином, введення індивідуальних показників забезпечує потрібний рівень

надійності кожного виробу, стабілізує цей рівень всією генеральною сукупністю та підвищує відповідальність виробника за забезпечення цього рівня.

При регламентації чисельних значень показників надійності багатофункціональної пожежної техніки слід притримуватися поданих нижче рекомендацій.

1. Значення показників надійності встановлюють з урахуванням досягнутого рівня та виявлених тенденцій їх підвищення в вітчизняних та закордонних аналогах, опираючись на результати науково-дослідних та експериментально-конструкторських робіт та техніко-економічні можливості промисловості.

2. Норма встановленого безвідмовного напрацювання повинна бути: для не регульованих виробів - не менше напрацювання за гарантійний строк експлуатації; для регульованих виробів - не менше напрацювання між двома плановими технічними діями (ГО, перевірками та ін.), а для виробів циклічного застосування – напрацювання за цикл використання виробу циклічного застосування.

3. Значення встановленого ресурсу виробу повинно бути не меншим за його величину, визначену для встановленого строку служби з урахуванням планових простоїв.

4. Встановлений строк служби виробу повинен бути не меншим за строк, що визначається нормою амортизаційних відрахувань.

5. Норми параметрів надійності повинні бути не нижчі за встановлені директивними документами, крім цього, вони повинні бути узгоджені з нормами показників надійності складових частин.

Враховуючи закономірності розподілу відмов та умови експлуатації, можна зробити висновок, що ретельний аналіз основних видів відмов та причин їх усунення – шлях до підвищення та максимального забезпечення надійності багатофункціональної пожежної техніки. Розглядаючи сучасний стан цієї проблеми, розуміємо, що необхідно продовжувати роботу у цьому напрямку: розробити моделі поступових і раптових відмов; дослідити надійність складних систем багатофункціональної пожежної техніки; провести розрахунок схемної і параметричної надійності складних систем і, як кінцевий результат, – прогнозування надійності.

Отримані дані потребують подальшого удосконалення з використанням результатів експериментальних досліджень, що сприятиме підвищенню надійності пожежної техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пожарная техника. Под редакцией М.Д. Безбородько. М.:1989. - 335 с.*
2. *Машины и аппараты пожаротушения. Под редакцией Н.Ф. Бубыря. М.: 1972. -528 с.*
3. *Пожарная техника. Каталог-справочник. Изд. ЦНИИТЭстроймаш, 1970.*
4. *Авдонькин Ф.Н. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. Изд. Саратовского университета, 1973, 192 с.*
5. *Базовский И.Н. Надежность, теория и практика. М., «Мир», 1975. 373 с.*
6. *ДСТУ 2860-94. Показники надійності.*
7. *Державні стандарти України (збірник). Пожежна безпека. Продукція протипожежного призначення. Київ, 2000.*