

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ПУНКТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОТОКУ ЇХ ВІДМОВ

У статті представлені емпіричні залежності параметру потоку відмов, з використанням яких встановлена його нерівномірність протягом календарного року експлуатації автомобільних транспортних засобів, що обумовлює перевантаженість та недостатню ефективність функціонування пунктів технічного обслуговування та ремонту. Запропоновано нові аналітичні залежності розрахунку завантаженості вказаних пунктів з урахуванням тенденції зміни параметру потоку відмов автомобільних транспортних засобів.

Ключові слова: автомобільний транспортний засіб, потік відмов, пункт технічного обслуговування.

В статье представлены эмпирические зависимости параметра потока отказов, с использованием которых установлена его неравномерность в течение календарного года эксплуатации автомобильных транспортных средств, что обуславливает перегруженность и недостаточную эффективность функционирования пунктов технического обслуживания и ремонта. Предложены новые аналитические зависимости расчета загрузки указанных пунктов с учетом тенденции изменения параметра потока отказов автомобильных транспортных средств.

Ключевые слова: автомобильное транспортное средство, поток отказов, пункт технического обслуживания.

The article presents empirical parameter depending on the flow of failures with which it established irregularity during the calendar year of operation of motor vehicles, causing congestion and lack of efficiency of the points of maintenance and repair. A new analytical calculation based load these points based on trends in the flow of failures motor vehicles.

Keywords: motor vehicle, flow failures, technical point of service

Вступ. Оперативно-службова діяльність сучасних органів охорони державного кордону (ООДК) передбачає широке застосування транспортних засобів (ТЗ) найбільш чисельною групою яких є автомобільні транспортні засоби (АТЗ). Застосування АТЗ в системі охорони державного кордону (ОДК) підвищує оперативність реагування на обстановку, що виникає на державному кордоні, дає можливість збільшувати щільність охорони кордону, за рахунок маневру та зосередження основних зусиль на більш небезпечних ділянках кордону. Разом із тим, як показують результати проведених досліджень, реальні умови експлуатації та інтенсивність використання АТЗ обумовлюють нерівномірність потоку їх відмов, що приводить до зниження рівня готовності цих засобів до використання за призначенням. Так, в окремих сезонних періодах експлуатації рівень коефіцієнта технічного використання АТЗ підрозділів охорони кордону знижується до 0,65-0,7, що обумовлюється плануванням роботи ремонтних підрозділів ООДК без урахування сезонної нерівномірності потоку відмов [1]. Дані обставини обумовлюють необхідність раціоналізації планування пропускнуої спроможності пунктів технічного обслуговування та ремонту (ПТОР) ООДК з урахуванням сезонної варіації потоку відмов.

Проведений аналіз існуючих у даній предметній області робіт відомих вчених показав, що існуючі методики розрахунку пропускнуої здатності ПТОР різноманітного призначення вплив сезонної варіації інтенсивності та умов використання АТЗ, а відповідно, і сезонної нерівномірності потоку відмов, спроможні врахувати недостатньо повно [2]. Таким чином, положення, що склалось в теорії та практиці організації профілактично-відновлювальних заходів (ПВЗ) АТЗ обумовлює необхідність визначення механізму дії чинників сезонного впливу на безвідмовність АТЗ ООДК та раціонального розподілу робіт технічного обслуговування та ремонту при нерівномірності потоку їх відмов.

Постановка завдання. Для раціонального розподілу робіт технічного обслуговування та ремонту АТЗ ООДК, з метою забезпечення потрібного рівня готовності до використання за призначенням протягом календарного року, необхідно встановлення закономірностей впливу чинників сезонної варіації на рівень потоку їх відмов. Встановлення закономірностей зміни параметру потоку відмов протягом календарного року, з урахуванням чинників сезонної варіації, дозволить провести раціональний розподіл завантаженості ПТОР ООДК.

Основний зміст. Відповідно до постановки завдання визначено перелік чинників сезонної варіації та побудовані рівняння регресії, статистичні характеристики та параметри яких розраховані з використанням програмного середовища «MATCAD». При цьому тіснота парних кореляційних зв'язків між чинниками і функціями відгуку оцінювалася по величині коефіцієнтів парної кореляції, значущість коефіцієнтів кореляції перевірялася по критерію Ст'юдента. Адекватність математичних моделей оцінювалася по критерію Фішера і середній помилці апроксимації $\bar{\varepsilon}$. Для оцінки впливу чинників на функцію відгуку розраховані коефіцієнти еластичності і коефіцієнти впливу. З реалізацією даних процедур отримані емпіричні розрахункові залежності дії чинників сезонної варіації на параметр потоку відмов [3]. На підставі проведеного кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що на параметр потоку відмов двигунів і автомобілів в цілому, в основному, впливають температура повітря і частка днів з опадами, що описується двофакторними моделями. Дані моделі для автомобіля УАЗ-3151 та його елементів представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Емпіричні залежності впливу температури повітря та долі днів з опаданнями на параметр потоку відмов автомобіля УАЗ-3151

Чинники сезонної варіації	Емпірична залежність	№ форм.
Вплив температури повітря на параметр потоку відмов роздавальних коробок, 1/1000км	$\omega_{PK} = 0,034 \cdot e^{-0,028 \cdot t}$	(1)
Вплив температури повітря на параметр потоку відмов ведучих мостів, 1/1000км	$\omega_{PK} = 0,027 \cdot e^{-0,026 \cdot t}$	(2)
Вплив відносної вологості повітря на параметр потоку інших відмов, 1/1000км	$\omega_{in} = 0,018 \cdot e^{0,04 \cdot B}$	(3)
Вплив коефіцієнта опору коченню на параметр потоку відмов рульових управлінь, 1/1000км	$\omega_{PY} = 0,011 \cdot e^{31 \cdot f}$	(4)
Параметр потоку відмов двигуна, 1/1000км	$\omega_{\partial e} = 0,014 + 0,000015 \cdot (t - 7.1)^2 + 0,0011 \cdot e^{6,1 \cdot D}$	(5)
Параметр потоку відмов автомобіля УАЗ-3151, 1/1000км	$\omega_{авт} = 0,042 + 0,000032 \cdot (t - 5.0)^2 + 0,0018 \cdot e^{7,6 \cdot D}$	(6)

Графік що отриманий за емпіричною залежністю (6) побудований графік функції що представлений на рис. 1.

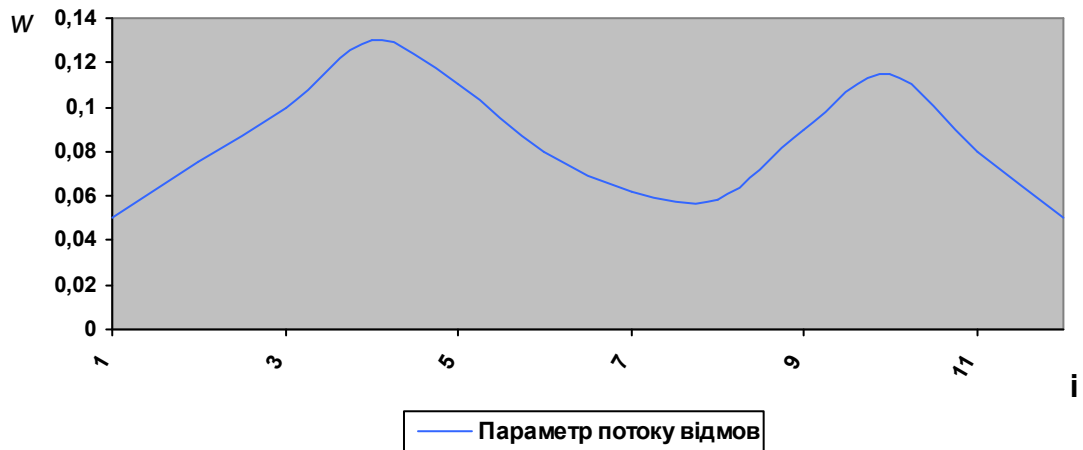


Рис. 1. Графік функції параметру потоку відмов автомобіля УАЗ-3151

Таким чином, як видно з рис. 1, тенденція зміни параметру потоку відмов АТЗ протягом календарного року характеризується нерівномірністю даного потоку. Зріст досліджуваного параметру спостерігається в січні-квітні і жовтні-грудні. Саме в ці періоди планується проведення сезонних та планових видів технічного обслуговування. Даними обставинами пояснюється перевантаженість ПТОР в ці періоди та значний час простою, що викликаний очікуваннями, як у проведеннях планових, так і позапланових ПВЗ, що обумовлює низькі значення коефіцієнта технічного використання: 0,65-0,7 в ці сезонні періоди експлуатації, що вкрай негативно відображається на виконанні завдань прикордонними підрозділами. Дана ситуація обумовлює необхідність раціонального розподілу робіт з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів ООДК з урахуванням сезонної нерівномірності потоку їх відмов.

Для розрахунку потужностей ПТОР ООДК, як правило, враховуються середньорічні показники завантаженості для проведення технічних обслуговувань в об'ємах ТО-1, ТО-2 та поточних ремонтів [5]. При цьому завантаженість ПТОР, щодо проведення позапланових ремонтів врахована шляхом використання коефіцієнта нерівномірності поступлення АТЗ в ремонт, що виражається наступною залежністю:

$$S_{\Sigma i} = S_{TO_i} + S_{ID} \cdot \varphi, \quad (7)$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності поступлення АТЗ в ремонт.

Врахування завантаженості ПТОР використанням коефіцієнта нерівномірності поступлення АТЗ в ремонт є усередненим і не враховує сезонної напруженості завантаження, що обумовлена сезонним зростанням параметру потоку відмов. Дана обставина свідчить про необхідність розрахунку завантаження ПТОР з урахуванням тенденції зміни параметру потоку відмов, що аналітично представлено наступним виразом:

$$S_{\Sigma}(\omega_i) = S_{TO_i} + S_{ID} \cdot \varphi(\omega_i), \quad (8)$$

де $\varphi(\omega_i)$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення техніки в i -тому місяці.

При цьому сумарне місячне навантаження ПТОР з урахуванням статистичних даних по розподілу трудомісткості на проведення технічного обслуговування в ООДК та розрахованих коефіцієнтів нерівномірності поступлення АТЗ в ремонт (за рахунок нерівномірності розподілу потоку відмов протягом року) розраховується за формулою:

$$S_{\Sigma}(\omega_i) = S_{TO-1_i} + S_{TO-2_i} + S_{ID} \cdot \varphi(\omega_i), \quad (9)$$

де S_{TO-i} – сумарне статистичне навантаження на ПТОР для проведення технічного обслуговування в об’ємі ТО-1 в i -му місяці, люд. год;

S_{TO-2i} – сумарне статистичне навантаження на ПТОР для проведення технічного обслуговування в об’ємі ТО-2 в i -му місяці, люд. год;

Результати розрахунку сумарного місячного навантаження ПТОР з урахуванням статистичних даних по розподілу трудомісткості на проведення технічного обслуговування в ООДК та розрахованих коефіцієнтів нерівномірності поступлення техніки приведені на рис. 2.

З рис. 2 наочна перевантаженість ПТОР ООДК протягом лютого-травня та жовтня грудня, що обумовлює доцільність вивільнення в ці місяці потужностей для проведення позапланових ПВЗ, за виключенням сезонного обслуговування. При цьому планові види ТО і Р доцільно планувати в інші місяці року шляхом корегування щомісячної витрати ресурсу та його раціонального перерозподілу серед АТЗ певної групи експлуатації. Для цього, введено коефіцієнт нерівномірності щомісячної витрати ресурсу, що показує, наскільки відрізняється місячний обсяг витраченого (запланованого) ресурсу від середньомісячного на календарний рік:

$$\hat{E}_s = \frac{L_i}{L_{\text{сеп}}}, \quad (10)$$

де L_i – обсяг витраченого (запланованого) ресурсу в i -тому місяці;
 $L_{\text{сеп}}$ – середньомісячний обсяг ресурсу на календарний рік.



Рис. 2. Графіки розподілу статистичного, усередненого та статистичного з урахуванням нерівномірності розподілу потоку відмов, завантаження ПТОР

Очевидно, що в періоди, коли очікується збільшення завантаженості ПТОР, необхідно уповільнювати інтенсивність витрати ресурсу всієї техніки. Це можна зробити збільшивши витрату ресурсу певної, невеликої частини АТЗ, при цьому зберігаючи ресурс більшої частини, що дасть можливість зменшити завантаженість ПТОР на певний календарний період експлуатації. Безпосередньо корегування витрати місячного ресурсу потрібно проводити по прогнозованій завантаженості ПТОР на поточний місяць $S_2(\omega_i)$. Якщо, розглядати коефіцієнт нерівномірності щомісячної витрати ресурсу, як величину

прямопропорційну інтегралу завантаженості ПТОР на поточний місяць, то можна записати:

$$K_i = \int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} S_{\Sigma}(\omega_i) d\omega . \quad (11)$$

Із визначення коефіцієнт нерівномірності щомісячної витрати ресурсу:

$$L_i = L_{\text{н\ddot{a}д}} \cdot \int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} S_{\Sigma}(\omega_i) d\omega . \quad (12)$$

Сутність даного підходу полягає в тому, що при збільшенні потоку відмов необхідно зменшувати витрату ресурсу всієї техніки за рахунок максимального завантаження певної її частини, яка має більший ресурс до проведення планових видів ТО і Р.

Так стосовно автомобіля (УАЗ-3151) за рахунок перерозподілу щомісячної витрати ресурсу та проведення планових видів ТО і Р протягом червня-жовтня вдалося збалансувати завантаженість ПТОР Львівського ООДК шляхом зниження завантаженості в сезонні періоди збільшення потоку відмов, в середньому, на 12-16%, що обумовило зменшення простоїв в очікуванні, як планових, так і позапланових ТО і Р на 10-14% та збільшити рівень експлуатаційної надійності за значенням коефіцієнта технічного використання до 0,85-0,95, що перевищує існуючі значення, в середньому, на 25-30%.

Висновки. Таким чином, в даній статті у систематизованому вигляді представлені емпіричні залежності параметру потоку відмов АТЗ від впливу чинників сезонної варіації. З використанням даних залежностей встановлена нерівномірність тенденції параметру потоку відмов протягом календарного року експлуатації, що обумовлює перевантаженість та недостатню ефективність функціонування ПТОР ООДК в окремі періоди сезонної експлуатації АТЗ. Для підвищення ефективності функціонування ПТОР запропоновано його річну завантаженість розподіляти з урахуванням тенденції зміни параметру потоку відмов, що показано аналітично. В ході проведених експериментальних досліджень встановлено, що розподілу робіт технічного обслуговування та ремонту АТЗ ООДК з урахуванням нерівномірності потоку їх відмов створюють можливості підвищення рівня експлуатаційної надійності за значенням коефіцієнта технічного використання, в середньому, на 25-30%, при зниженні завантаженості в сезонні періоди збільшення потоку відмов, в середньому, на 12-16%, за рахунок управління витратою ресурсів АТЗ для проведення ПВЗ, при цьому досягнуто зменшення простоїв в очікуванні, як планових, так і позапланових ТО і Р на 10-14%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика оцінки ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки Державної прикордонної служби України. Звіт про НДР / Науково-дослідний інститут ДПСУ - №204-0001 "ТО і Р". – Хмельницький, 2004. – 130 с.
2. Формалізоване подання впливу умов використання автомобільних транспортних засобів органів охорони державного кордону на рівень їх безвідмовності. //Збірник наукових праць Військового інституту Київського Національного у-ту ім. Т.Шевченка, Випуск №17. – К. ВІКНУ, 2009. – С.21-26.
3. Обґрунтування узагальненої моделі формування та корегування рівня безвідмовності автомобільних транспортних засобів в змінних умовах і інтенсивності використання // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького.- Хмельницький, 2009. – №47. – II частина. – 220 с.
4. Формування виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник /В.Є. Канарчук, І.П. Курніков, Ю.Ф. Савін, С.І. Андрусенко. – К., 1994. – 140 с.
5. Левковець Петро Романович, Левківський Олександр Петрович. Управління проектами виробництва і технічної експлуатації автотранспортних засобів: монографія. – К. : НТУ, 2006. – 142с.

Рецензент: д.тех.н., доц. Лисий М.І.