

УДК 629.7.083.02

КОШОВНИК В.А., старший науковий співробітник

МАКАРОВ І.М., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

ФОКІН С.О., старший науковий співробітник

ОЦІНКА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ (ВАТ)

*У статті розглядаються основні показники,
що характеризують ремонтпридатність ВАТ*

Найважливішою характеристикою ВАТ, що визначає витрати праці, часу й вартості її технічного обслуговування та ремонту (ТОР), є ремонтпридатність.

“Ремонтпридатність об’єкта є властивість конструкції об’єкта бути пристосованим до технічного обслуговування й ремонту, що здійснюється для підтримання та відновлення стану об’єкта, в якому він здатний виконувати потрібні функції, та ресурсу” [1].

Виходячи з цього, ремонтпридатність об’єкта складається з придатності до технічного обслуговування та з придатності до власне ремонту, кожна з яких характеризується так званою технологічністю при технічному обслуговуванні (ТО) та при ремонті.

Технологічність виробів ВАТ при ТО – це властивість їх конструкції бути пристосованою до робіт, що виконуються при ТО у процесі застосування та зберігання: підтримка виробів у справному стані; забезпечення їх використання із заданим рівнем показників ефективності; зниження рівня погіршення технічного стану; контроль працездатності [2].

Технологічність виробів ВАТ при ремонті – це властивість конструкції виробів та їх конструктивних складових (деталей, складальних одиниць тощо) бути пристосованими до робіт, що здійснюються для відновлення працездатності та ресурсу [2].

До оцінок ремонтпридатності виробів ВАТ належать [3]: доступність, контролепридатність, агрегатування, легkozнімність, взаємозамінність, блочність (панелювання), зонність, відновлюваність деталей та вузлів, стан уніфікації та стандартизації.

1. Доступність – це властивість конструкції виробу, яка характеризує можливість виконувати технологічні операції при ТОР за мінімальними витратами часу на забезпечення необхідного робочого простору в зоні роботи.

Доступність для кожного складника виробу буде різною і характеризується коефіцієнтом доступності $K_{\partial i}$, що визначається за формулою:

$$K_{\partial i} = \frac{t_{oni}}{\sum t_i}, \quad (1)$$

де t_{oni} – трудомісткість виконання самої технологічної операції; $\sum t_i = t_{oni} + t_{\partial od.}$ – загальна трудомісткість; $t_{\partial od.}$ – додаткова трудомісткість із забезпечення необхідного робочого простору в зоні роботи.

2. Контролепридатність – це властивість конструкції виробів бути пристосованими до виконання діагностичних операцій із застосуванням засобів об’єктивного контролю при мінімальному обсязі підготовчо-допоміжних робіт.

Оцінкою контролепридатності є коефіцієнт контролепридатності K_{kn} , що визначається за формулою:

$$K_{kn} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{kni} t_{ki}}{\sum_{i=1}^n t_{ki}}, \quad (2)$$

де K_{kni} – коефіцієнт контролепридатності i -го складника виробу; t_{ki} – трудомісткість діагностичних операцій i -го складника виробу; n – кількість складників виробу.

Примітка 1. Коефіцієнт контролепридатності розраховується тільки для робіт, пов’язаних з дефектацією.

Коефіцієнт контролепридатності i -го складника виробу K_{kni} визначається за формулою:

$$K_{kni} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m t_{\partial on.i}}{\sum_{i=1}^m t_{ki}}, \quad (3)$$

де $t_{\partial on.i}$ – трудомісткість допоміжних робіт; t_{ki} – трудомісткість дефектації i -го складника; m – кількість елементів складника, що діагностується.

3. Агрегування – це можливість розстикування виробу з мінімальними витратами на складові частини, для яких можливий автономний ремонт.

Агрегування оцінюється коефіцієнтом агрегування (розстикування) K_a , який визначається за формулою:

$$K_a = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m t_{\partial on.i}}{\sum_{i=1}^m (t_{ci} + t_{ki} + t_{\partial on.i})}, \quad (4)$$

де t_{ci} , t_{ki} – трудомісткість розстикування (стикування) силових вузлів та комунікацій у i -му стику; $t_{\partial on.i}$ – трудомісткість допоміжних робіт при розстикуванні (стикуванні) i -го стику; m – кількість стиків між основними складниками виробу.

4. Легкознімність – властивість конструкції виробу, яка характеризується кількістю та типом кріпильних елементів, що використовуються для з’єднання чи

фіксації складників виробу.

Легкознімність оцінюється коефіцієнтом легкознімності $K_{лj}$, що визначається по системах окремо для демонтажу й монтажу складників виробу по формулі:

$$K_{лj} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n t_{zi}}{\sum_{i=1}^n (t_{zi} + t_{don.i})}, \quad (5)$$

де t_{zi} – трудомісткість роз'єднання (з'єднання) усіх елементів, що фіксують і-й агрегат системи; $t_{don.i}$ – трудомісткість усіх допоміжних робіт, необхідних для забезпечення демонтажу (монтажу) і-го агрегату системи; n – кількість агрегатів системи, що демонтуються; j – індекс (порядковий номер) системи.

У цілому для виробу цей коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_{л} = \frac{\sum_{j=1}^m K_{лj} t_j}{\sum_{j=1}^m t_j}, \quad (6)$$

де t_j – загальна трудомісткість з урахуванням допоміжних робіт демонтажу (монтажу) усіх складників j -ї системи.

5. Взаємозамінність – це можливість заміни складників виробу із збереженням характеристик функціонування без виконання підгінно-регулювальних та інших допоміжних робіт.

Взаємозамінність оцінюється коефіцієнтом взаємозамінності за формулою:

$$K_{вз} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{взи} t_{zi}}{\sum_{i=1}^n t_{zi}}, \quad (7)$$

де t_{zi} – трудомісткість усіх операцій по заміні складників виробу; n – кількість складників; $K_{взи}$ – коефіцієнт взаємозамінності, розрахований для i -ї системи по формулі:

$$K_{взи} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m t_{npj}}{\sum_{j=1}^m t_j}, \quad (8)$$

де t_j – загальна трудомісткість заміни j -го елемента системи; t_{npj} – трудомісткість підгінно-регулювальних робіт при заміні j -го елемента системи; m – кількість елементів системи.

6. Блочність (панелювання) – це зведення низки агрегатів, виконуючих близькі

чи суміжні функції, в об'єднані блоки, панелі, що характеризуються загальними корпусними деталями, вузлами кріплення й стиками комунікацій.

Блочність характеризується коефіцієнтом блочності, який визначається по формулі:

$$K_{\delta} = \frac{n_{\delta}}{n}, \quad (9)$$

де n_{δ} – кількість агрегатів, об'єднаних у блоки, панелі; n – загальна кількість агрегатів.

7. Зонність – це упорядкованість розміщення агрегатів по зонах, що передбачає розташування в кожній із зон агрегатів мінімального числа систем.

Зонність характеризується коефіцієнтом зонності, що визначається по формулі:

$$K_z = \frac{n}{N}, \quad (10)$$

де n – кількість агрегатів; N – кількість зон, в яких знаходяться агрегати.

Примітка 2. Під зоною розуміється замкнений простір у середині літального апарата, обмежений обшивкою, шпангоутами, панелями тощо, доступ в який забезпечується через люки, стулки, панелі тощо, що розкриваються.

8. Відновлюваність деталей та вузлів – це властивість деталей, вузлів бути відновленими при ремонті.

Відновлюваність оцінюється коефіцієнтами по агрегатам систем виробу, які виражаються через відношення трудомісткості відновлення $t_{\delta i}$ до загальної трудомісткості t_i чи через відношення кількості відновлюваних деталей $q_{\delta i}$ до їх загальної кількості в системі q_i :

$$K_{1\delta i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n t_{\delta i}}{\sum_{i=1}^n t_i}; \quad (11)$$

$$K_{2\delta i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n q_{\delta i}}{\sum_{i=1}^n q_i}. \quad (12)$$

Для виробу в цілому ці коефіцієнти визначаються за формулами:

$$K_{1\delta} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m K_{1\delta j} t_j}{\sum_{j=1}^m t_j}; \quad (13)$$

$$K_{2\epsilon} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m K_{2\epsilon j} q_j}{\sum_{j=1}^m q_j}, \quad (14)$$

де $K_{\epsilon j}$ – коефіцієнт відновлюваності j -ї системи; t_j – загальна трудомісткість ремонту j -ї системи; q_j – загальна кількість третювих та зношуваних пар в j -й системі; m – кількість систем.

9. Стан стандартизації та уніфікації оцінюється коефіцієнтом уніфікації, що розраховується за формулою:

$$K_y = \frac{n_{\text{нок.}}}{n}, \quad (15)$$

де $n_{\text{нок.}}$ – кількість покупних агрегатів виробу; n – загальна кількість агрегатів виробу.

Примітка 3. До числа $n_{\text{нок.}}$ не входять агрегати, що виготовляються за кооперацією по кресленнях заводу-виробника виробу.

Примітка 4. Під уніфікацією розуміється зведення до оптимального мінімуму кількості однакових за функціональним призначенням агрегатів.

Надані вище показники є якісними оцінками ремонтпридатності об'єкта в цілому. Їх значення можуть бути визначені з характеристики виробу, як об'єкта ремонту.

До кількісних показників ремонтпридатності належать оперативні показники (середня та питома трудомісткість ремонту, середня тривалість ремонту) та економічні показники (середня та питома вартості ремонту).

1. Середня трудомісткість ремонту T_p розраховується за формулою:

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}, \quad (16)$$

де T_i – фактична трудомісткість ремонту i -го виробу; n – кількість відремонтованих виробів за розглядуваний період.

Звичайно приймають $i = 5$.

2. Питома трудомісткість ремонту \bar{T}_p розраховується за формулою:

$$\bar{T}_p = \frac{T_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\sum_{i=1}^n t_i}, \quad (17)$$

де t_i – напрацювання i -го виробу при надходженні в ремонт; $t_{\text{сер}}$ – середнє напрацювання відремонтованих виробів при надходженні в ремонт.

3. Середня тривалість ремонту τ розраховується за формулою:

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}, \quad (18)$$

де τ_i – оперативна тривалість ремонту i -го виробу; n – кількість відремонтованих виробів.

Примітка 5. До τ_i не включаються усі види організаційних простоїв, перерв технологічного процесу через відсутність матеріалів, запасних частин тощо.

4. Середня вартість ремонту C_p розраховується за формулою:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}, \quad (19)$$

де C_i – вартість ремонту i -го виробу; n – кількість відремонтованих виробів.

5. Питома вартість ремонту $\overline{C_p}$ розраховується за формулою:

$$\overline{C_p} = \frac{C_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{t_i}, \quad (20)$$

де t_i – напрацювання i -го виробу при надходженні в ремонт.

Значення оперативних та економічних показників (формули 16 – 20) для однакових виробів на різних авіаційних ремонтних підприємствах будуть різними. Це залежить від виробничо-технічної бази та організації технологічного процесу ремонту на підприємстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. –К.: Держстандарт України. –92с.
2. Ремонтпригодность машин/ Под ред. П. Н. Волкова. –М.: Машиностроение, 1975. –368с.
3. Выпуск №4957 “Оценка ремонтпригодности летательных аппаратов на этапе их ремонта в АРП ВВС”. Методическое пособие, 1983. –52с.

Надійшла до редакції 29.10.2010