

УДК 623.4.01

Є.Ю. Ленко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ОБ'ЄКТІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ПРОВЕДЕННЯ КАПІТАЛЬНИХ РЕМОНТІВ

У статті надано аналіз особливостей експлуатації об'єктів озброєння та військової техніки протягом останніх 15 років. Обґрунтовано підхід, що дозволяє враховувати вплив тривалості зберігання об'єктів авіаційної техніки на зміну експлуатаційних характеристик. Досліджена можливість використання моделі надійності для корекції планування капітальних ремонтів вертолітних двигунів.

Ключові слова: авіаційний двигун, надійність, тривале зберігання, капітальний ремонт.

Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури. Протягом останніх 5 – 15 років експлуатація об'єктів озброєння і військової техніки (ОВТ) здійснюється в умовах нерегулярного застосування їх за призначенням. Низька інтенсивність експлуатації об'єктів ОВТ часто розглядається як чинник, сприяючий вирішенню питання про продовження ресурсу. Проте нерегулярне застосування об'єктів за призначенням, збільшення часу їх простою, може навпроти призводити до зниження показників надійності. У [1 – 3] встановлено, що надійність вертолітних двигунів ГТД-350 при нерегулярному використанні їх за призначенням зменшується, незважаючи на необхідний об'єм і своєчасність виконання робіт по консервації (розконсервації), передбачених регламентом технічної експлуатації. Такий режим експлуатації двигунів є ненормованим і призводить до більш інтенсивного розвитку процесів старіння, зносу, корозії.

Представляється доцільним обґрунтування наукового підходу, що дозволяє враховувати вплив часу зберігання об'єктів на зміну їх експлуатаційних характеристик.

У роботах [4, 5] розглядається модель надійності складної технічної системи (СТС), заснована на графічному представленні зміни показника надійності на різних етапах життєвого циклу об'єкту. Як показник надійності використовується ймовірність безвідмовної роботи. У [6] обґрунтована можливість застосування моделі для прогнозування технічного стану об'єктів авіаційної техніки (АТ) у залежності від умов експлуатації.

Здійснено прогнозування залишкового ресурсу вертолітних двигунів ГТД-350, що експлуатуються в однорідних ненормованих умовах.

Метою цієї статті є дослідження можливості застосування моделі надійності для корекції термінів проведення і об'єму заходів технічного обслуговування, а також для планування капітальних ремонтів СТС з метою прийняття рішення щодо доцільності проведення чергового капітального ремонту.

Основна частина

Відповідно до регламентів технічного обслуговування на авіаційних двигунах (АД) при експлуатації виконуються різні види підготовок, протягом яких проводяться роботи по огляду технічного стану двигуна і по усуненню виявлених несправностей. Перед кожним черговим етапом експлуатації, у тому числі польотом, відбувається відновлення рівня надійності, що знизився протягом попереднього етапу, шляхом усунення виявлених несправностей і виконання регламентованих робіт, спрямованих головним чином на усунення порушень герметичності, розрегулювань. Проте, при підготовці двигуна до польоту не можуть бути усунені наслідки впливу таких чинників зниження рівня надійності, як знос поверхонь, що труться, старіння матеріалів. Основні роботи по усуненню причин, що викликають поступові відмови, проводяться при капітальному ремонті.

Після досягнення часу напрацювання двигуна величини τ_{r1} (рис. 1), коли рівень надійності (ймовірність безвідмовної роботи) знижується до мінімально допустимої величини $R_{доп}$, експлуатація виробу припиняється, він демонтується і прямує на капітальний ремонт. Проводиться повне розбирання двигуна і дефектація його вузлів і систем, на підставі чого замінюється ряд агрегатів і вузлів, що вийшли з ладу або виробили свій ресурс. Нехай кількість замінених елементів при першому ремонті складає величину N_1 , при цьому рівень надійності підвищується до величини R_1 , проте із-за зниження надійності елементів, що залишилися, загальний рівень надійності виробу R_1 менше первинного R_0 . Далі АД знову поступає в експлуатацію і використовується до значення напрацювання τ_{r2} , коли рівень надійності знову знижується до $R_{доп}$. Виконується другий капітальний ремонт АД із заміною N_2 елементів. Кількість замінених елементів при кожному наступному капітальному ремонті зростає $N_1 < N_2 < N_3$. Так повторюється до тих пір, поки відновлення рівня надійності стане недоцільним з технічних або економічних причин.

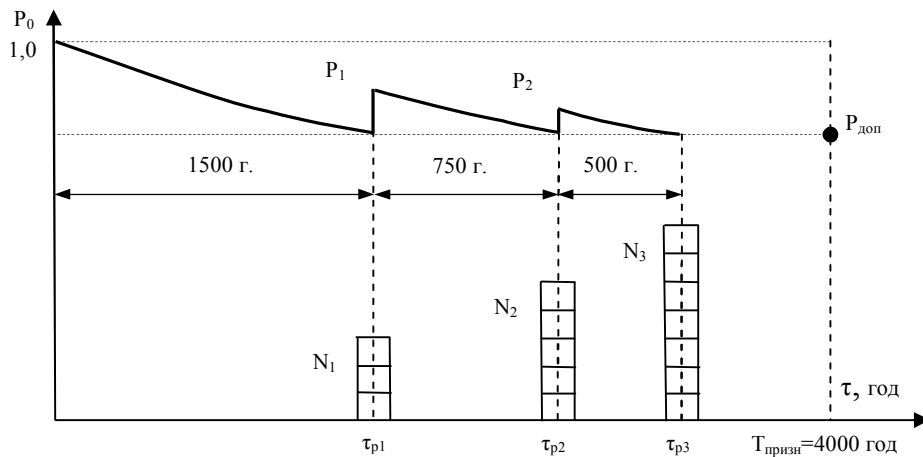


Рис. 1. Планування капітальних ремонтів вертолітного двигуна ГТД-350

Тривале зберігання авіаційного двигуна перед початком застосування за призначенням знижує його надійність унаслідок розвитку процесів старіння. В цьому випадку після початку експлуатації і вироблення двигуном ресурсу до першого ремонту капітальний ремонт, що проводиться, полягатиме в заміні більшого числа елементів $N_{136} > N_1$. Кількість елементів, що підлягають заміні N_{136} , є функцією часу зберігання, що відбувалось до моменту початку експлуатації. Таким чином, відбувається зростання

вартості капітального ремонту за рахунок зростання складової, обумовленої витратами на заміну елементів двигуна. При цьому настання моменту, коли відновлення рівня надійності стане не вигідним, відбудеться раніше і не дозволить повністю використати призначений ресурс $T_{\text{призн}}$. Для дослідження цієї динаміки доцільно розглянути дані (табл. 1) про кількість елементів, замінених при черговому капітальному ремонті з урахуванням часу зберігання двигуна перед експлуатацією.

Таблиця 1

Кількість елементів авіаційного двигуна, що підлягають заміні при капітальному ремонті, у залежності від часу зберігання перед експлуатацією

Перелік елементів, що підлягають заміні	Кількість заміни елементів на 100 об'єктів при тривалості зберігання перед експлуатацією				
	зберігання відсутнє	до 2 років	2 – 5 років	5 – 10 років	більше 10 років
E1	N_{E1}	$k_{1E1} N_{E1}$	$k_{2E1} N_{E1}$	$k_{3E1} N_{E1}$	$k_{4E1} N_{E1}$
E2	N_{E2}	$k_{1E2} N_{E2}$	$k_{2E2} N_{E2}$	$k_{3E2} N_{E2}$	$k_{4E2} N_{E2}$
...
En	N_{En}	$k_{1En} N_{En}$	$k_{2En} N_{En}$	$k_{3En} N_{En}$	$k_{4En} N_{En}$

Оскільки величина міжремонтного ресурсу двигунів одного типу різна і залежить від порядкового номера ремонту, таблиця 1 складається для кожної групи двигунів залежно від величини міжремонтного ресурсу. Величини $N_{E1}, N_{E2}, \dots, N_{En}$ – кількості заміни елементів двигуна E_1, E_2, \dots, E_n відповідно, що здійснюються за відсутності тривалого зберігання перед експлуатацією, розраховані на 100 об'єктів. Коефіцієнти k_{iEj} (як правило $k_{iEj} \geq 1$) відображають динаміку зміни кількості заміни кожного елементу двигуна з урахуванням збільшення часу зберігання.

Аналіз даних про заміни елементів двигунів при капітальних ремонтах дозволяє побудувати залежності коефіцієнтів k_{iEj} від тривалості зберігання двигуна перед експлуатацією $k_{iEj}(t_{36})$.

Тоді, маючи сімейство залежностей $k_{iEj}(t_{36})$, що характеризують збільшення числа заміни кожного елементу двигуна, може бути розглянута цільова фу-

нкція виду

$$k_{iE1}(t_{36})N_{E1}B_{E1} + k_{iE2}(t_{36})N_{E2}B_{E2} + \dots + k_{iEn}(t_{36})N_{En}B_{En} < B_{кр},$$

де $B_{E1}, B_{E2}, \dots, B_{En}$ – вартості заміни елементів двигуна E_1, E_2, \dots, E_n відповідно; $B_{кр}$ – критичне значення вартості ремонту двигуна, при перевищенні якого ремонт стає недоцільним.

Зростання кількості елементів, що підлягають заміні при черговому капітальному ремонті (N_{136}, N_{236}), збільшує загальні витрати на ремонт. Таким чином, стає можливим прогнозувати ситуацію (рис. 2), коли витрати на проведення планованого капітального ремонту $B_{36}(\tau)$ перевищать допустиму величину $B_{кр}$ раніше призначеного терміну $\tau_{\text{призн}}$, що повинен відповідати розрахунковому графіку $B(\tau)$. Це дає підстави приймати рішення про доцільність проведення ремонту (списання АД).

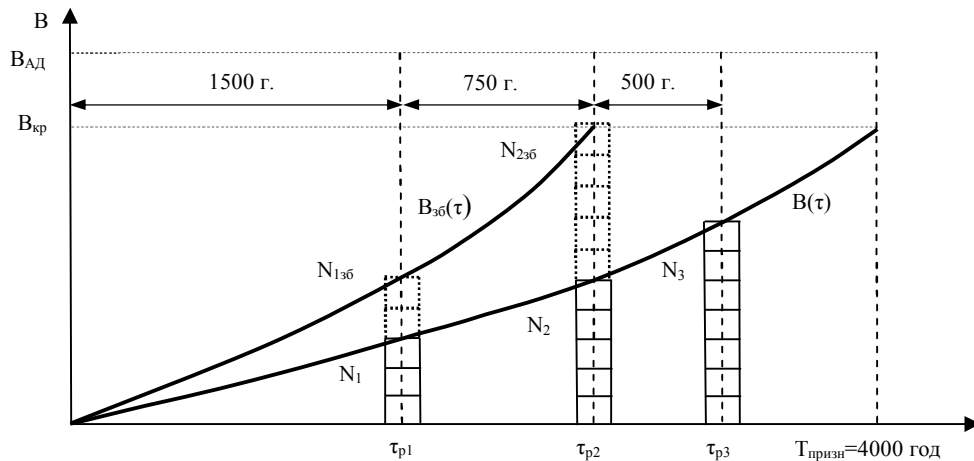


Рис. 2. Витрати на проведення капітальних ремонтів вертолітних двигунів ГТД-350

Разом із зростанням витрат, збільшення кількості заміни елементів призводить до зростання часу, що витрачається на проведення капітального ремонту. Виникає необхідність корекції переліку і кількості елементів, наявність яких обов'язкова для планування ремонту. Таким чином, зменшується коефіцієнт технічного використання об'єкту.

Висновок

Таким чином, у статті розроблений підхід до вирішення наукової задачі оцінки впливу тривалості зберігання об'єктів ОВТ на зміну експлуатаційних характеристик. Досліджена можливість застосування моделі надійності для корекції термінів проведення і об'єму робіт технічного обслуговування. Обґрунтовано, що модель надійності доцільно використовувати при плануванні капітальних ремонтів вертолітних двигунів, як складних технічних систем, з метою ухвалення рішення про доцільність проведення чергового капітального ремонту.

Список літератури

1. Иленко Е.Ю. Факторы, влияющие на надежность вертолетного двигателя ГТД-350 как сложной технической системы / Е.Ю. Иленко // *Збірник наукових праць ХУ ПС. – X.:* ХУ ПС. – 2005. – № 5(5) – С. 26-29.

2. Анипко О.Б. Эксплуатационный цикл авиационного двигателя как критерий оценки его ресурса / О.Б. Анипко, Е.Ю. Иленко // *Збірник наукових праць ХУ ПС. – X.:* ХУ ПС. – 2006. – №2(8) – С. 4-6.

3. Анипко О.Б. Прогнозирование γ -процентного ресурса вертолетного двигателя на основании данных эксплуатации / О.Б. Анипко, Е.Ю. Иленко // *Интегрированные технологии та энергосбережения: сб. науч. пр. НТУ «ХПИ». – X.:* НТУ «ХПИ». – 2007. – №2 – С. 89-96.

4. Моломин В.П. Модели управления надёжностью авиационной техники / В.П. Моломин. – М.: Машиностроение, 1981. – 199 с.

5. Анипко О.Б. Прогнозирование остаточного ресурса объектов вооружения и военной техники в нерасчетных условиях эксплуатации / О.Б. Анипко, Е.Ю. Иленко // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – X.:* НАКУ «ХАИ». – 2008. – №1(52) – С. 15-20.

6. Анипко О.Б. Остаточный ресурс вертолетных двигателей в нерасчетных условиях эксплуатации / О.Б. Анипко, Е.Ю. Иленко // *Интегрированные технологии та энергосбережения: сб. науч. пр. НТУ «ХПИ». – X.:* НТУ «ХПИ». – 2008. – №2 – С. 118-129.

Надійшла до редколегії 9.11.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Калкаманов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПРОВЕДЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ

Е.Ю. Иленко

В статье дан анализ особенностей эксплуатации объектов вооружения и военной техники на протяжении последних 15 лет. Обоснован подход, позволяющий учитывать влияние времени хранения объектов авиационной техники на изменение их эксплуатационных характеристик. Исследована возможность применения модели надежности для коррекции планирования капитальных ремонтов вертолетных двигателей.

Ключевые слова: авиационный двигатель, надежность, длительное хранение, капитальный ремонт.

INFLUENCE OF SHELF-LIFE OF OBJECTS OF ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE ON REALIZATION OF MAJOR REPAIRS

Ye.yu. Ilenko

In the article the analysis of features of exploitation of objects of armament and military technique is given during the last 15 years. Approach, allowing to take into account influence of shelf-life of objects of aeronautical engineering on the change of their operating descriptions, is reasonable. Possibility of application of model of reliability is investigational for the correction of planning of major repairs of helicopter engines.

Keywords: aviation engine, reliability, protracted storage, major repairs.