

УДК: 623.4.01

Маренко Г.Н.

**МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ
ТЕХНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ БРОНЕТЕХНИКИ
НА ЭТАПЕ ХРАНЕНИЯ**

Академии внутренних войск МВД Украины

Хранение является одним из периодов эксплуатации жизненного цикла БТТ, при котором бронетанковая техника не используется по назначению в течение определенного времени, однако в этот период постоянная боеготовность поддерживается путем способов и средств защиты от воздействия факторов внешней среды и комплекса организационно-технических мероприятий.

Такой комплекс, как правило, включает:

- постановку на хранение, обслуживание в процессе хранения согласно установленным срокам;
- контроль технического состояния и качества проводимых работ; принятие мер по устранению обнаруженных недостатков;
- создание условий для обеспечения качественного хранения и обслуживания техники.

При постановке на хранение машины могут быть законсервированы двумя методами:

1. без герметизации;
2. с герметизацией и использованием влагопоглотителя.

Машины длительного хранения с закрытыми бронекорпусами ставятся на хранение в хранилищах с герметизацией способом «получехол» или «заклейка». В остальных случаях машины длительного хранения содержатся на открытых площадках или под навесом, загерметизированным способом «кокон».

Опыт хранения техники [5] свидетельствует о необходимости обеспечения длительного хранения на основе автоматизированных средств, в частности автоматизированной системы контроля и управления параметрами воздуха, вместе с высоконапорной установкой осушения воздуха, которыми обеспечиваются технологические линии группового хранения БТВТ.

Потребные затраты на обеспечение сохраняемости при длительном хранении чрезмерно велики. Именно в этой связи весьма важным представляется прогнозирование уровня сохраняемости на разных временных этапах, что и определяет рациональные сроки хранения.

Обеспечить сохраняемость объектов бронетехники, насыщенных сложными устройствами, системами, комплексами, узлами и агрегатами, возможно лишь на основе внедрения перспективных технологий хранения, базирующихся на применении защитных средств – осушенного воздуха, инертных газов, вакуума. Известные технологии [5], базирующиеся на других способах менее эффективны.

Защитные среды выбираются в зависимости от назначения объекта, конструктивного исполнения и габаритов.

Для крупногабаритных объектов к которым относятся танки, БМП и БТР наиболее перспективной является технология с применением осушенного воздуха (влажность 40–60 %).

Технически применения автоматизированных комплексов для этих объектов не представляет трудностей.

Объекты БТТ относятся к сложным техническим системам, поэтому и исследования по надежности этих машин должны проводиться с учетом того, что в них присутствуют механические и радио-электронные системы, узлы и агрегаты.

Имеющиеся довольно обширные и многолетние исследования надежности танков, БМП, БТР и тягачей, связаны с их функционированием, благодаря чему имеются достаточно достоверные данные о надежности при совершении марша, надежности функционирования СУО в целом и отдельных ее элементов, надежности двигателя и его подсистем.

В тоже время отсутствуют данные о сохраняемости машин при сроках хранения более 10 лет.

Применительно к элементной базе и РЭА имеются обширные исследования по надежности и ее обеспечению в процессе эксплуатации [3,8,9,10]. Причем можно сказать, что на современном этапе путем достижения совершенного уровня технологии надежность РЭА уже не вызывает принципиальных проблем, поскольку сроки службы элементной базы в несколько раз превосходят периоды морального старения и этапов миниатюризации аппаратуры.

С другой стороны, механические системы, особенно элементы находящиеся в напряженном или напряженно-деформированном состоянии характеризуются практически полным отсутствием данных как о допустимых пределах изменения их свойств и характеристик, так и интенсивности этих изменений.

Объекты ВВТ находящиеся на хранении с точки зрения ТО следует отнести к техническим системам с резервом времени. Имеется ряд работ, посвященных резерву времени при проведении ТО [1,2,3,4,5,8]. Наиболее полно исследованы вопросы использования резервов времени при восстановлении работоспособности систем, а также вопросы комплексного использования различных видов избыточности при решении задач оценки и прогнозирования показателей надежности [4,9,10,11].

Однако, известные модели ТО не в полной мере учитывают все многообразие эксплуатационных факторов: режимы эксплуатации, условия, методы резервирования, характеристики контроля технического состояния.

В работах [12,13] решена задача влияния режима эксплуатации на интенсивность исчерпания остаточного ресурса авиационного двигателя. Однако, двигатель является неремонтируемым объектом в войсковых условиях, поэтому в этих работах влияние ТО не рассматривается.

В тоже время при хранении техники не всегда существующими методами контроля технического состояния, возможно, обнаружить потенциально неисправный элемент. Таким образом, считая объект по результатам контроля технического состояния исправным, при вводе в эксплуатацию может произойти отказ, поскольку на самом деле имеется неисправный элемент.

С другой стороны, существует проблема определения причины отказа, т.е. в результате изменений наступивших при хранении. По-видимому, решить эту задачу возможно путем сравнения количества и номенклатуры отказов новых машин и после длительного хранения. Кроме этого, анализ такого сравнения должен приводить к измене-

нию в контроле технического состояния и объемах ТО и работах при вводе в эксплуатацию.

Оценка сохраняемости объектов ВВТ проводится на этапах разработки и серийного производства расчетными, расчетно-экспериментальными и экспериментальными методами.

При оценке сохраняемости экспериментальным методом по статистическим данным приемных испытаний показателями сохраняемости являются [14]:

- средний срок хранения или математическое ожидание срока хранения;
- срок хранения;
- назначенный срок хранения.

При оценке сохраняемости расчетно-экспериментальным методом разрабатывается структурно-функциональная схема сохраняемости объекта, определяется вероятностное уравнение сохраняемости, после чего на основе экспериментальных данных определяются численные значения неизвестных коэффициентов и расчетных показателей, а также данные о климатических условиях.

При реализации такого подхода показателями сохраняемости являются:

- средний срок хранения – основной показатель и дополнительные;
- вероятность сохранения работоспособности;
- коэффициент сохраняемости;
- стоимость разработки, изготовления и использования средств хранения.

К расчетным методам оценки сохраняемости относятся методы оценки по результатам испытаний аналогов и методы основанные на математических моделях.

Показателями оценки сохраняемости при использовании расчетного метода могут быть приведенные показатели, а также комплексный (один или более) показатель сохраняемости, причем задача решается для условия $R_{компл} \geq [R_{компл}^{min}]$.

Обзор и анализ известных работ показывает, что в настоящее время для задач хранения применяются расчетный и расчетно-экспериментальный методы, что обусловлено трудностями построения модели с учетом возраста машины. Однако, именно математическое моделирование представляется наиболее предпочтительным с практической точки зрения, что ставит научную задачу разработки модели хранения как этапа эксплуатации машины с учетом ее возраста.

При этом для обобщенных оценок остаются привлекательными и комплексные показатели, такие как коэффициент технического использования. Его модификации для анализа эксплуатации на этапе хранения и посвящена статья.

Коэффициент технического использования ($K_{ТИ}$) позволяет сопоставить среднее время (математическое ожидание) T функционирования изделия по назначению к общему времени жизни [4];

$$K_{ТИ} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \tau_p + \tau_e + \tau_{xp}}, \quad (1)$$

где $\tau_p; \tau_e, \tau_{xp}$ – время ремонта, восстановления и хранения.

Интервалы времени $\tau_p; \tau_e, \tau_{xp}$ соответствуют состоянию объекта, когда он не функционирует по назначению. С учетом этого запишем:

$$T_{H\Phi} = \tau_p + \tau_g + \tau_{xp} \cdot \quad (2)$$

Перепишем (1) в виде

$$K_{ТИ} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{T}_{H\Phi}} \quad (3)$$

или

$$\frac{\bar{T}}{K_{ТИ}} = \bar{T} + T_{H\Phi}, \quad (4)$$

откуда, разделив левую и правую части (4) на \bar{T} получим

$$\frac{1}{K_{ТИ}} = 1 + \frac{T_{H\Phi}}{\bar{T}}. \quad (5)$$

Выражение (5) показывает, что при $T_{H\Phi} = 0$ – т.е. идеальная машина, характеризующаяся отсутствием отказов и все время эксплуатируемая по назначению соответствует минимальному значению $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right) = 1$.

По мере увеличения отказов или времени хранения отношение $\left(\frac{T_{H\Phi}}{\bar{T}}\right)$ будет увеличиваться и при $T_{H\Phi} = \bar{T}$ значение $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right) = 2$, что соответствует случаю, когда время функционирования равно времени затрачиваемому на ремонт, восстановление и хранения. Дальнейший рост численного значения показателя $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right)$ не ограничен. Однако, с учетом особенностей для машин длительного хранения можно заключить, что время затрачиваемое на ремонт и восстановление приводе изделия в эксплуатацию зависит от времени хранения, то-есть

$$T_{P.B.} = (\tau_p + \tau_B) = 1(\tau_{XP}). \quad (6)$$

Тогда, перепишем (5) в виде

$$\frac{1}{K_{ТИ}} = 1 + \left[\frac{\tau_p + \tau_B + \tau_{XP}}{\bar{T}} \right] = 1 + \left[\frac{\tau_p + \tau_B}{\bar{T}} + \frac{\tau_{XP}}{\bar{T}} \right] = 1 + \left[\frac{T_{P.B.}(\tau_{XP}) + \tau_{XP}}{\bar{T}} \right]. \quad (7)$$

Таким образом, показатель $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right)$ является функцией времени хранения и среднего времени работы \bar{T} .

Из (7) видно, что численное значение $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right)$ определяется функцией $T_{P.B.}(\tau_{XP})$, которая может быть определена на основе экспериментальных данных о вводе в эксплуатацию после различных сроков хранения.

При линейном виде функции $T_{P.B.}(\tau_{XP})$ выражение (7) принимает вид:

$$\frac{1}{K_{ТИ}} = 1 + \left[\frac{A\tau_{XP} + B}{\bar{T}} + \frac{\tau_{XP}}{\bar{T}} \right] = 1 + \frac{(A+1)\tau_{XP} + B}{\bar{T}}. \quad (8)$$

При степенной зависимости

$$T_{P.B.} = A \cdot \tau_{XP}^n$$

и (7) соответственно запишется как

$$\frac{1}{K_{ТИ}} = 1 + \left[\frac{A \cdot \tau_{XP}^n}{\bar{T}} + \frac{\tau_{XP}}{\bar{T}} \right] = 1 + \left[\frac{A \cdot \tau_{XP}^n + \tau_{XP}}{\bar{T}} \right]. \quad (9)$$

При экспоненциальном законе $T_{P.B.} = \exp(A \cdot \tau_{XP})$, и (7) перепишем в виде:

$$\frac{1}{K_{ТИ}} = 1 + \left[\frac{e^{A \cdot \tau_{XP}}}{\bar{T}} + \frac{\tau_{XP}}{\bar{T}} \right] = 1 + \left[\frac{e^{A \cdot \tau_{XP}} + \tau_{XP}}{\bar{T}} \right]. \quad (10)$$

В общем случае время хранения может быть сколь угодно велико, при этом, чем больше отношение $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right)$ единицы, тем большее время затрачивается на ремонт и восстановление.

Таким образом, номенклатура запасных частей W как функция времени хранения и модифицированный коэффициент технического использования $\left(\frac{1}{K_{ТИ}}\right)$ определяют материальные и временные ресурсы, необходимые для ввода в эксплуатацию изделий после длительного хранения.

Литература

1. Буточнов А.Н., Креденцер Б.П. Влияние характеристик контроля на надежность систем с временной избыточностью. Автоматика. – 1981.–№ 1.–с. 44–48.
2. Коваленко И.Н. Вероятностные расчеты и оптимизация. – К.: Наукова думка, 1989.– 240 с.
3. Креденцер Б.П., Захарьин М.И. Поэтапное обслуживание заявок при воздействии внешних возмущений. Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1972.– № 4– с. 76–84.

4. Креденцер Б.П. Прогнозирование надежности систем с временной избыточностью. – К.: Наукова думка, 1978. – 240 с.
5. Бронетанковое вооружение и техника. Оружие и технологии. Россия XXI в. Москва, 2003.
6. Ленков С.В. Обеспечение надежности РЭА. – К.: ГАЛПУ, 1997. – 148 с.
7. Креденцер Б.П. Надежность систем с двумя типами отказов при наличии временной избыточности. Автоматика и телемеханика. – 1978. – №7. – с. 169–176.
8. Креденцер Б.П., Соколов В.В. Оптимизация параметров технического обслуживания систем с временным резервированием. Электронное моделирование. – 1989. – № 2. – с. 46–49.
9. Чернесов Г.Н. Надежность технических систем с временной избыточностью. – М.: Сов. радио, 1974. – 296 с.
10. Зайченко Ю.В., Міхалочкін М.А. Методика побудови математичної моделі, що описує динаміку змін трудовитрат при постанові, утримуванні й знятті ОВТ у процесі зберігання. – Зб.наук.праць КІСВ.–Київ. 1997
11. Колесные и гусеничные машины высокой проходимости. Т 9. Эксплуатация и ремонт гусеничных и колесных машин. Смиливый А.М., Дущенко В.В., Тимохин Б.А., Харьков.: ХГПУ, 1997– 305 с.
12. Анипко О.Б., Масыгин В.И., Борисюк М.Д., Климов В.Ф. Сложные технические системы вооружения и военной техники – как объекты прогнозирования технического состояния. ИТЭ №2. 2004. с. 144-147.
13. Анипко О.Б., Иленко Е.Ю. Управление надежностью объектов авиационной техники как сложных технических систем. ИТЭ, №2. 2005. с. 145–149.
14. Томилин С.Н. Надежность систем типа подвижная платформа на этапе проектирования. М.:Машиностроение, 2003.– 438 с.

УДК: 623.4.01

Маренко Г.М.

**МОДИФІКОВАНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ТЕХНІЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ
ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ БРОНЕТЕХНІКИ
НА ЕТАПІ ЗБЕРІГАННЯ**

У роботі отриманий модифікований коефіцієнт технічного використання для аналізу експлуатації об'єктів бронетехніки на етапі зберігання.