

Journal of Scientific Papers “Social development & Security”
home page: <https://paperssds.eu/>



Shishanov M. & Kotlyarevsky S. & Shevtsov M. & Kobayakov L. (2017) Vidnovlyuvanist' yak odna z nayvazhlyvishykh tekhniko-eksploatatsiynykh vlastyvostey mashyn viys'kovoho pryznachennya [Restoration as one of the most important technical and operational properties of machines of military purpose]. *Social development & Security*. 1(1), 3 – 13.

**ВІДНОВЛЮВАНІСТЬ ЯК ОДНА З НАЙВАЖЛИВІШИХ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ МАШИН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Михайло Шишанов*, Сергій Котляревський, Микола Шевцов***, Леонід Кобяков******

* *Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049, Україна, e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua д.т.н., професор*

** *Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049, Україна, e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua д.т.н., професор*

*** *Озброєння Збройних сил України, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049, Україна, e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua*

**** *Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049, Україна,*



Article history:

Received: August, 2017
1st Revision: August, 2017
Accepted: September, 2017

Анотація: В статті розглянуто питання про поняття відновлюваності як однієї з найважливіших техніко-експлуатаційних властивостей машин військового призначення і на підставі розроблення системного образу процесу відновлення об'єкту машин військового призначення і ремонту визначена типова структура вимог, яка має враховуватися при розробці тактико-технічного завдання на створення новітнього озброєння і військової техніки.

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1056871>

Ключові слова: озброєння та військова техніка, машини військового призначення, відновлюваність, показник, ремонтпридатність.



Шишанов М. О., Кобяков Л. І., Шевцов М. М., Котляревський С.С. Відновлюваність як одна з найважливіших техніко-експлуатаційних властивостей машин військового призначення [Електронний ресурс] / Михайло Шишанов, Леонід Кобяков, Микола Шевцов // Соціальний розвиток і Безпека. – 2017. – Вип. 1 (1). – С. 3 – 13. – Режим доступу до журн.: <https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/9/1>

1. Постановка проблеми

Підвищення рівня надійності, у тому числі і ремонтопридатності МВН, завжди викликала дискусію між фахівцями з надійності, як в теоретичному, так і в практичному плані, створилися відповідно два підходи до цієї проблеми.

Таке положення привело до дублювання терміну “ремонтотпридатність” терміном “відновлюваність” або терміном експлуатаційна і ремонтна технологічність машин військового призначення (МВП), і так само до дискусії про зміст понять, відповідних цим термінам, що ведеться і понині, і до істотних відмінностей теоретичній і методологічній розробці шляхів рішення даної проблеми.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Прихильники першого підходу – фахівці з “надійності” розглядають ремонтотпридатність як властивість надійності, на рівні об’єкту в цілому, без оцінки ремонтотпридатності його складових частин. Вони визначають ремонтотпридатність як властивість об’єкту, що полягає в пристосованості до попередження, виявленню причин виникнення відмов, пошкоджень, а також підтримці і відновленню працездатного стану шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту [1; 2].

Термін ремонтотпридатність, як правило, застосовується для оцінки однієї із властивостей МВП в процесі їх ремонту, як типова технологічна операція, що полягає в сукупності прийомів, що виконуються на робочих місцях встановленими для цих операцій засобами ремонту. Ремонт здійснюється, як правило, в стаціонарних умовах при появі відмов, проведенні СР, КР [2].

Прихильники другого підходу – фахівці відновлюваності об’єктів в умовах бойових дій військ навпаки детально аналізували і оцінювали конструктивну технологічність об’єктів при їх технічному обслуговуванні і ремонті в польових умовах по складових частинах об’єкту, а так ж живучість складальних одиниць.

При розробці другого напряму були визначені рекомендації по забезпеченню відновлюваності об’єктів при проектуванні і методи її оцінки при випробуваннях і в ході експлуатації. Проте ці рекомендації мали в основному описовий характер.

Проте подальший розвиток МВП вимагав пошуку нових шляхів підвищення ефективності їх функціонування, бо традиційні підходи, якщо не були певною мірою повністю вичерпані, вимагали багато часу і ресурсів для їх реалізації.

Одним з нових шляхів стало створення МВП, конструкції яких дозволяють об’єкту виконувати задані функції при збереженні в часі значень встановлених техніко-експлуатаційних показників в заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, а також його пристосованість до усунення бойових пошкоджень та переведенню в

боездатний стан [4; 5].

Такий напрям був визначений частковою техніко-експлуатаційною властивістю МВП такою ж як “відновлюваність”. Під терміном відновлюваність розумілося – комплекс управляючих дій за визначенням місцезнаходження пошкоджених об’єктів, їх діагностування, при необхідності евакуацію в заданий район, відновлення їх працездатності (справності) і повернення до місця призначення. Термін застосовується, як правило, для оцінки техніко-експлуатаційної властивості МВП в процесі їх відновлення в умовах бойових дій як ряд типових технологічних операцій в польових умовах при бойових пошкодженнях.

В результаті аналізу ряду робіт [4; 5; 6; 10], пов’язаних з проблемою відновлюваності, були створені перші покоління об’єктів, в конструкції яких реалізований ряд технічних рішень, що забезпечують відновлюваність об’єкту, в умовах бойових дій військ, а також перше покоління державних стандартів і галузевої нормативно-технічної документації, в області відновлюваності об’єктів ОВТ.

Проте термін “відновлюваність ОВТ” до сьогоднішнього часу не визначений державним стандартом і його трактування в різних документах формулюється по різному.

Так в роботі [9] – відновлюваність це ступінь пристосованості ОВТ до відновлення боездатності (працездатності) після бойових пошкоджень і відмов.

В галузевому стандарті [10] – відновлюваність визначена як властивість МВП яка в собі заключає пристосованість до відновлення працездатного або справного стану після бойових пошкоджень шляхом проведення ремонтів в заданих умовах бойового застосування і обмеженнях.

В роботі [5] під відновлюваністю технічного пристрою (об’єкту) розуміється пристосованість їх до відновлення працездатності і здібність обслуговуючої системи до оперативного усунення відмов.

Поняття ремонтпридатність і відновлюваність викладені в стандарті США MIL-STD-778 і визначаються терміном ремонтпридатність, як характеристика конструкції і монтажу виробу, яка виражається вірогідністю того, що виріб буде відновлений до певного стану протягом заданого часу, якщо ремонт виконується методами і засобами, що рекомендовані [8; 10].

Аналіз ремонтпридатності забезпечує основу для виконання задач її забезпечення, таких як розподіл вимог між всіма існуючими функціональними рівнями, розробка конструктивних критеріїв, економічні дослідження, розробка і використання моделей безвідмовності і ремонтпридатності.

Основними показниками оцінки ремонтпридатності є середній час відновлення (СЧВ) і середній час ремонту (СЧР) виробу.

СЧР визначається в стандарті MIL-STD-721-B як загальна тривалість

відновлювального ремонту протягом заданого часу, ділена на число випадків такого ремонту за цей же час [8].

СЧВ – є середнє значення інтервалу часу між постановкою на ремонт і поверненням виробу в робочий стан [8].

Величина СЧВ застосовується для точкової оцінки коефіцієнта готовності системи, що має одне або багатократне внутрішнє резервування заміщенням.

З цих визначень ясно, що є велика відмінність між СЧВ і СЧР. Там, де функції апаратури (складальних одиниць) можна відновити не в результаті ремонту, а іншими способами, СЧВ може не містити ніякого ремонтного часу. Дійсно з появою мікросхем відновлення може бути нелідерним і автоматичним, оскільки в апаратурі можна передбачити багатократне резервування. Інша причина доцільності використання СЧВ полягає в тому, що ця величина дозволяє зв'язати показники ремонтпридатності з функціональними показниками, що використовуються службою надійності в роботах по сумісному моделюванню. Стає загальною практикою замовників визначати функціональну і загальну готовність. Тому від служб надійності і ремонтпридатності потрібна розробка двох груп вимог: одна – пов'язана з СЧР і інша – пов'язана з СЧВ.

3. Постановка завдання

Таким чином, аналіз техніко-експлуатаційних властивостей ремонтпридатності і відновлюваності дозволяє зробити висновок про те, що відновлюваність не є властивістю надійності, а є одним з показників техніко-експлуатаційних можливостей бойових властивостей МВП, тобто дозволяє забезпечувати їх пристосованість до усунення бойових пошкоджень і приведення в боєздатний стан в короткі терміни.

Виходячи з вищевикладеного *метою статті є*: розробка системного образу процесу відновлення ОВТ по типових технологічних операціях відновлення їх працездатності і порівняння його з процесом ремонту; визначення типової структури вимог до процесу відновлення при проектуванні і випробуваннях; розробка показників відновлюваності об'єктів ОВТ.

4. Виклад основного матеріалу

Аналізуючи процес використання і відновлення ОВТ ми застосовуємо системну методологію і складаємо системний образ процесу відновлення об'єкту ремонту. Це нам необхідно для відбору і систематизації чинників, що впливають на процес відновлення, і на основі цього забезпечити розробку системи вимог до відновлюваності ОВТ і їх показників.

Системний образ процесів відновлення і ремонту представлений на рис. 1. Показником входу в процес відновлення є кількість і якість об'єктів, що отримали бойові пошкодження, і які вимагають відновлення в першу

чергу, в польових умовах. Показниками виходу є кількість відновлених машин (складальних одиниць), повернених до строю (резерву). Структура процесу визначається кількісними і якісними характеристиками технологічного обладнання і персоналу, включаючи: обладнання для технічної розвідки (навігація, діагностика); обладнання для евакуації, буксирування і транспортування; обладнання для ремонту; обладнання для логістики; обладнання для регулювання і приведення об'єкту в боєздатний стан, повернення до строю (резерву); обладнання для підготовки персоналу, що забезпечує працездатність системи.

Процес відновлення протікає в умовах, які характеризуються режимами функціонування МВП, умовами навколишнього середовища, військовим положенням, стратегією відновлення. Кількісними і якісними характеристиками структури процесу відновлення є: чисельність, кваліфікація і психофізіологічні можливості персоналу; загальна кількість технологічного обладнання і інструменту; технічні можливості обладнання.



Рис. 1. Системний обрис процесів відновлення та ремонту ОВТ за типовими операціями.

Характеристиками режиму функціонування МВП є: тривалість і характер використання МВП.

Стратегія відновлення – це види і періодичність управляючих дій з метою підтримки і відновлення працездатності об'єктів в найкоротші терміни. Показниками процесів відновлення є кількість відновлених машин в заданий час, визначений за допомогою детермінованих або

випадкових величин, в абсолютній або відносній формі.

Оцінку і аналіз відновлюваності, як правило, прийнято виконувати тільки по технологічних операціях (основним, допоміжним, забезпечуючим і управлінським) [7].

Ці операції є однотипними для будь-якої i -ї задачі відновлення МВП. Можна виділити наступні технологічні операції: основні – заміна складальних одиниць і деталей, їх регулювання. В межах типової задача може зводиться до однієї основної операції; допоміжні – розбирання, підгонка або центрування складальних одиниць (деталей), збірка після виконання основних операцій; забезпечуючі – підготовчо-заклучні операції: навігація; діагностика; евакуація пошкодженої МВП; логістика; повернення об'єкту до строю (резерву); управлінські – операції, що проводяться під час всього процесу відновлення об'єкту, включаючи контроль якості ремонту, корегування системи ТО і Р в заданих умовах.

На підставі розробленого системного образу процесу відновлення можемо визначити типову структуру вимог до процесу відновлення МВП. До таких вимог можна віднести:

При проектуванні об'єкту: вимоги до тривалості заміни складальної одиниці; трудомісткість заміни складальної одиниці; тривалість перевірки працездатності складальної одиниці; тривалість пошуку причини відмови; середньої тривалості відновлення МВП; середньої трудомісткості відновлення МВП; середньої вартості відновлення МВП; вірогідність відновлення МВП в заданий час.

При проведенні випробувань (в умовах бойових дій): тривалість заміни i -ї складальної одиниці; трудомісткість заміни i -ї складальної одиниці; тривалість перевірки працездатності або справності i -ї складальної одиниці; тривалість пошуку причини i -ї відмови; кількість виконавців; середня тривалість відновлення МВП; середня вартість відновлення МВП; темп відновлення; вірогідність відновлення МВП в заданий час.

Розглянемо показники відновлюваності МВП, виходячи з приведених вище вимог і технологічних операцій цього процесу.

Показники можуть бути одиничними, узагальненими і поєднаними (комплексними), а процес оцінюється тривалістю, трудомісткістю і вартістю відновлювальних робіт.

Одиничними показниками відновлюваності слід рахувати тривалість, трудомісткість і вартість виконання типової задачі відновлення об'єкту (технічна розвідка, евакуація, відновлення, логістика, повернення об'єкту до строю).

При послідовному виконанні операцій задачі маємо наступний вираз для одиничного показника, вираженого в часі:

$$t_{ik} = \sum_{j=1}^m t_{ijk} ; \quad (1)$$

де t_{ik} – тривалість виконання i -ї задачі k -ї складальної одиниці;

t_{ijk} – тривалість j -ї операції i -ї задачі для k -ї складальної одиниці;

m – кількість операцій.

При паралельному виконанні операцій маємо:

$$t_{ik} = \max t_{ijk} . \quad (2)$$

Оцінка тривалості виконання задачі у разі змішаного виконання операцій проводиться на основі композиції виразів (1) і (2).

Трудомісткість і вартість рішення задачі оцінюються за допомогою виразу (1) незалежно від способу виконання операцій.

Узагальнені показники визначаються стосовно виду відновлення. Приведемо ряд формул для оцінки цих показників в часі і різних варіантах виконання задач.

Відновлення однієї складальної одиниці:

послідовне виконання задачі:

$$t_k = \sum_{i=1}^n t_{ik} ; \quad (3)$$

де n – кількість задач;

паралельне виконання задачі:

$$t_k = \max t_{ik} . \quad (4)$$

Послідовно відновлення l складальних одиниць:

при послідовному виконанні задач для кожної складальної одиниці

$$t = \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n t_{ik} ; \quad (5)$$

при паралельному виконанні задач для кожної складальної одиниці

$$t = \sum_{k=1}^l \max t_{ik} . \quad (6)$$

Паралельне відновлення l складальних одиниць:

при послідовному виконанні задач для кожної складальної одиниці:

$$t = \max \sum_{i=1}^n t_{ik} ; \quad (7)$$

при паралельному виконанні задач для кожної складальної одиниці:

$$t = \max t_{ik} . \quad (8)$$

Формули для випадків змішаного виконання задач можуть бути

отримані з виразів (3) – (8).

Оцінка узагальнених показників трудомісткості і вартості відновлювальних робіт проводиться по виразу (5) незалежно від послідовності виконання задач.

Комплексні показники призначені для оцінки тривалості, трудомісткості і вартості різних видів відновлення. Наприклад, видів технічного обслуговування, ремонту або обох процесів разом.

Значення одиничних і узагальнених показників слід розглядати як випадкові величини і застосовувати відповідні статистичні і вірогідності оцінки цих випадкових величин.

В якості оцінок комплексних показників можуть бути інтегральні, середні і питомі значення.

Наприклад, сумарне значення показника відновлення оцінюється таким виразом:

$$t_{\Sigma} = \sum_{i=1}^S n_i \bar{t}_i ; \quad (9)$$

де \bar{t}_i – середній час виконання i -ї задачі відновлення;

n_i – частота виконання i -ї задачі відновлення;

S – кількість задач відновлення.

Показниками відновлення прийнято рахувати комплексні оцінки всіх видів операцій (основних, допоміжних, забезпечуючих, управлінських) за часом, трудомісткості і вартості відновлення об'єкту, тоді як процес ремонту в основному оцінюється основними і допоміжними операціями, в які включені і управлінські операції.

5. Висновки.

Таким чином, на підставі розробленого системного образу процесу відновлення ОВТ, і відновлюваності як однієї з найважливіших техніко-експлуатаційних властивостей МВП, визначена підсумкова структура вимог до процесу відновлення об'єктів при їх проектуванні і випробуваннях в умовах мирного часу і особливого періоду, і запропоновані показники відновлення об'єктів ОВТ. Такі показники повинні розроблятися окремо від показників ремонтпридатності або спільно визначаючи приватно їх значення.

Проводячи аналогію далі можна зробити висновок про те, що кожному показнику відновлюваності повинен відповідати певний показник ремонтпридатності. Проте останній повинен характеризувати не весь процес, а тільки властивість об'єкту (його складальних одиниць, деталей), що дозволить більш конкретно задати вимоги на розробку нових об'єктів ОВТ, як по ремонтпридатності об'єкту в загальному показнику надійності, так і по відновлюваності об'єкту як однієї з найважливіших

техніко-експлуатаційних властивостей МВП.

ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТЬ КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАШИН ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Михаил Шишанов*, Сергей Котляревский**, Николай Шевцов***, Леонид Кобяков****

* Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины,
проспект Воздухофлотский, 28, г. Киев -49, 03049, Украина,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua
д.т.н., профессор

** Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины,
проспект Воздухофлотский, 28, г. Киев-49, 03049, Украина,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua
д.т.н., профессор

*** Вооружение Вооруженных сил Украины,
проспект Воздухофлотский, 28, г. Киев-49, 03049, Украина,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

**** Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины,
проспект Воздухофлотский, 28, г. Киев-49, 03049, Украина,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

Abstract: В статье рассмотрены вопросы о понятии восстанавливаемости как одной из важнейших технико-эксплуатационных свойств машин военного назначения и на основании разработки системного образа процесса восстановления объекта машин военного назначения и ремонта определена типовая структура требований, которая должно учитываться при разработке тактико-технического задание на создание нового вооружения и военной техники.

Keywords: вооружение и военная техника, машины военного назначения, восстанавливаемость, показатель, ремонтпригодность.

RESTORATION AS ONE OF THE MOST IMPORTANT TECHNICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES OF MACHINES OF MILITARY PURPOSE

Mikhail Shishanov *, Sergiy Kotlyarevsky **, Nikolay Shevtsov ***, Leonid Kobyakov ****

* Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine,
28, Povitroflotsky Av., Kiev - 49, Ukraine, 03049,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua
Dr., Prof.

** Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine,
28, Povitroflotsky Av., Kiev - 49, Ukraine, 03049,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua
Dr., Prof.

*** Arms of the Armed Forces of Ukraine,
28, Povitroflotsky Av., Kiev - 49, Ukraine, 03049,
e-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

**** Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine,
28, Povitroflotsky Av., Kiev - 49, Ukraine, 03049,

Abstract: *The article deals with the issue of the concept of restorability as one of the most important technical and operational properties of military vehicles, and on the basis of developing a system image of the process of reconstruction of the properties of military vehicles object and repair, a typical structure of requirements is defined which should be taken into account in the development of tactical and technical the task of creating the latest weapons and military equipment.*

Keywords: *armament and military equipment, military vehicles, restoration, index, repairability.*

Використана література

1. ГОСТ В15.206-84 Проблема обеспечения надежности. Общие положения – М., Издательство стандартов 1984 г.
2. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення – К.; Держстандарт України, 1995 – 34 с.
3. Вопросы математической теории надежности. Под ред. Б. М. Гнеденко – М.; Радио и связь 1983. – 367 с.
4. Ремонтпригодность машин. А. И. Аристов [и др] – М.; Машиностроение 1975. – 367 с.
5. Дедков В. К., Северцев Н. А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем. – М.; Высшая школа, 1976. – 405 с.
6. Квэйд Э. Анализ сложных систем.– М.; Сов. радио, 1969. – 517 с.
7. Методы исследования эффективности функционирования технических систем. И. А. Ушаков – М.; Знание, 1976. – 43 с.
8. Стандарт США MJL-STD-721B
9. Куцопало В. С. Основы сохранения и восстановления боеспособности вооружения – М.; МО, 1976. – 351 с.
10. ГОСТ ВЗ-5977-85 Машины гусеничные военные. Ремонтпригодность и восстанавливаемость номенклатура показателей, методы оценки при проектировании и испытаниях.
11. Военный стандарт США MJL-STD-778 Ремонтпригодность термины и определения.
12. Танкотехническое обеспечение. И. Е. Сенечкин [и др.] – М.; Военное издательство. 1989. – 222 с.

References

1. HOST V15.206-84 Problema zabezpechennya nadiynosti [Problem of reliability]. General Provisions – М., Publishing Standards 1984.
2. DSTU 2860-94 Nadiynist' tekhniky. Terminy ta vyznachennya [Reliability of technology. Terms and definitions] – К.; Derzhstandart Ukrayiny, 1995 – 34 p.
3. Hnedenko B. M. (1983) Voprosy matematycheskoy teoryy nadezhnosti [Questions of mathematical reliability theory.]. – Moscow; Radio and telecommunications 1983. – P. 367.
4. Arystov A. I. (1975) Remontopryhodnist' mashyn [Remanufacturing of machines]. 1975. – P. 367.
5. Dedkov V. K., Severtsev N. A. (1976) Osnovni pytannya ekspluatatsiyi skladnykh system [Basic questions of the operation of complex systems]. – М.; Higher school, 1976. – P. 405.
6. Kvéyd E. (1969) Analiz skladnykh system [Analysis of complex systems]. – М.; Sov. radio,

1969. – P. 517.

7. Ushakov I. A. (1976) Metody doslidzhennya efektyvnosti funktsionuvannya tekhnichnykh system [Methods of studying the efficiency of the functioning of technical systems]. – M .; Knowledge, 1976. – P. 43.

8. US Standard MJL-STD-721B.

9. Kutsopalo V. S. (1976) Osnovy zberezhennya ta vidnovlennya boesposobnosti vooruzhenni [Fundamentals of conservation and restoration of combat capability of weapons]. – M . : MO, 1976. – P. 351.

10. HOST V3-5977-85 Mashyny husenychnye voennye. Remontopryhodnist' i vidnovlyuvanist' nomenklatura pokaznykiv, metody otsinky pry proektuvanni ta vyprobuvanni [Tracked military vehicles. The maintainability and reproducibility of the nomenclature of indicators, assessment methods for design and testing].

11. US MJL-STD-778 Military Standard. Compatibility of terms and definitions.

12. Senichkin I. Y. (1989) Tankotekhnicheskoye obespecheniye [Tankotechnical support]. M . : Military Publishing House. 1989. – P. 222.