

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

УДК 681.51

М.О. Шишанов¹, д.т.н., проф.,

В.Г. Козлов¹, к.т.н.,

М.М. Шевцов²

¹Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України, м. Київ, Україна

²Начальник Озброєння Збройних Сил України, м. Київ, Україна

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ТРУДОВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО РЕМОНТУ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ

У статті розглянуті методичні основи вибору раціонального складу засобів відновлення бронетанкового озброєння та техніки і основні принципи, завдання, що вирішуються при обґрунтуванні відновлювального ремонту бронетанкового озброєння та техніки на основі розрахунку вартості ремонту.

Ключові слова: розрахунок, відновлювальний ремонт, бронетанкове озброєння та техніка.

Постановка проблеми

Відновлювальний ремонт бронетанкового озброєння та техніки (далі-БТОТ) проводиться з метою ліквідації наслідків впливу засобів ураження противника на їх складальні одиниці [1]. Характер і складність цих пошкоджень залежить від багатьох чинників, до основних з яких належать тип БТОТ, їх конструктивне виконання, ступінь інженерного обладнання місць розміщення БТОТ на місцевості, тип і кількість застосовуваних супротивником для знищення та пошкодження БТОТ боєприпасів. Від характеру і складності ушкоджень залежить обсяг їх відновлювального ремонту (величина трудовитрат на відновлювальний ремонт) і склад необхідних для його виконання ремонтних сил (фахівців) і засобів (ремонтного обладнання, ЗІП і експлуатаційних матеріалів). Враховуючи той факт, що відновлювальний ремонт БТОТ притаманний лише умовам воєнного часу і термін його виконання, як правило, досить обмежений, підготовка до нього повинна проводитися завчасно, на етапі мирного часу.

Аналіз відомих методів рішення завдань при організації відновлювального ремонту, до яких відносяться завдання визначення трудовитрат на його проведення повинні вирішуватись методами оптимізаційного моделювання [1, 2, 3]. Найбільш повно в прикладних аспектах ці методи викладені в [2]. Однак в наведених джерелах немає єдиного методичного підходу щодо вибору способу відновлення БТОТ.

Постановка завдання та його розв'язання

У процесі підготовки до відновлювального ремонту БТОТ, використовуючи результати прогнозування складності та характеру очікуваних ушкоджень їх складальних одиниць, розраховується необхідний склад ремонтних сил і засобів, їх накопичення, розробляється ремонтна документація та визначаються раціональні варіанти організації відновлення пошкоджених БТОТ.

Трудовитрати на виконання відновлювального ремонту БТОТ залежать від багатьох факторів, основні з яких можуть бути такі:

- спосіб ремонту;
- конструкційні особливості БТОТ;

- характер пошкодження складальних одиниць БТОТ;
- ступінь забезпеченості ремонтних бригад ремонтним устаткуванням і технологічним оснащенням;
- ступінь забезпеченості БТОТ необхідними для ремонту елементами ЗПІ;
- рівень професійної підготовки складу ремонтних бригад.

Вигляділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття

Аналіз перерахованих факторів свідчить про те, що без накладання певних умов та обмежень на вирішуване завдання неможливо отримання однозначного рішення. Виходячи з фізичних передумов, основною умовою для розв'язуваного завдання повинна з'явитися мінімізація витрат на відновлювальний ремонт БТОТ, які будуть в основному визначатися обраним способом ремонту.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Якщо вважати фіксованими характер пошкодження аналізованого зразка БТОТ, склад ремонтного обладнання і технологічної оснастки, наявних у ремонтних органах для довільного ν -го способу її відновлення, можна записати співвідношення для розрахунку вартості ремонту в такому вигляді:

$$C_{\nu} = \sum_{i=1}^{l_{\nu}} C_{iv} N_{iv} + \sum_{j=1}^{M_{\nu}} C_{j\nu} L_{j\nu}, \quad (1)$$

де C_{iv} – вартість однієї заміної складальної одиниці БТОТ;

N_{iv} – число складальних одиниць, що підлягають заміні в процесі ремонту БТОТ;

$L_{j\nu}$ – необхідна кількість фахівців для виконання ремонтних робіт j -го виду;

$C_{j\nu}$ – вартість підготовки та утримання одного спеціаліста для виконання ремонтних робіт j -го виду;

l_{ν} – максимальна кількість замінних одиничних виробів БТОТ при ν -ому способі його ремонту;

M_{ν} – кількість виглядів ремонтних робіт при ν -ому способі ремонту БТОТ.

Оцінивши значення C_{ν} для всіх $\nu \in \overline{1, R}$ (R – можливе число варіантів замін одиничних виробів в процесі ремонту БТОТ) з умови

$$C = \min_{\nu \in \overline{1, R}} C_{\nu}, \quad (2)$$

можна визначити раціональний варіант ремонту, а трудовитрати на виконання всіх M виглядів ремонтних робіт при такому варіанті будуть шуканою величиною.

Слід, однак, відзначити, що викладений підхід справедливий лише в тому разі, коли відсутні обмеження на тривалість ремонту [2].

Оскільки для БТОТ військового призначення існують обґрунтовані вимоги до допустимих строків їх відновлення, то розв'язуване завдання може бути сформульоване наступним чином: визначити трудовитрати на виконання відновлювального ремонту аналізованого зразка БТОТ, реалізація яких забезпечує досягнення мінімуму функціонала [3]:

$$C = \min_{\nu \in \overline{1, R}} \left[\sum_{i=1}^{l_{\nu}} C_{iv} N_{iv} + \sum_{j=1}^{M_{\nu}} C_{j\nu} L_{j\nu} \right], \quad (3)$$

при виконанні обмеження [2]:

$$\sum_{j=1}^{M_v} \tau_j \leq T_{\text{дон}} \quad , \quad (4)$$

де τ_j – тривалість виконання ремонтних робіт j -го виду;

$T_{\text{дон}}$ – допустимий час відновлення БТОТ при ν -ому способі її ремонту.

При наявності труднощів розрахункового порядку з використанням співвідношення (3) можливе децю інше формулювання розв’язуваної задачі, що зводиться до визначення залежності середнього часу відновлення БТОТ $T_e(\underline{H})$ та вартості відновлення $C(\underline{H})$ в залежності від числа замін складальних одиниць k і кількості відновлених складальних одиниць m з використанням методу заміни n_j деталей. Тут $\underline{H} = (k, m)$ – вектор, характеризує число складальних одиниць, відновлених агрегатним методом і методом заміни деталей. Нехай T_{ϕ} – середній час відновлення складальних одиниць шляхом їх заміни, а T_o – шляхом заміни деталей. Тоді час відновлення БТОТ можна визначити із співвідношення:

$$T_e(\underline{H}) = kT_{\phi} + mT_o \quad , \quad (5)$$

де

$$T_{\phi} = \frac{\sum_{l=1}^k T_l}{k} \quad ,$$

$$T_o = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij}}{\sum_{j=1}^m n_j} \quad ,$$

t_{ij} час заміни i -го пошкодженого елемента в j -ому блоці;

n_j число пошкоджених елементів в j -ому блоці.

Витрати на відновлення БТОТ можна розрахувати за формулою:

$$C(\underline{H}) = \sum_{l=1}^k C_l = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} C_i \quad , \quad (6)$$

де C_l (C_i) – затрати, пов’язані з заміною l -го блоку (i -ої деталі).

Отримані вирази для обчислення $T_e(\underline{H})$ та $C(\underline{H})$ дозволяють сформулювати задачу оптимізації наступним чином: визначити мінімум функції (6) при умові $T_e(\underline{H}) \leq T_{\text{дон}}$.

Точне рішення цієї задачі може бути отримано методом прямого перебору, однак при великому числі пошкоджених складальних одиниць БТОТ його реалізація утруднена. Тому для наближеного розв’язку сформульованої задачі можна використовувати градієнтний метод [3]. Для цього необхідно процес вибору оптимального поєднання методів відновлення представити у вигляді наступного багатокрокового процесу. Розглядається деякий зразок БТОТ, у якої пошкоджено H блоків.

Попередньо вибирається вектор $\underline{H}^{(0)} = (k=0, m=H)$. На s -ому кроці ($s \geq 1$) необхідно обчислити

$$h^{(s)} = \frac{T(\underline{H}^{(s-1)}) - T(\underline{H}_i^{(s+1)})}{C(\underline{H}^{(s-1)}) - C(\underline{H}_i^{(s+1)})} \quad (7)$$

Вектор $\underline{H}_i^{(s-1)}$ отримують з вектора $\underline{H}^{(s-1)}$ збільшенням на одиницю числа заміні з використання поетапної процедури. Процес закінчується на s -ому кроці, якщо $T_e(\underline{H}^{(s)}) \leq T_{дон}$, причому $\underline{H}^{(s)}$ – наближене рішення.

Перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонована методика забезпечує можливість вибору раціонального способу ремонту об'єктів БТОТ, і на етапі підготовки відновлювальному ремонту дає можливість розрахувати трудовитрати на його виконання, що є необхідною умовою для вирішення завдань розрахунку сил і засобів удосконалення системи відновлення БТОТ.

Список використаних джерел

1. Марютина М.И. *Научные основы организации и управления ремонтом бронетанковой и автомобильной техники* / М.И. Марютина. – М. : Военной Академии бронетанковых войск имени маршала Малиновского Р.Я. – 1978 г. – 376 с.
2. Ковтуненко А.П. *Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем: монографія* / А.П. Ковтуненко, М.О. Шишанов, В.В. Зубарев; Центральный научно-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України. – К. : НАУ, 2007 – 296 с.
3. Ковтуненко А.П. *Математическое моделирование в задачах исследования надежности технических систем: монографія* / А.П. Ковтуненко, В.В. Зубарев, Б.Н. Ланецкий, А.А. Зверев; Центральный научно-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України. – К. : НАУ, 2006 – 236 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЁТОВ ТРУДОРАСХОДОВ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВОЗОБНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

М.О. Шишанов, В.Г. Козлов, М.М. Шевцов

В статье рассмотрены методические основы выбора рационального состава средств восстановления бронетанкового вооружения и техники и основные принципы, задачи, которые решаются при обосновании возобновительного ремонта бронетанкового вооружения и техники на основе расчетов стоимости ремонта.

Ключевые слова: расчёты, возобновительный ремонт, бронетанковое вооружение и техника.

METHODOICAL BASES OF CALCULATIONS OF WORK EXPENSES ON PERFORMANCE OF RENOVATIVE REPAIR OF THE ARMORED AND EQUIPMENTS

M. Shishanov, V. Kozlov, M. Shevtsov

In the article, the methodological foundations of the choice of the rational composition of the means for restoring armored and equipment and the basic principles, tasks that are solved in substantiating the renewal of armored vehicles and equipment based on the cost of repair are considered.

Keywords: calculations, renewal repairs, armored vehicles and equipment.