

УДК 623.486

А.В. Гуляєв

ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ

ВИБІР КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ

Визначений критерій технологічної ефективності способів відновлення комплектуючих виробів для обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування діючої системи ремонту БТОТ та вибору раціонального способу відновлення деталі, враховуючи технологічні та економічні особливості конкретного ремонтного підприємства.

Ключові слова: бронетанкове озброєння та техніка, комплектуючі вироби, технологічна ефективність.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз технічного стану наявного бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ) свідчить про те, що він не відповідає необхідному рівню: порушуються правила експлуатації; більша частина зразків БТОТ знаходиться в експлуатації тривалий період часу (15 – 25 років), що в комплексі може призвести в найближчі роки до втрати боєздатності військ. Постійне зростання невідповідності між потребами ЗС у новій або модернізованій техніці і відсутністю в державі економічних можливостей їх повного задоволення висунули на перший план проблему підтримки їх бойового потенціалу за рахунок підвищення ефективності системи технічного забезпечення і, в першу чергу, системи ремонту. Основними причинами проблеми є фізичне старіння парку БТОТ, відсутність необхідної кількості запасних частин і ЗІП для військового та регламентного ремонтів, недостатнє фінансування організаційно-технічних заходів та втрата ремонтними підприємствами можливості повноцінного ремонту комплектуючої бази.

Необхідність вирішення такої проблеми знайшла відображення в ряді указів Президента України, директив начальника Генерального штабу ЗС України. Так, Президентом України була затверджена Державна програма відновлення боєздатності, експлуатації та ремонту озброєння та військової техніки ЗС України на період до 2010 року. Вона передбачає проведення ряду науково-дослідних робіт в рамках державного замовлення з метою кількісної оцінки показників експлуатаційних властивостей ОВТ, які знаходяться на озброєнні військ, оцінки можливості існуючої системи технічного забезпечення Збройних Сил з підтримки технічного стану ОВТ на рівні, що вимагається, і, в першу чергу, можливостей існуючої системи ремонту ОВТ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати проведених досліджень показали, що існуюча система ремонту БТОТ не відповідає вимогам щодо ефективності функціонування на сучасному етапі й на перспективу. Пов'язано це не тільки із забезпеченням поновлення ресурсу, але і з підви-

щенням службових властивостей як окремих складових (деталей, комплектуючих виробів), так і виробів в цілому.

Формулювання мети статті. У зв'язку з цим для усунення протиріччя між існуючим станом відновлення комплектуючих виробів при ремонті та модернізації БТОТ і необхідністю підвищення технологічної ефективності, пов'язаної, насамперед, з розширенням номенклатури і об'єму комплектуючих, що підлягають відновленню, стоїть завдання щодо удосконалення методичного апарату обґрунтування науково-технічних рішень з підвищення технологічної ефективності способів відновлення деталей БТОТ. Це дозволить значно скоротити ризики прийняття нераціональних рішень під час обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій, які спрямовані на підвищення ефективності функціонування діючої системи ремонту БТОТ.

Тому метою статті є визначення критерію технологічної ефективності способів відновлення комплектуючих виробів БТОТ для обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування діючої системи ремонту БТОТ та вибору раціонального способу відновлення деталей, враховуючи технологічні та економічні особливості конкретного ремонтного підприємства МО України.

Основний матеріал

Підвищення ефективності і якості ремонту БТОТ потребує комплексного підходу до вивчення технологічних процесів (ТП) відновлення деталей. У відповідності до Єдиної системи технічної підготовки виробництва комплекс робіт з розробки технології ремонту виробів має такі етапи: аналіз технології ремонту виробу; розробка технологічних процесів ремонту; конструювання та виготовлення спеціального технологічного обладнання та оснащення; кінцеве відпрацювання та впровадження технологічних процесів відновлення деталей у практику ремонтного виробництва.

При розробці ТП ремонту машин визначають: способи відновлення складових частин виробу (заміна новими, зварювання, наплавлення і т.д.); операції з обробки матеріалів (різання, шліфування, електрофі-

зична та електроімпульсна обробка і т.д.); методи зміцнення і зміни структури та властивостей матеріалів; методи отримання вузлів і виробів (складання, зварювання, клесня, паяння); види технологічного оснащення; раціональні умови організації процесу ремонту; рівень автоматизації та механізації тощо. Відновлення однієї й тієї ж деталі (виробу) із заданими фізичними властивостями і іншими параметрами може бути досягнуто різними способами. Тому однією з найважливіших задач є вибір найбільш ефективного способу відновлення зношених поверхонь.

Враховуючи, що технологія є одним із засобів матеріалізації економіки, при виборі варіанта технології, як правило, необхідно мінімізувати трудові витрати та спростити сам процес ремонту; використати обладнання, яке забезпечить скорочення витрат при його застосуванні; скоротити цикл ремонту.

На стадії технологічної підготовки ремонтного виробництва для вибору найбільш придатного варіанта технологічного процесу необхідно вирішити такі проблеми: визначити фактори, які впливають на ефективність варіанта; встановити залежність між зміною технічних, технологічних та економічних показників; вибрати оптимальний варіант технологічного рішення на основі встановленого критерію оптимальності; визначити розмір ефекту від розробки та впровадження варіанта, що проектується.

Таким чином, мета розв'язання цих задач – на основі зіставлення техніко-економічних показників провести оцінку застосованості варіантів, що порівнюються, та вибрати варіант, який забезпечить високу якість продукції і рівень продуктивності праці при мінімальних витратах на ремонт зразків. Найбільш універсальною характеристикою будь-якого способу відновлення прийнято вважати технологічну ефективність [1 – 5], розуміючи під цим ступінь його пристосованості до виконання заданих функцій.

Технологічна ефективність способу відновлення залежить від ряду показників, основними з яких є: вартість розробки та виготовлення обладнання, якість функціонування, потужність енергії, що витрачається, собівартість продукції, що отримуємо, масо-габаритні характеристики і т.д. Крім цього, технологічна ефективність способу відновлення залежить від характеру зв'язків між елементами обладнання, що використовується, виду управлінських алгоритмів та ряду інших закономірностей функціонування, які не піддаються опису за допомогою вказаних параметрів. Вирази для розрахунку показників технологічної ефективності способу відновлення, що враховують широке коло внутрішніх та зовнішніх факторів, як правило, дуже складні. Розрахунок таких показників потребує обробки великого обсягу інформації і тому здійснюється при розробці ТП, а також при кінцевій оцінці рівня розробленого ТП.

При розробці ТП ремонту деталей оцінка технологічної ефективності способу відновлення, як правило, включає до себе визначення конкурентних способів ремонту для деталі – представника групи

класифікації за критерієм застосовності та виявлення характеру зміни оціночних показників їх технічної ефективності. Конкурентними називаються способи, при застосуванні яких відновлюються відповідно до технічних умов форми, розміри та фізичні властивості зношеної поверхні деталі.

Критерій застосовності є технологічним критерієм і який визначає принципову можливість застосування різних способів відновлення стосовно конкретних деталей. За даним критерієм вибираються конкурентні способи для подальшої оцінки їх за критерієм технологічної ефективності.

Як правило [6, 7], критерій технологічної ефективності способу відновлення деталей являє собою відношення кількості продукції, яку випустила одна людина за одиницю часу, до витрат, що пов'язані з її випуском. Він є функцією окремих показників, які характеризують обраний спосіб:

$$k_3 = f(\bar{c}, Q_c, \gamma, N_{pi}, S, \beta),$$

де k_3 – критерій ефективності ТП; \bar{c} – техніко-економічний показник або відносна вартість відновлення; $Q_c, \gamma, N_{pi}, S, \beta$ – відповідно: ефективність праці (продуктивність праці), коефіцієнт застосовності або використання обладнання, капітальні витрати на оснащення обладнанням або використанням обладнання, виробнича площа, дефіцитність матеріалу.

Техніко-економічний показник пов'язує відносною довговічністю деталі із середнім значенням вартості відновлення з врахуванням можливих втрат від раптової відмови деталі, що відновлена, та може бути виражений залежністю

$$\bar{c}_z = \bar{c}_{bz} (1 - L_z) / P_z,$$

де \bar{c}_{bz} – середнє значення вартості відновлення деталі z -м способом, грн.; P_z – відносна довговічність деталі, що відновлена z -м способом; L_z – коефіцієнт, що враховує можливі втрати від раптової відмови відновленої z -м способом деталі.

Для оцінки відносної довговічності використовується математичне сподівання відмови, яке може бути визначене за формулою

$$P_z = \sum_n f_{zn} k_{zn},$$

де f_{zn} – статистична імовірність того, що відмова деталі обумовлена n -ю причиною; k_{zn} – коефіцієнт відносної довговічності відновленої z -м способом деталі по відношенню до n -го причинного фактора відмови.

Показник ефективності праці визначається як продуктивності праці і може бути виражений відношенням кількості відновлених деталей до витрат часу на роботу з відновлення цих деталей:

$$Q_z = N_{Dz} / T_{обz},$$

де N_{Dz} – кількість відновлених деталей за одиницю часу, шт.; $T_{обz}$ – загальні витрати часу на роботу з відновлення даної кількості деталей, люд.-год.

Коефіцієнт застосовності при відновленні i -м способом

$$\gamma = N_i / N_0,$$

де N_i – кількість деталей, відновлених i -м способом; N_0 – кількість деталей, що вимагають відновлення.

Капітальні витрати на оснащення обладнанням для відновлення деталей (новим обладнанням) визначається за виразом

$$N_{pi} = \sum_{i=1}^n B_{ij}(1 + C_1 + C_2 + C_3),$$

де B_i – оптова ціна одного j -го обладнання для відновлення деталей i -м способом; C_1 – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати ($C_1=0,05$); C_2 – коефіцієнт, що враховує витрати на будівельні роботи ($C_2=0,02\dots 0,08$); C_3 – коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж і освоєння обладнання ($C_3=0,04\dots 0,06$).

При визначенні продуктивності праці враховується та обставина, що процес відновлення деталей включає в загальному випадку підготовку деталі і її обробку. Тому за продуктивністю праці оцінюються окремо спосіб відновлення в цілому і окремо процес нанесення матеріалу при цьому способі.

В ідеальному випадку ефективним є той ТП, який забезпечує максимальну продуктивність праці при мінімальних витратах. Однак найбільш продуктивний спосіб не завжди є найекономічнішим. Тому ефективність способів необхідно визначати шляхом оптимізації критерію технологічної ефективності методом вагових функцій або методом компромісів для конкретного ремонтного підприємства.

Сутність методу вагових функцій полягає в тому, що кожному показнику, який впливає на кінцевий результат рішення, присвоюється деяке «вагове» значення. Критерій ефективності в даному випадку є функцією вагових показників способів за кожним із варіантів. Варіант з екстремальним значенням критерію й буде оптимальним.

У відповідності до цього критерій ефективності відображається математичною залежністю

$$k_3 = \frac{b_1 Q_{cz}}{b_2 \bar{c}_2 + b_3 S_z},$$

де Q_{cz} – витрати матеріалів; b_1 ; b_2 ; b_3 – приведений бал, адекватний відповідному показнику способу.

Приведений бал визначають за формулою

$$b_1 = B/A_{\max},$$

де B – бал (вага) значення показника; A_{\max} – максимальна абсолютна величина показника.

Сутність методу компромісів полягає в тому, що ефективний спосіб відновлення визначається за кожним показником окремо в порядку їх значущості. При цьому вибір способу за черговим показником про-

диться з числа способів, вибраних за попереднім показником зі значеннями, які відрізняються від його екстремального значення на деяку допустиму величину. Ефективний спосіб відновлення деталі визначається з числа конкурентних шляхом послідовної оптимізації техніко-економічного показника та показника ефективності праці. Припустимо, що для деякої деталі мінімальна відносна вартість $\bar{C}=1$ грн., а допустимі значення її 1-1,5 грн. Тоді найбільш ефективним способом відновлення з числа способів зі значеннями $\bar{C}=1\dots 1,5$ грн. буде той, якому відповідає максимальне значення показника ефективності праці.

Висновки

Запропонований критерій технологічної ефективності способів відновлення комплектуючих виробів БТОТ для обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування діючої системи ремонту БТОТ та вибору раціонального способу відновлення деталей. Він визначає принципову можливість застосування різних способів відновлення стосовно конкретних деталей, враховуючи технологічні та економічні особливості конкретного ремонтного підприємства МО України.

Список літератури

1. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин / В.И. Черноиванов. – М.: Агрпромпиздат, 1989. – 336 с.
2. Масино М.А. Организация восстановления автомобильных деталей / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1981. – 176 с.
3. Черноиванов В.И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В.И. Черноиванов, В.П. Андреев. – М.: Колос, 1991. – 288 с.
4. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей / В.А. Шадричев. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
5. Черноиванов В.И. Восстановление деталей машин / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ, 1995. – 278 с.
6. Методика ранжирования факторов целевой функции при обосновании оптимального способа восстановления изношенных деталей / А.М. Третьяков, И.Н. Кравченко и др. // Строительные и дорожные машины. – 2002. – № 7. – С. 27-30.
7. Третьяков А.М. Математическая модель оптимизации выбора технологического процесса восстановления изношенных деталей строительных и дорожных машин / А.М. Третьяков, И.Н. Кравченко, М.Н. Ерофеев // Строительные и дорожные машины. – 2002. – № 11. – С. 26-29.

Надійшла до редколегії 30.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. А.В. Гурнович, Центральний НДІ озброєння та військової техніки ЗС України, Київ.

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

А.В. Гуляев

Определен критерий технологической эффективности способов восстановления комплектующих изделий для обоснования организационно-технических рекомендаций, которые направлены на повышение эффективности функционирования действующей системы ремонта бронетанкового вооружения и техники и выбора рационального способа восстановления деталей, учитывая технологические и экономические особенности конкретного ремонтного предприятия.

Ключевые слова: бронетанковое вооружение и техника, комплектующие изделия, технологическая эффективность.

THE CHOICE OF CRITERIA FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGICAL WAYS TO RESTORE ARMORED VEHICLES

A.V. Gulayev

The criteria of technical efficiency ways to restore components to support the organizational and technical recommendations aimed at improving the functioning of the existing system of maintenance of armored vehicles and the choice of rational methods for restoring parts, taking into account technological and economic features of a particular repair enterprises.

Keywords: *armored vehicles, components, effectiveness of technological.*