УДК 623.486

М. О. ШИШАНОВ,
доктор технічних наук, професор,
О. Л. ЧЕЧЕНКОВА, *старший науковий співробітник,*
І. В. ПАВЛОВСЬКИЙ, *старший науковий співробітник*
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

Техніко-економічна оцінка модернізації бронетанкової техніки при її капітальному ремонті

Розглянуто питання оцінки техніко-економічної ефективності модернізації зразків бронетанкового озброєння та техніки при капітальному ремонті. Показано, що модернізація сприяє продовженню життєвого циклу зразків озброєння багаторазового використання, але кожна конструкція зразків має обмежену придатність до модернізації з погляду економіки.

Ключові слова: модернізація, бронетанкове озброєння та техніка, ефективність, техніко-економічна оцінка.

Рассмотрен вопрос оценки технико-экономической эффективности образцов бронетанкового вооружения и техники при капитальном ремонте. Показано, что модернизация продлевает жизненный цикл образцов вооружения многоразового использования, но каждая конструкция образцов имеет ограниченную пригодность к модернизации с точки зрения экономики.

Ключевые слова: модернизация, бронетанковое вооружение и техника, эффективность, технико-экономическая оценка.

Економічна сутність процесу старіння машин полягає в постійному зменшенні їх споживчої вартості. Це положення стосується і військової техніки, оскільки при її розробленні, виробництві та капітальному ремонті діє така економічна категорія, як ціна. Є два способи відшкодування втрат цієї вартості: повне і часткове. Суть повного відшкодування полягає в заміні застарілої машини на нову. При частковому відшкодуванні (ремонті) відбувається відновлення основних властивостей об'єкта ремонту. Це відновлення, з погляду бойових і техніко-економічних показників, може бути простим і розширеним. Розширене відновлення тактико-технічних показників при ремонті озброєння і техніки здійснюється шляхом їх модернізації в процесі ремонту.

Під модернізацією розуміється внесення в конструкцію машини змін з метою часткової ліквідації її морального старіння. Цей вид розширеного відновлення властивостей широко використовується стосовно бронетанкової техніки, зразки якої відносяться до виробів озброєння, що потребують значних витрат, терміни використання яких складають 25–30 років. За цей період рівень науки і техніки підвищується і вимагає розроблення нової марки (моделі) зразка або модернізації старої. Відомо, що до основних властивостей бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ) відноситься низка показників, які й визначають бойову ефективність зразка (рис. 1) [1, 2].

З економічного погляду, наближення бойових і технічних властивостей зразків старих марок до характеристик перспективних зразків є актуальною задачею, оскільки розроблення нового зразка і освоєння його виробництва вимагає значних витрат.

Модернізація зразків озброєння проводиться як при їх серійному виробництві, так і при капітальному ремонті. Модернізація зразків озброєння при капітальному ремонті доцільна через багато причин як економічних, так і технічних. Капітальний ремонт і роботи з модернізації характеризуються спільністю технологічного процесу, спільністю устаткування й оснащення, а також пристосованістю ремонтних підприємств до робіт на зразках застарілих марок. Заводи-виробники найчастіше не можуть проводити модернізацію у зв'язку із зняттям з виробництва зразка, що вимагає модернізації.

На рис. 2, 3 зображено серійні зразки БТОТ: основні танки Т-64 та «Булат», – у табл. 1 наведено перелік основних напрямів модернізації чотирьох модифікацій (розвитку одного) серійного зразка БТОТ. Роботи, що проводилися, покращували всі найважливіші тактико-технічні характеристики.

Оцінка зміни показника рівня бойової ефективності порівняно з аналогічним показником для зразка наступного покоління показує, що до кінця визначеного терміну бойова ефективність зразків минулого покоління була на рівні бойової ефективності наступного. Аналогічна картина спостерігається й у зміні інших тактико-технічних показників.

Окрім робіт з модернізації при капітальному ремонті зразки застарілих конструкцій переобладнуються на

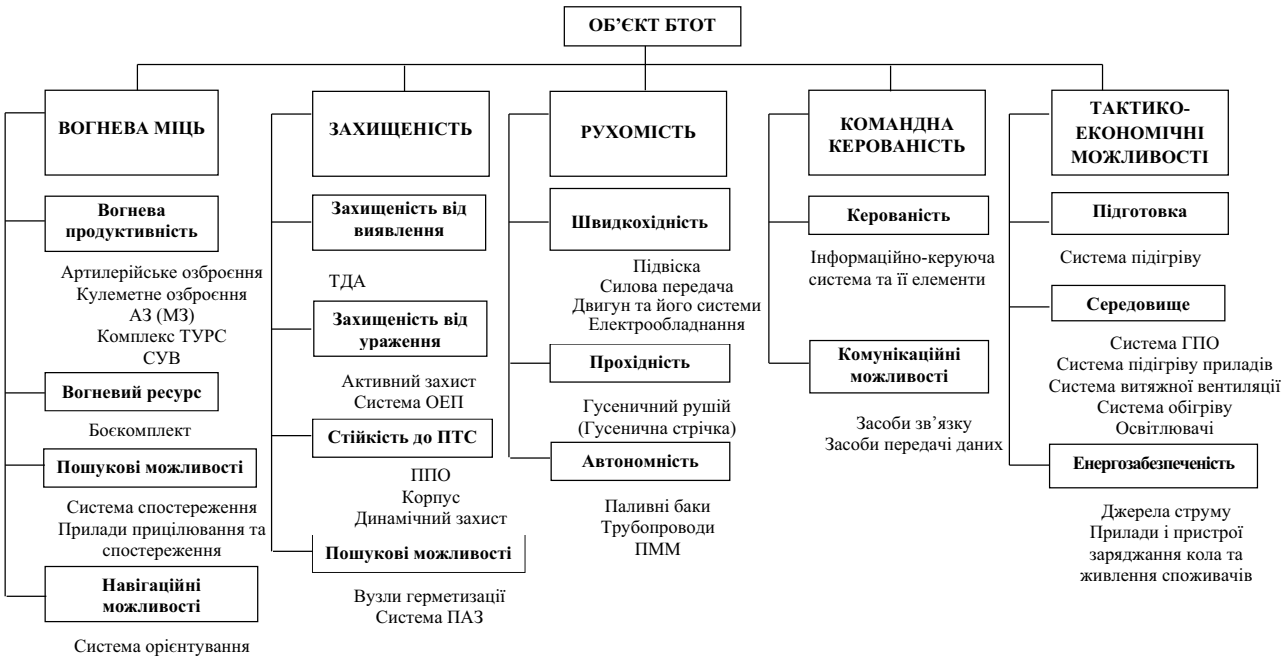

Рис. 1. Основні властивості зразка БТОТ

Рис. 2. Основний танк Т-64

Рис. 3. Основний танк «Булат»

Таблиця 1. Напрями і час проведення модернізації зразка БТОТ

Зразки	Роки модернізації	Спрямованість робіт з конструктивних покращень при виробництві та капітальному ремонті зразків	Бойова ефективність
1А	0	Базовий варіант	1,00
1Б	10–12	Комплекс озброєння і система управління вогнем Конструкція корпуса і башти Система спеціального захисту Боєкомплект і потужність снаряда Силова установка Прохідність Надійність	1,25
1В	13–15	Комплекс озброєння Прилади спостереження Потужність снаряда Прохідність Надійність	1,30
1Г	21-29	Комплекс управління озброєнням Потужність снаряда Захист екіпажа Надійність	1,65

зразки допоміжного призначення: тягачі, крани тощо. Ця робота вигідна в економічному відношенні.

Зрозуміло, що проведення модернізації забезпечується певними вкладеннями матеріальних і грошових засобів. На підприємствах з капітального ремонту витрати на модернізацію на теперішній час не входять у загальні витрати на капітальний ремонт (собівартість ремонту), а розподіляються за окремої групою витрат. Ці витрати збільшують собівартість ремонту.

Оцінка динаміки зміни собівартості капітального ремонту різних модифікацій серійного танка першого покоління показало, що початкова собівартість кожної наступної модифікації вище попередньої; різке зростання собівартості свідчить про початок проведення значних робіт з модернізації. При капітальному ремонті застарілих зразків БТОТ постійно ведуться роботи з модернізації. Це обов'язкова вимога технічних умов. Зрозуміло, що все зазначене вимагає додаткових витрат. Проте спостерігається загальна тенденція підвищення собівартості капітального ремонту зразка кожної модифікації. Пояснюється це тим, що збільшені витрати на роботи з модернізації не компенсуються загальним зниженням собівартості ремонту, що регулярно забезпечується проведенням організаційно-технічних заходів на ремонтних підприємствах.

Економічна ефективність модернізації БТОТ, що проводиться при її капітальному ремонті, може оцінюватися відношенням собівартості капітального ремонту K_Q до показника бойової ефективності *a:*

$$K_E = \frac{K_Q}{a}. \quad (1)$$

Очевидно, що зменшення питомих витрат КЕ на одиницю бойової ефективності свідчить про підвищення ефективності капітального ремонту на ремонтних підприємствах. Проте кожна конструкція зразків має обмежену пристосованість до модернізації з погляду економіки. Приріст якості за рахунок модернізації небезмежний. Починаючи з якогось моменту, поліпшення показників бойової ефективності вимагає значних витрат, і з цього моменту показник K_E починає зростати. Цей економічний «рубіж насичення» якості, при якому питомі витрати для всіх модифікацій зразка, що модернізується, мають яскраво виражений ріст. З цього моменту звичайний метод організації модернізації має бути змінений, оскільки поліпшення властивостей зразка вимагатиме значних вкладень, і собівартість капітального ремонту цих зразків при їх подальшій модернізації зросте. Вартість такого зразка має бути змінена, а отже, буде порушена певна пропорція між обсягом фінансування капітального ремонту і кількістю відремонтованої техніки.

Таким чином, модернізація сприяє продовженню життєвого циклу зразків озброєння багаторазового використання, оскільки на основі модернізації відбувається розвиток техніки всередині покоління, наприклад, покоління об'єкта 434 до рівня танка «Булат». При цьому поліпшення показників бойової ефективності зразка одного покоління в визначеному діапазоні часу відбувається плавно і може математично описуватися на основі побудови логістичних кривих [3].

Найбільшого розповсюдження отримав опис процесів розвитку технічних систем на основі кривих Гомперца, що має вигляд

$$y_t = k + a^{bt}. \quad (2)$$

Якщо log$a<0$, крива має *S*-подібний вигляд, при цьому асимптота, що дорівнює k, проходить вище кривої. Якщо log$a>0$, асимптота, що дорівнює k, знаходиться нижче кривої, а саме: крива змінюється монотонно: при $в<1$ – монотонно зменшується; при $в>1$ – монотонно зростає. Для розв'язання задач техніко-економічної оцінки модернізації БТОТ при їх капітальному ремонті найбільший інтерес являє варіант цієї кривої, коли log$a<0$ і $в>1$. Рівняння логістичної кривої отримується шляхом заміни в модернізованій експоненті y_t зворотною величиною.

Найчастіше процеси розвитку технічних систем описують на основі кривих, асиметричних відносно точки перетину, що мають вигляд

$$y_t = \frac{t}{1 + be^{-at}}, \quad (3)$$

де b, a – контенти; t – витрати часу або ресурсів.

При $t \to -\infty$ ордината прямує до нуля, а при $t \to \infty$ прямує до асимптоти, що дорівнює значенню параметра k. Крива симетрична відносно точки перетину з координатами: $t \to lnb$; $y_t = k:2$.

Як видно з графіка (рис. 4), логістична крива зростає спочатку прискореним темпом, потім темп зростання уповільнюється і, нарешті, зростання повністю припиняється, про це свідчить той факт, що крива асимптотично наближується до деякої кривої, паралельної осі абсцис.

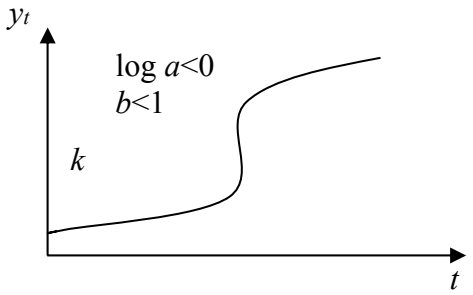

Рис. 4. *S*-подібна логістична крива

Побудова *S*-подібних кривих на основі статистичної інформації, що існує, має на меті визначення взаємозв'язку між ресурсами, що витрачаються, й отриманими результатами, як такі використовується збільшення технічних параметрів виробу.

На теперішній час отримало підтвердження гіпотеза про те, що багатостадійний процес розвитку технічних систем описується відповідною кількістю *S*-подібних кривих, що мають спільний початок і зсунутих по осі абсцис відповідно до зміни стадій розвитку, що аналізуються.

Таким чином, економічна оцінка модернізації зразків озброєння та техніки, що проводиться при їх капітальному ремонті, має визначити межу економічної доцільності модернізації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Нор П. І., Кручінін С. В., Мельник О. Д., Єфіменко В. А. Методика оцінки технічного рівня зразків озброєння та військової техніки // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. Вип. 22. К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2009. С. 74–82.
2. Нор П. І., Борохвостов І. В. Методика комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки // Озброєння та військова. 2016. № 3 (11). С. 14–18.
3. Марютин М. И., Барков Ю. С., Долгополов Б. П. Экономика производства, эксплуатации и ремонта вооружения и техники. М., 1989.

Рецензент В. В. Зубарєв, д-р техн. наук, проф. (Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)