

УДК 629.4.02

М. І. КАПЦА^{1*}, О. М. ГНЕННИЙ^{2*}, Д. В. БОБИР^{3*}

^{1*}Каф. «Локомотиви», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (0562) 33 19 61, ел. пошта m.i.kapitsa@ua.fm, ORCID 0000-0002-3800-2920

^{2*}Каф. «Економіка та менеджмент», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 80, ел. пошта oleggnennij@gmail.com, ORCID 0000-0002-2944-5105

^{3*}Каф. «Локомотиви», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (0562) 33 19 61, ел. пошта dmitrob@ua.fm, ORCID 0000-0003-1441-3861

ЕФЕКТИВНІСТЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОЛІСНО-МОТОРНИХ БЛОКІВ ТЕПЛОВОЗА З ВИКОРИСТАННЯМ МОТОРНО-ОСЬОВИХ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Мета. Використання моторно-осьових підшипників (МОП) кочення замість моторно-осьових підшипників ковзання є пріоритетним напрямком розвитку локомотивобудування й експлуатації наявних локомотивів. Вирішення завдань щодо впровадження на локомотивах колісно-моторних блоків (КМБ) із підшипниками кочення потребує пошуку альтернативних варіантів і нових технічних рішень. Метою статті є визначення доцільності переобладнання колісно-моторного блока тепловоза на підшипники кочення шляхом розрахунку життєвого циклу (*LCC*). **Методика.** Порядок і критерії оцінки економічної ефективності проектних (інвестиційних) пропозицій та інвестиційних проектів, затверджені постановою Кабінету Міністрів України, передбачають, що оцінку економічної ефективності інвестиційного проекту здійснюють за такими критеріями: чиста приведена вартість, внутрішня норма дохідності, дисконтований період окупності й індекс прибутковості. Використання зазначених критеріїв економічної ефективності повністю відповідає сучасним принципам, теоретико-методичним підходам і світовій практиці оцінки ефективності інвестицій. У роботі оцінка техніко-економічної ефективності модернізації колісно-моторного блока тепловоза проведена на основі розрахунку й порівняння наступних критеріїв – чистої приведеної вартості (*NPV*) модернізації, внутрішньої норми доходу (*IRR*), індексу дохідності (*PI*) й дисконтного терміну окупності. **Результати.** Виконані розрахунки значень основних критеріїв свідчать, що інноваційний проект із модернізації тепловоза забезпечує високий рівень економічної ефективності. При цьому величина дисконтованого терміну окупності інвестицій у модернізацію передбачає, що її проведення є доцільним, якщо залишковий ресурс строку корисного використання модернізованого тепловоза серії М62 не менший за 15 місяців. **Наукова новизна.** З урахуванням особливостей виду роботи тепловоза під час руху в складі вантажного поїзда розроблена методика з визначення окремих складових середньорічного економічного ефекту від модернізації колісно-моторного блока тепловоза. До них належать економія витрат на мастило, на ремонт й обслуговування колісно-моторного блока тепловоза, у тому числі заміну вкладишів МОП, та економія витрат на паливо для тяги поїздів. **Практична значимість.** Результати роботи дозволяють визначити доцільність модернізації тепловозів з урахуванням особливостей та умов їх роботи, а також специфіки модернізації.

Ключові слова: модернізація тепловоза; колісно-моторний блок; техніко-економічна ефективність; підшипники кочення; життєвий цикл

Вступ

Пріоритетним напрямком інвестиційної політики ПАТ «Укрзалізниця» в локомотивному господарстві України останнім часом є забезпечення швидкого всебічного оновлення та оптимізація структури тягового рухомого складу. Це обумовлено тим, що основну частину тягового рухомого

складу було закуплено та введено в експлуатацію ще за радянських часів. Аналіз вікового стану експлуатаційного парку тягового рухомого складу залізниць України вказує на те, що його знос становить 97,1 % [11]. Як відомо, від рівня технічної досконалості й стану тягового рухомого складу, умов його експлуатації, системи ремонту й обслуговування залежать результати діяльності залізничного транспорту в цілому [14, 15].

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Оновлення тягового рухомого складу можливе як за рахунок закупівлі нового, так і за рахунок модернізації наявного. В обох випадках це потребує значних капітальних вкладень. Також необхідно враховувати, що окупність інвестицій у модернізацію локомотивів у 3–4 рази швидша, ніж у їх придбання. Тому в умовах ринкових відносин і фінансових обмежень проблема інвестиційного забезпечення оновлення тягового рухомого складу локомотивного господарства залізниць України висувається на рівень проблем державного значення, вирішення якої безпосередньо впливає на гарантування національної безпеки.

Протягом останніх років Департамент локомотивного господарства впровадив низку модернізацій тягового рухомого складу, спрямованих на скорочення витрат на ремонт і паливно-мастильні матеріали. Напрямки здійснених і запланованих модернізацій в основному стосуються заміни силового обладнання. Однак не менш ефективним напрямком модернізації тягового рухомого складу є вдосконалення конструкції екіпажної частини, а саме переобладнання КМБ із підшипників ковзання на підшипники кочення [2].

Підшипники кочення мають ряд переваг над підшипниками ковзання. Основною перевагою є менші витрати енергії на процес тертя (момент тертя в кулькових підшипниках приблизно в 3–6 разів менший, ніж у підшипниках ковзання) [6, 12].

Усі нові закордонні локомотиви обладнані МОП кочення. Їх упровадження дозволяє проводити технічне обслуговування ТО-2 локомотивів не через 3–4 доби, а через 10–12 і більше. Саме через поповнення МОП ковзання осьовим мастилом 90 % парку локомотивів вимагають необхідності проведення такого частого технічного обслуговування в обсязі ТО-2 [12].

Розрахунковий ресурс МОП кочення – не менше 5 млн км пробігу локомотива. Застосування колісно-моторних блоків з МОП кочення підвищує вартість локомотива, однак їх окупність досягається за рахунок наступних чинників:

- виключення з технологічного процесу обслуговування й ремонту КМБ осьових мастил і необхідності їх сезонної заміни;
- зниження витрат на технічне обслуговування й поточні ремонти КМБ з МОП кочення;
- підвищення надійності й терміну служби тягової зубчастої передачі й тягового електрод-

вигуна (ТЕД) у зв'язку з відсутністю перекосів, зумовлених зносом латунних вкладишів моторно-осьових підшипників ковзання;

- збільшення ресурсу колісної пари за рахунок відсутності зносу шийок осей під МОП ковзання;

- усунення необхідності сплати штрафів за забруднення навколишнього середовища за рахунок виключення витоків осьових мастил на верхню будову колії;

- підвищення економічності локомотива (збільшення використання потужності на тягу, збільшення ККД за рахунок зниження основного опору руху локомотива) та відповідно зниження витрат пального на тягу поїздів від 2 до 6,6 % [8, 12].

Таким чином, використання МОП кочення замість МОП ковзання є пріоритетним напрямком розвитку локомотивобудування й експлуатації наявних локомотивів.

Розв'язання завдань щодо впровадження на локомотивах КМБ з підшипниками кочення потребує пошуку альтернативних варіантів і нових технічних рішень. Тому фахівці ТОВ «Науково-технічний центр «Привод» і ПАТ «Науково-виробниче підприємство «Смілянський електромеханічний завод» розробили й запатентували у Державній службі інтелектуальної власності України проект модернізації КМБ локомотивів із заміною МОП кочення (патент на корисну модель № 84796 від 25.10.2013).

Модернізація КМБ складається з двох етапів:

- модернізація тягового електродвигуна з продовженням терміну служби на 15 років;
- модернізація колісної пари й кожуха зубчастої передачі (за необхідністю).

Відповідно до технічних умов ТУ У 30.2-38414897-004:2014 «Модернізація колісно-моторних блоків тепловозів із заміною МОП ковзання на МОП кочення» модернізацію тягового електродвигуна виконують під час проведення капітального ремонту. При цьому проводять ремонт корпусу двигуна, якоря та магнітної системи із заміною обмоток та ізоляцією класу нагрівостійкості не нижче «Н», підшипникових вузлів із відновленням їх розмірів до креслярських і виконанням (за необхідності) доробок відповідно до вимог конструкторської документації на модернізацію. Проведення модернізації дозволяє збільшити термін служби ТЕД на 15 років.

Мета

Зважаючи на викладене, метою статті є визначення техніко-економічної ефективності переобладнання КМБ тепловоза МОП кочення на основі розрахунку життєвого циклу (*LCC*).

Методика

На цей час в Україні діють кілька нормативних документів у сфері оцінки економічної ефективності інвестицій. Основними з них є:

– Порядок та критерії оцінки економічної ефективності проектних (інвестиційних) пропозицій та інвестиційних проектів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 18.07.2012 № 684;

– Методичні рекомендації з розроблення інвестиційного проекту, для реалізації якого може надаватися державна підтримка, затверджені наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 13.11.2012 № 1279;

– Методичні рекомендації щодо проведення оцінки економічної і соціальної ефективності виконання державних цільових програм, затверджені наказом Міністерства економіки України від 24.06.2010 № 742;

– Методика проведення державної експертизи інвестиційних проектів, затверджена наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 13.03.2013 № 243;

– Методичні рекомендації з розроблення бізнес-плану підприємств, затверджені наказом Міністерства економіки України від 06.09.2006 № 290;

– Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво, затверджена наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції й Міністерства фінансів України від 26.09.2001 № 218/446.

Порядок та критерії оцінки економічної ефективності проектних (інвестиційних) пропозицій та інвестиційних проектів передбачає, що оцінку економічної ефективності інвестиційного проекту здійснюють за такими критеріями: чиста приведена вартість, внутрішня норма дохідності, дисконтований період окупності й індекс прибутковості. При цьому позитивним є висновок щодо ефективності інвестиційного

проекту, якщо чиста приведена вартість виявиться позитивною, внутрішня норма дохідності є більшою за нормативну ставку дисконту, а індекс прибутковості перевищуватиме одиницю. Використання зазначених критеріїв економічної ефективності повністю відповідає сучасним принципам, теоретико-методичним підходам й світовій практиці оцінки ефективності інвестицій. Проте названий документ не містить конкретних методичних підходів, а передбачає, що розрахунок критеріїв економічної ефективності інвестиційної пропозиції, інвестиційного проекту здійснюють з урахуванням Методичних рекомендацій із розроблення інвестиційного проекту, для реалізації якого може надаватися державна підтримка.

Ці методичні рекомендації містить методика визначення названих вище показників ефективності інвестицій (пункт 2.8). Проте в них не розкрито питання врахування ризиків у разі оцінки ефективності проекту, лише рекомендовано наводити в проекті окремим розділом інформацію про його ризики, запобіжні заходи й страхування ризиків у випадках, передбачених законом (пункт 2.10). При цьому передбачена лише якісна характеристика ризиків. Тобто названі Методичні рекомендації не містять кількісних методів оцінки ризиків інвестування та порядок їх врахування в разі оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту.

Методичні рекомендації щодо проведення оцінки економічної і соціальної ефективності виконання державних цільових програм містять алгоритм розрахунку чотирьох основних показників економічної ефективності, який збігається з методами, наведеними в розглянутих вище Методичних рекомендаціях із розроблення інвестиційного проекту. Також вони пропонують використання кількох специфічних показників для інноваційних проектів: додана вартість, коефіцієнт співвідношення інвестицій (приватних і державних), коефіцієнт комерціалізації та коефіцієнт продаж нового продукту. Крім цього, розглядувані Методичні рекомендації містять методи оцінки синергетичного економічного ефекту програмної взаємодії, які дозволяють оцінити економічну ефективність програми саме як системи взаємопов'язаних проектів, тобто перейти від оцінки окремих інвестиційних проектів до оцінки ефективності їх комплексної реалізації. Синергетичний ефект

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

програмної взаємодії включає ефекти програмної централізації, концентрації, спеціалізації, кооперації й тиражування проміжних і кінцевих результатів. Названі Методичні рекомендації містять методичні підходи до визначення кожного із зазначених ефектів. Проте в них також відсутні методичні підходи щодо оцінки рівня ризику та його врахування під час визначення економічної ефективності інвестиційного проекту й програми.

Методичні рекомендації з розроблення бізнес-плану підприємств містять методичні підходи щодо прогнозування грошових потоків від діяльності підприємства й визначення показників економічної ефективності інвестицій, які, у цілому збігаючись із Методичними рекомендаціями з розроблення інвестиційного проекту, є більш докладними. У розглянутих Методичних рекомендаціях також відсутні підходи щодо кількісного оцінювання рівня ризику інвестицій. Проте на підставі аналізу пункту 2.1.10.3 цих рекомендацій можна зробити висновок, що основним шляхом врахування ризиків під час оцінки економічної ефективності інвестицій є підвищення ставки дисконтування на премію за ризик, оскільки визначено, що «Ставка дисконту (r) – це норма прибутку, що інвестори звичайно одержують від інвестицій аналогічного змісту й ступеня ризику».

Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво містить підходи до визначення основних показників економічної ефективності проектів. При цьому є розбіжності з розглянутими вище нормативними актами у визначенні показника «індекс дохідності». Так, у Методиці він визначений як відношення чистого дисконтованого доходу до дисконтованої вартості інвестицій, а в усіх інших нормативних актах – як відношення поточної вартості результатів (чистого вхідного грошового потоку) до поточної вартості інвестиційних витрат. Оскільки в Порядку та критеріях оцінки економічної ефективності проектних (інвестиційних) пропозицій та інвестиційних проектів за критерієм ефективності взято перевищення індексом дохідності одиниці, більш точним є визначення цього показника за Методичними рекомендаціями з розроблення інвестиційного проекту, для реалізації якого може надаватися державна підтримка. Проте

Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво містить певні елементи методичних підходів до врахування ризиків під час оцінки ефективності. Так, пункти 3.20 і 3.21 Методики передбачають, що середньо- й довгострокові проекти НДДКР щодо термінів їх реалізації потребують врахування фактора невизначеності й ризику. Для врахування цього фактора можуть бути використані такі методи: перевірка стійкості проекту, корегування параметрів проекту, формалізований опис невизначеності. Стійкість проекту визначають за допомогою точки беззбитковості. Корегування параметрів проекту проводять на основі уточнення вихідного техніко-економічного завдання, у тому числі строків виконання проекту у зв'язку із запізненнями у фінансуванні його етапів, порушенням технологій під час упровадження інновацій, порушенням строків поставок сировини та іншими ускладненнями. В усіх випадках таких порушень до складу витрат на проект додають зумовлені ними втрати. Пункт 3.22 (формула 3.16) Методики передбачає застосування моделі оцінки капітальних активів для визначення ставки дисконту з урахуванням ризику.

Таким чином, вітчизняні нормативні акти у сфері оцінки економічної ефективності інноваційних та інвестиційних проектів відображають певний методичний інструментарій щодо структури прогнозних грошових потоків, визначення їх складових, розрахунку основних показників економічної ефективності інвестицій з урахуванням чинника часу, який в цілому відповідає сучасним теоретичним засадам оцінки економічної ефективності інвестицій та проектного аналізу [1, 3, 4, 7, 10, 13, 15].

Оцінку економічної ефективності інноваційно-інвестиційного проекту проводять за такими етапами:

1. Визначення тривалості життєвого циклу проекту.
2. Прогноз грошових потоків за базовим сценарієм проекту.
3. Кількісна оцінка рівня ризикованості проекту.
4. Визначення ставки дисконту для базового сценарію інвестиційного проекту на підставі зв'язку норми доходу й рівня ризику.
5. Визначення показників ефективності за

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

базовим сценарієм і ставкою дисконту, що враховує премію за ризик.

Чисту приведену вартість інноваційно-інвестиційного проекту визначають за формулою:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{E_t}{(1+R)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+R)^t}, \quad (1)$$

де NPV – чиста приведена вартість; R – ставка дисконту; T – тривалість життєвого циклу проекту; E_t – результат (економічний ефект) проекту в t -му періоді; I_t – інвестиційні витрати проекту в t -му періоді.

Критерієм ефективності проекту є позитивна величина NPV .

Для прогнозування результатів і витрат проекту в цій роботі застосована концепція базових (фіксованих на певну дату) цін. Тому за розглядом проектом модернізації КМБ локомотивів із заміною МОП кочення прогнозний економічний ефект мало коливається за роками життєвого циклу інвестицій і може бути прийнятий на середньорічному рівні. Інвестиційні витрати проекту виникають лише на початку життєвого циклу інвестицій і дорівнюють вартості модернізації тепловоза. Тому формула для визначення чистої приведеної вартості проекту може бути представлена у вигляді:

$$NPV = \bar{E} \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} - I, \quad (2)$$

де \bar{E} – середньорічний економічний ефект від модернізації тепловоза; I – вартість модернізації тепловоза; T – термін корисного використання тепловоза.

Внутрішню норму доходу проекту визначають як ставку дисконту, за якою чиста приведена вартість проекту дорівнює нулю. Її встановлюють шляхом розв'язання рівняння:

$$\bar{E} \cdot \frac{1-(1+IRR)^{-T}}{IRR} - I = 0, \quad (3)$$

де IRR – внутрішня норма доходу.

Критерієм ефективності проекту є перевищення внутрішньою нормою доходу ставки дисконту.

Індекс дохідності проекту (PI) визначають за формулою:

$$PI = \frac{\bar{E} \cdot \frac{1-(1+IRR)^{-T}}{IRR}}{I}. \quad (4)$$

Критерієм ефективності проекту є величина індексу дохідності, яка більша за одиницю або дорівнює їй.

Дисконтований термін окупності інвестицій проекту визначають як період часу від початку життєвого циклу проекту до моменту, після якого накопичена чиста приведена вартість портфеля стає та далі залишається позитивною. Критерієм ефективності є величина динамічного терміну окупності, яка менша за тривалість життєвого циклу портфеля або дорівнює їй.

За умови використання базисних цін під час прогнозування грошових потоків зі складу ставки дисконту виключаємо інфляційну складову за формулою:

$$R = \frac{R_n - i}{1 + i}, \quad (5)$$

де R – реальна ставка дисконту; R_n – номінальна ставка дисконту; i – темп інфляції, який прогнозується.

Оцінку економічної ефективності модернізації тепловоза проводять на основі зіставлення витрат із результатами, що виникають унаслідок модернізації упродовж життєвого циклу тепловоза.

Тривалість життєвого циклу приймаємо рівною нормативному терміну експлуатації тепловоза. За інвестиційні беремо витрати, пов'язані з більш високою вартістю КМБ із МОП кочення порівняно з КМБ із МОП ковзання. Результатами є економія експлуатаційних витрат, яку забезпечує заміна МОП ковзання на МОП кочення. Названі витрати враховуємо у вартості модернізації тепловоза.

Середньорічний економічний ефект від модернізації тепловоза складається з економії експлуатаційних витрат, пов'язаних із роботою тепловоза, і включає:

- економію витрат на мастило;
- економію витрат на ремонт й обслуговування КМБ тепловоза, у тому числі заміну вкладишів МОП;
- економію витрат на пальне для тяги поїздів.

Економію витрат на мастило визначаємо, виходячи з кількості заміни та доливання мастила до МОП ковзання та кочення під час ремонт-

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

тів, витрат мастила на заміну (доливання) під час технічного обслуговування та ціни мастила відповідного типу.

Економію витрат на ремонт й обслуговування КМБ тепловоза визначаємо, виходячи з трудомісткості відповідних робіт, тарифних ставок працівників і вартості вкладишів, які використовують у разі заміни.

Економію витрат на пальне для тяги поїздів визначаємо, виходячи з підвищення коефіцієнта корисної дії зубчастої передачі з МОП кочення порівняно з МОП ковзання.

Вихідними даними для оцінки економічної ефективності модернізації тепловоза є чинні норми експлуатації, технічного обслуговування й ремонту тепловозів певної серії, дані розробника модернізації, статистичні відомості ПАТ «Укрзалізниця», Державної служби статистики України, Національного банку України й результати власних досліджень авторів цієї роботи. Вихідні дані для оцінки економічної ефективності модернізації тепловоза М62 наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Вихідні дані для оцінки економічної ефективності, що відрізняються за варіантами

Показник	Одиниця виміру	Величина для тепловоза з			
		МОП ковзання	джерело інформації	МОП кочення	джерело інформації
Мастило, яке застосовують у МОП	–	мастило осьове марок «Л», «З» (ГОСТ 610-72)	дані ПАТ «УЗ»	мастило «Агринол»	дані розробника
Періодичність повної заправки мастилом МОП	–	під час ремонту з розбиранням КМБ, у випадку заміни вкладишів, сезонної заміни мастила	[4]	ПР-3, КР-1, КР-2	дані розробника
Періодичність додавання мастила до МОП	–	ТО-2, ТО-3	[4]	ПР-2	дані розробника
Кількість мастила, яку витрачають під час повної заміни	л/точка змащ.	12	дані ПАТ «УЗ»	1,5	дані розробника
Кількість мастила, яку витрачають під час додавання	л/точка змащ.	0,4	дані ПАТ «УЗ»	0,15	дані розробника
Ціна мастила, без ПДВ	грн/л	12,5	prozorro.gov.ua	51,82	дані розробника

Таблиця 2

Вихідні дані для оцінки економічної ефективності, які однакові за варіантами

Показник	Одиниця виміру	Величина
Кількість точок змащування	од./секц.	12
Нормативні міжремонтні періоди:		
– технічне обслуговування ТО-2	год	72
– технічне обслуговування ТО-3	тис. км	10
– поточний ремонт ПР-1	тис. км	50
– поточний ремонт ПР-2	тис. км	95
– поточний ремонт ПР-3	тис. км	195
– капітальний ремонт КР-1	тис. км	780

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Продовження таблиці 2

Показник	Одиниця виміру	Величина
Кількість точок змащування	од./секц.	12
– капітальний ремонт КР-2	тис. км	1 560
Середня норма деповського процента несправних тепловозів	%	8
Нормативний строк експлуатації тепловоза	років	20
Погодинна тарифна ставка слюсаря на ремонті рухомого складу з урахуванням усіх доплат:		
– 3-го розряду	грн/год	33,47
– 5-го розряду	грн/год	42,92
Ставка єдиного соціального внеску	%	22
Середня вартість комплекту вкладишів МОП, без ПДВ	грн/МОП	50 000
Фактичні питомі витрати дизельного пального для тепловоза серії М62 під час руху в складі вантажного поїзда	кг/10 000 т-км бр.	34
Витрата пального на холостому ходу	кг/год	25
Середня вага вантажного поїзда з тепловозом серії М62	т	3 781,82
Середньодобовий пробіг тепловозів серії М62	км	416
Вартість дизельного пального, без ПДВ	грн/т	22 059
Коефіцієнт підвищення ККД зубчастої передачі з МОП кочення порівняно з МОП ковзання	разів	1,055
Вартість модернізації колісно-моторного блока під МОП кочення, без ПДВ	тис. грн	357,6
Середня технічна швидкість	км/год	45,6

Результати

Для визначення витрати мастильних матеріалів на змащування МОП з'ясуємо кількість ремонтів і технічних обслуговувань за життєвий цикл тепловоза відповідно до схеми ремонтного циклу.

Призначений ресурс пробігу тепловоза визначений як подвоєний ресурс пробігу до капітального ремонту в обсязі КР-2, що становить 3 120 тис. км. Виходячи з ресурсу пробігу тепловоза серії М62 та норм міжремонтних пробігів, визначена нормативна кількість ремонтів і ТО тепловоза за життєвий цикл, яка становить:

- КР-2 – 1 ремонт;
- КР-1 – 2 ремонти;
- ПР-3 – 12 ремонтів;
- ПР-2 – 17 ремонтів;
- ПР-1 – 29 ремонтів;
- ТО-3 – 250 ТО за цикл;
- ТО-2 – 112 ТО на рік.

Під час виконання для тепловозів із МОП ковзання капітальних, поточних ремонтів, а також технічного обслуговування для сезонної заміни мастила виконують його повну заміну. Під час виконання технічного обслуговування проводять доливання мастила до МОП ковзання [5]. Витрата мастила на повну заміну для МОП ковзання становить $12 \cdot 12 = 144$ л на секцію тепловоза, на доливання мастила – $12 \cdot 0,4 = 4,8$ л на секцію тепловоза. Таким чином, середня річна витрата мастила для МОП ковзання сягає 1322,4 л.

Під час проведення для тепловозів із МОП кочення капітальних ремонтів і поточного ремонту в обсязі ПР-3 виконують повну заміну мастила. Під час технічного обслуговування в обсязі ТО-2 проводять доливання мастила до МОП кочення. Витрата мастила на повну заміну для МОП кочення становить $12 \cdot 1,5 = 18$ л на секцію тепловоза, на доливання мастила $12 \cdot 0,15 = 1,8$ л на секцію тепловоза. Таким чином, середня річна витрата мастила для МОП кочення сягає 15,93 л.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

З урахуванням втрати мастила під час заливання та доливання (10 %) середньорічні витрати на мастильні матеріали становлять:

- для тепловоза з МОП ковзання – 8 183 грн;
- для тепловоза з МОП кочення – 908 грн.

Економія витрат на мастильні матеріали становить: $18183 - 908 = 17275$ грн/р.

Витрати на технічне обслуговування й ремонт КМБ тепловоза М62 з МОП ковзання та кочення включають витрати, пов'язані з:

- оплатою праці працівників, зайнятих на технічному обслуговуванні й ремонтах КМБ, рівень якої визначається трудомісткістю та кваліфікацією ремонтного персоналу;
- витратою матеріалів і запасних частин на технічне обслуговування й ремонти.

Витрати, пов'язані з оплатою праці, визначають на основі переліку пов'язаних із МОП робіт, які виконують під час ТО й ремонтів, нормативного розряду робіт і вартості нормо-години відповідного розряду. При цьому враховано коефіцієнт витрат часу на допоміжні потреби 1,093 (на підготовчо-завершальні дії 3,5 %, час на обслуговування робочого місця 3,1 %, час на відпочинок й особисті потреби 2,7 %, разом 9,3 %).

Трудомісткість обслуговування МОП кочення взята на рівні 25 % від відповідного зна-

чення для МОП ковзання, виходячи зі спрощення технологічного процесу обслуговування МОП кочення.

Витрати, пов'язані з оплатою праці, наведено в табл. 3.

Із табл. 3 видно, що середньорічні витрати, пов'язані з оплатою праці, досягають: для МОП ковзання $181926/20 = 9096$ грн, для МОП кочення $19412/20 = 971$ грн. Таким чином, економія витрат, пов'язаних із оплатою праці, становить $9096 - 971 = 8125$ грн/р.

Упродовж життєвого циклу тепловоза серії М62 під час виконання капітальних ремонтів виконують повну заміну вкладишів МОП ковзання. Під час поточного ремонту ПР-3 замінюють 35 % вкладишів. Вартість комплексу вкладишів МОП становить 50 тис. грн без ПДВ. Таким чином, середньорічна економія витрат на запасні частини становить:

$$\frac{(50\,000 \cdot (1+2) + 50\,000 \cdot 12 \cdot 0,35) \cdot 12}{20} = 216\,000 \text{ грн/р.}$$

У середніх умовах експлуатації тепловоз серії М62 (з урахуванням простою в ремонтах) за рік виконує вантажообіг бруто в розмірі:

Таблиця 3

Розрахунок витрат, пов'язаних із оплатою праці за роботи з МОП під час ремонтів і ТО тепловоза серії М62 упродовж життєвого циклу

Вид ремонту, ТО	Розряд робіт	Погодинна ставка, грн	Трудомісткість з урахуванням допоміжного часу, люд.-год		Кількість ТО, ремонтів	Коефіцієнт оплати за невідпрацьований час	Фонд оплати праці, грн		Єдиний соціальний внесок, грн		Разом витрати, грн	
			ковзання	кочення			ковзання	кочення	ковзання	кочення	ковзання	кочення
ТО-2	3	33,47	0,38	0	2 240	1,1	31 339	0	6 895	0	38 234	0
ТО-3	5	42,92	4,59	0	250	1,1	54 176	0	11 919	0	66 095	0
ПР-1	5	42,92	12,1	3,03	29	1,1	16 567	4 149	3 645	913	20 212	5 062
ПР-2	5	42,92	16,26	4,07	17	1,1	13 050	3 267	2 871	719	15 921	3 986
ПР-3	5	42,92	38,13	9,53	12	1,1	21 602	5 399	4 752	1 188	26 354	6 587
КР	5	42,92	87,44	21,86	3	1,1	12 385	3 096	2 725	681	15 110	3 777
Разом за життєвий цикл							149 119	15 911	32 807	3 501	181 926	19 412

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

$$3\,781,82 \cdot 416 \cdot (1 - 0,08) \cdot 365 \cdot 10^{-6} = \\ = 528,3 \text{ млн т-км бр.}$$

Питома витрата пального становить 34 кг на 10 000 т-км бр. Загальна витрата пального за рік сягає:

$$\frac{528,3 \cdot 10^6 \cdot 34}{10000} \cdot 10^{-3} = 1\,796,22 \text{ т.}$$

Середня ділянкова швидкість сягає 45,6 км/год, тоді час у русі тепловоза експлуатаційного парку становить:

$$\frac{416}{45,6} = 9,12 \text{ г/доб.}$$

Річний бюджет часу простоїв у «гарячому» стані тепловоза серії М62 сягає:

$$(24 - 9,12) \cdot 365 \cdot (1 - 0,08) = 4\,997 \text{ год/р.}$$

Витрати пального на простій у «гарячому» стані дорівнюють:

$$4\,997 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 124,9 \text{ т.}$$

Витрати пального у поїзній роботі тепловоза серії М62 сягають:

$$1\,796,22 - 124,9 = 1\,671,32 \text{ т.}$$

Оскільки ККД зубчастої передачі з МОП кочення в 1,055 разів вищий, ніж із МОП кочання, економія пального в середньому за рік становитиме:

$$1\,671,32 - \frac{1\,671,32}{1,055} = 87,1 \text{ т.}$$

З урахуванням вартості дизельного пального 22 059 грн/т річна економія витрат на пальне для тяги поїздів дорівнюватиме:

$$87,1 \cdot 22\,059 = 1\,921\,339 \text{ грн/р.}$$

Загальний середньорічний економічний ефект від модернізації секції тепловоза серії М62 сягає:

$$(17\,275 + 8\,125 + 216\,000 + 1\,921\,339) \cdot 10^{-3} = \\ = 2\,162,7 \text{ тис. грн/р.}$$

Інвестиційні витрати в розрахунку на секцію тепловоза серії М62, які визначаємо як добуток

кількості КМБ й вартості модернізації одного КМБ, дорівнюють:

$$6 \cdot 357,6 = 2\,145,6 \text{ тис. грн без ПДВ.}$$

Ставку дисконту визначаємо з використанням моделі оцінки капітальних активів (β -метод) як вартість капіталу, інвестованого у сферу економічної діяльності «Транспорт».

Коефіцієнт ризикованості β визначаємо як відношення коваріації дохідності досліджуваного інвестиційного активу й дохідності ринку капіталу.

Як вимірник дохідності інвестицій взята рентабельність власного капіталу великих і середніх підприємств по Україні в цілому (вимірник дохідності ринку капіталу) та сфери економічної діяльності «Транспорт» (вимірник дохідності інвестиційного активу). Відомості щодо чистого прибутку й власного капіталу наведені в табл. 4 [9].

За даними табл. 4 визначено коваріацію рентабельностей (55,7) і дисперсію дохідності ринку (155,4). Таким чином, коефіцієнт β для інвестицій у сферу економічної діяльності «Транспорт» сягає:

$$\beta = \frac{55,7}{155,4} = 0,358.$$

За базову ставку використовуємо норму доходу на інвестиції з мінімальним ризиком (середня процентна ставка за довгостроковими депозитами суб'єктів господарювання у 2017 році становитиме 14,3 %).

Дохідність фондового ринку на поточний момент часу визначаємо як середню дохідність фондового індексу UX (індекс українських акцій) за один рік (з 15.11.2016 по 15.11.2017). Величина індексу на початок періоду становила 791,11, на кінець періоду – 1 261,62 [9]. Середньорічна норма доходу дорівнює:

$$R_m = \frac{1\,261,62}{791,11} \cdot 100 - 100 = 59,47 \text{ \%}.$$

Таким чином, номінальна ставка дисконту до оподаткування становить:

$$R = R_b + \beta \cdot (R_m - R_b) = \\ = 14,3 + 0,358 \cdot (59,47 - 14,3) = 30,5 \text{ \%}.$$

Визначення рентабельності власного капіталу

Рік	Чистий фінансовий результат, млн грн		Середній власний капітал, млн грн		Власний капітал на кінець періоду, млн грн		Рентабельність власного капіталу, %	
	по Україні	транспорт	по Україні	транспорт	по Україні	транспорт	по Україні	транспорт
2016	13 324,4	6 622,533	1 790 507	727 082,3	1 806 908,5	729 340,6	0,74	0,91
2015	-373 516	-17 847,8	1 627 381	438 080,6	1 774 104,6	724 823,9	-22,95	-4,07
2014	-590 067	-22 591,6	1 715 516	165 346,2	1 480 658	151 337,3	-34,4	-13,66
2013	-22 839,7	-1 423,4	1 927 658	176 269,8	1 950 374,9	179 355,1	-1,18	-0,81
2012	35 067,3	3 127,7	1 745 612	179 525,3	1 904 940,2	173 184,5	2,01	1,74
2011	67 797,9	2 839,8	1 506 498	180 235,4	1 586 284,7	185 866	4,5	1,58
2010	13 906,1	1 348,7	1 348 125	169 027,3	1 426 711,6	174 604,7	1,03	0,8
2009	-37 131,1	4 889,5	1 201 571	155 846,4	1 269 537,7	163 449,8	-3,09	3,14
2008	-41 025,1	234,5	1 081 690	139 033,1	1 133 603,7	148 242,9	-3,79	0,17
2007	–	–	–	–	1 029 775,5	129 823,2	–	–

Під час прогнозування витрат використана концепція базисних цін, тому для дисконтування застосована реальна ставка дисконту. Прогнозний темп інфляції взято на рівні 11 % на рік [9]. Тобто реальна ставка дисконту сягає:

$$\frac{30,5 - 11}{1 + 0,11} = 17,6 \%$$

Отже, основні показники економічної ефективності модернізації тепловоза серії М62 дорівнюють:

– чиста поточна вартість (формула (2):

$$NPV = 2162,7 \cdot \frac{1 - (1 + 0,176)^{-20}}{0,176} - 2145,6 = 9662 \text{ тис. грн};$$

– внутрішня норма доходу (формула (3):

$$2162,7 \cdot \frac{1 - (1 + IRR)^{-20}}{IRR} - 2145,6 = 0;$$

$$IRR = 1,007;$$

– індекс дохідності (формула (4):

$$PI = \frac{2162,7 \cdot \frac{1 - (1 + 0,176)^{-20}}{0,176}}{2145,6} = 5,5 \text{ разів};$$

– статичний термін окупності інвестицій:

$$T_{ок} = \frac{2145,6}{2162,7} \cdot 12 = 11,9 \text{ міс.}$$

Графік накопичення чистої приведеної вартості проекту відображено на рис. 1.

Наукова новизна та практична значимість

З урахуванням особливостей виду роботи тепловоза під час руху в складі вантажного поїзда розроблена методика визначення окремих складових середньорічного економічного ефекту від модернізації КМБ тепловоза. До них належить економія витрат на мастило, на ремонт й обслуговування КМБ тепловоза, у тому числі заміну вкладишів МОП, та економія витрат на пальне для тяги поїздів.

Практична значимість роботи полягає в тому, що на основі наведеної методики й результатів дослідження можна визначити доцільність модернізації тепловоза з урахуванням особливостей видів його роботи.

Висновки

Із проведених розрахунків видно, що чиста приведена вартість (*NPV*) проекту дорівнює 9 662 тис. грн, внутрішня норма доходу (*IRR*) проекту становить 100,7 %, що перевищує ставку дисконту, індекс дохідності (*PI*) проекту дорівнює 5,5 разів, що перевищує одиницю. Графік на рис. 1 свідчить, що дисконтний тер-

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

мін окупності проекту становить 1,2 років (14,4 міс.), що значно менше за тривалість життєвого циклу інвестицій.

Такими чином, основні критерії свідчать, що розглянутий інноваційний проект з модернізації тепловоза серії М62 забезпечує високий рівень економічної ефективності.

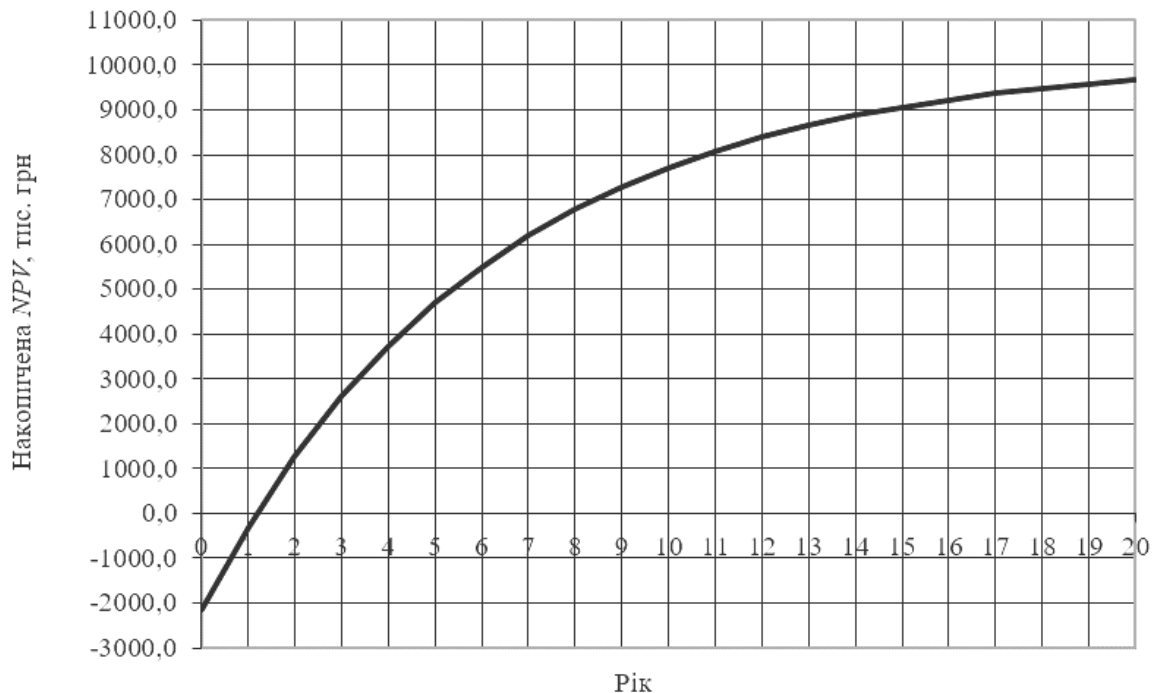


Рис. 1. Накопичення чистої приведеної вартості

Fig. 1. Accumulation of net present value

При цьому величина дисконтованого терміну окупності інвестицій у модернізацію передбачає, що її проведення є доцільним, якщо залишковий ресурс строку корисного використання об'єкта модернізації (тепловоза серії М62) не менший за 15 місяців.

Техніко-економічне обґрунтування виконане в цінах і нормативах 2017 р. на етапі розробки технічної документації на модернізацію КМБ й підлягає уточненню за результатами їх роботи в реальних експлуатаційних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бланк, І. О. Інвестиційний менеджмент : підручник / І. О. Бланк. – Київ : Лібра, 2006. – 552 с.
2. Боднар, Б. Є. Теорія та конструкція локомотивів. Екіпажна частина : підручник / Б. Є. Боднар, Є. Г. Нечаєв, Д. В. Бобир. – Дніпропетровськ : Ліра ЛТД, 2009. – 284 с.
3. Дука, А. І. Теорія та практика інвестиційної діяльності. Інвестування / А. І. Дука. – Київ : Каравела, 2008. – 432 с.
4. Гненний, О. М. До питання оцінки та застосування вартості життєвого циклу продукції машинобудування / О. М. Гненний, А. Мохаммадреза // Проблеми економіки транспорту : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2016. – Вип. 12. – С. 7–12. doi: 10.15802/pte.v0i12.95609
5. Ендовицкий, Д. А. Практикум по финансово-инвестиционному анализу. Ситуации. Методики. Решения : учеб. пособие / Д. А. Ендовицкий, Л. С. Коробейникова, С. Н. Коменденко ; под ред. Д. А. Ендовицкого. – Москва : КноРус, 2006. – 432 с.
6. Інструкція з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України : ЦТ-0060 : затв. наказом Укрзалізниці від 21.04.2003 р. / М-во трансп. України. Держадміністрація заліз. трансп. України. Голов. управ. колійного госп-ва. – Київ : Девалта, 2003. – 55 с.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

7. Лапицкий, В. Н. Новый этап в эксплуатации локомотивов: переход на моторно-осевые подшипники качения [Electronic resource] / В. Н. Лапицкий, А. Г. Пашнин // Информіо. – 2015. – Available at: <http://www.informio.ru/publications/id1894/Novyi-yetap-v-yekspluatacii-lokomotivov-perehod-na-motorno-osevye-podshpniki-kachenija> – Title from the screen. – Accessed : 02.04.2018.
8. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте : учеб.-метод. пособие / Сост. Ю. Ф. Кулаев. – Киев : Транспорт Украины, 2001. – 182 с.
9. МОП качения на тепловозе ТЭМ18ДМ прошли проверку временем [Electronic resource] // и-Маш. – 2013. – Available at: http://www.i-mash.ru/news/nov_otrasl/32708-mop-kachenija-na-teplovoze-tjem18dm-proshli.html – Title from the screen. – Accessed : 02.04.2018.
10. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Electronic resource]. – Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/size.htm – Title from the screen. – Accessed : 02.04.2018.
11. Проект Програми Прогнозної оновлення рухомого складу ПАТ «Укрзалізниця» на період до 2021 року (станом на 21.11.2016). – Київ : Укрзалізниця, 2016. – 16 с.
12. Тарута, Д. В. Повышение долговечности моторно-осевых подшипников тягового электродвигателя тепловоза : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Дмитрий Викторович Тарута ; Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2005. – 178 с.
13. A method to measure the eco-efficiency of diesel locomotive / B. B. Carvalhaes, R. A. Rosa, M. A. D'Agosto, G. M. Ribeiro // Transportation Research. Part D: Transport and Environment. – 2017. – Vol. 51. – P. 29–42. doi: 10.1016/j.trd.2016.11.031
14. Bodnar, V. Improving Operation and Maintenance of Locomotives of Ukrainian Railways / B. Bodnar, A. Ochkasov, D. Bobyr // Technologijos ir Menas = Technology and Art. – 2016. – № 7. – P. 109–114.
15. Shelley, S. Evaluating attitudes to safety leadership within rail construction projects / S. Shelley, B. Ryan, D. Golightly // Safety Science. – 2018. doi: 10.1016/j.ssci.2017.12.030

М. И. КАПИЦА^{1*}, О. Н. ГНЕННЫЙ^{2*}, Д. В. БОБЫРЬ^{3*}

^{1*}Каф. «Локомотивы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днипро, Украина, 49010, тел. +38 (0562) 33 19 61, эл. почта m.i.kapitca@ua.fm, ORCID 0000-0002-3800-2920

^{2*}Каф. «Экономика и менеджмент», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днипро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 80, эл. почта oleggnennij@gmail.com, ORCID 0000-0002-2944-5105

^{3*}Каф. «Локомотивы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днипро, Украина, 49010, тел. +38 (0562) 33 19 61, эл. почта dmitrob@ua.fm, ORCID 0000-0003-1441-3861

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ КОЛЕСНО-МОТОРНЫХ БЛОКОВ ТЕПОВОЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОТОРНО-ОСЕВЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Цель. Использование моторно-осевых подшипников (МОП) качения вместо моторно-осевых подшипников скольжения является приоритетным направлением развития локомотивостроения и эксплуатации имеющихся локомотивов. Решение задач по внедрению на локомотивах колесно-моторных блоков (КМБ) с подшипниками качения требует поиска альтернативных вариантов и новых технических решений. Целью статьи является определение целесообразности переоборудования колесно-моторного блока тепловоза на подшипники качения путем расчета жизненного цикла (LCC). **Методика.** Порядок и критерии оценки экономической эффективности проектных (инвестиционных) предложений и инвестиционных проектов, утвержденные постановлением Кабинета Министров Украины, предполагают, что оценка экономической эффективности инвестиционного проекта осуществляется по следующим критериям: чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, дисконтированный период окупаемости и индекс доходности. Использование указанных критериев экономической эффективности полностью соответствует современным принципам, теоретико-методическим подходам и мировой практике оценки эффективности инвестиций. В работе оценка технико-экономической эффективности модернизации колесно-моторного блока тепловоза проведена на основе расчета и сравнения следующих критериев – чистой приведенной стоимости (NPV) модернизации, внутренней нормы дохода (IRR), индекса доходности

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

(PI) и дисконтного срока окупаемости. **Результаты.** Выполненные расчеты значений основных критериев свидетельствуют, что инновационной проект по модернизации тепловоза обеспечивает высокий уровень экономической эффективности. При этом величина дисконтированного срока окупаемости инвестиций в модернизацию предусматривает, что ее проведение целесообразно, если остаточный ресурс срока полезного использования модернизированного тепловоза серии М62 не менее 15 месяцев. **Научная новизна.** С учетом особенностей вида работы тепловоза во время движения в составе грузового поезда разработана методика по определению отдельных составляющих среднегодового экономического эффекта от модернизации колесно-моторного блока тепловоза. К ним относятся экономия расходов на смазку, на ремонт и обслуживание колесно-моторного блока тепловоза, в том числе замену вкладышей МОТ, и экономия затрат на топливо для тяги поездов. **Практическая значимость.** Результаты работы позволяют определить целесообразность модернизации тепловозов с учетом особенностей и условий их работы, а также специфики модернизации.

Ключевые слова: модернизация тепловоза; колесно-моторный блок; технико-экономическая эффективность; подшипники качения; жизненный цикл

М. І. КАПИЦА^{1*}, О. М. ГНЕННИЙ^{2*}, Д. В. БОБИР^{3*}

^{1*}Dep. «Locomotives», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (0562) 33 19 61, e-mail m.i.kapitca@ua.fm, ORCID 0000-0002-3800-2920

^{2*}Dep. «Economics and Management», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 80, e-mail oleggnennij@gmail.com, ORCID 0000-0002-2944-5105

^{3*}Dep. «Locomotives», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (0562) 33 19 61, e-mail dmitrob@ua.fm, 0000-0003-1441-3861

EFFICIENCY OF MODERNIZATION OF WHEEL-MOTOR BLOCKS USING ANTI-FRICTION TRACTION MOTOR SUPPORT BEARINGS

Purpose. The use of anti-friction traction motor support bearings (TMSB) instead of plain friction traction motor support bearings is a priority direction of locomotive development both for newly constructed locomotives and for those in operation. The solution of the set tasks for introduction of wheel-motor blocks (WMB) with anti-friction bearings demanded the search for alternative variants and new technical solutions. The purpose of the article is to determine the feasibility of re-equipping the diesel locomotive wheel-motor blocks with anti-friction bearings through the life cycle calculation (LCC). **Methodology.** The procedure and criteria for assessing the economic efficiency of project (investment) proposals and investment projects approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine envisage that the cost-effectiveness analysis of an investment project is carried out according to the following criteria: net present value, internal rate of return, discounted payback period and profitability index. The use of these criteria of economic efficiency fully corresponds to modern principles, theoretical-methodical approaches and world practice in evaluating the efficiency of investments. The evaluation of the technical and economic efficiency of the modernization of the diesel locomotive wheel-motor block is made on the basis of calculation and comparison of the following criteria: the net present value (NPV) of modernization, the internal rate of return (IRR), the profitability index (PI) and the discount payback period. **Findings.** The results of the calculations of the values of the main criteria show that the innovative project for the modernization of the locomotive provides a high level of economic efficiency. At the same time, the value of the discounted payback period of investments in modernization indicates that it is expedient to carry out this operation if the residual life of the upgraded locomotive of the M62 series is at least 15 months. **Originality.** Taking into account the specifics of the type of locomotive work in freight traffic, we developed a method to determine the individual components of the average annual economic effect of modernization of the diesel locomotive wheel-motor block, which includes saving of oil costs, repairing and servicing the diesel locomotive wheel-motor unit, as well as change of TMSB brass and saving fuel costs for traction. **Practical value.** The results of the work make it possible to determine the expediency of modernization of diesel locomotives taking into account the features and conditions of their operation and the specifics of modernization.

Keywords: diesel locomotive modernization; wheel-motor block; technical and economic efficiency; anti-friction bearings; life cycle

REFERENCES

1. Blank, I. O. (2006). *Investytsiyni menedzhment : pidruchnyk*. Kyiv: Libra. (in Ukrainian)
2. Bodnar, B. Y., Nechaiev, Y. G., & Bobyr, D. V. (2009). *Teoriia ta konstruktsiia lokomotyviv. Ekipazhna chastyna: pidruchnyk*. Dnipropetrovsk: Lira LTD. (in Ukrainian)
3. Duka, A. I. (2008). *Teoriia ta praktyka investytsiynoi diialnosti. Investuvannia*. Kyiv: Karavella. (in Ukrainian)
4. Hnennyj, O., & Mohammadreza, A. (2016). To the question of evaluation and use of life cycle cost of engineering product. *Problemi ekonomiki transportu: zbirnik naukovih prac' Dnipropetrovs'kogo nacional'nogo universitetu zaliznicnogo transportu imeni akademika V. Lazarana, 12*, 7-12. doi: 10.15802/pte.v0i12.95609 (in Ukrainian)
5. Yendovitskiy, D. A., Korobeinykova, L. S., & Komendenko, S. N. (2006). *Praktikum po finansovo-investitsionnomu analizu. Situatsii. Metodiki. Resheniya: uchebnoe posobie*. Moscow: KnoRus. (in Russian)
6. *Instruktsiia z vykorystannia mastylnykh materialiv na tiahovomu rukhomomu skladi zaliznyts Ukrainy: TsT-0060*. (2003). Kyiv: Devalta Ltd. (in Ukrainian)
7. Lapitskiy, V. N., & Pashnin, A. G. (2015). Novyy etap v ekspluatatsii lokomotivov: perekhod na motorno-osevye podshipniki kacheniya. *Informio*. Retrieved from <http://www.informio.ru/publications/id1894/Novyy-etap-v-yekspluatatsii-lokomotivov-perekhod-na-motorno-osevye-podshipniki-kachenija> (in Ukrainian)
8. Kulaev, Y. F. (2001). *Metody ekonomicheskoy otsenki investitsionnykh projektov na transporte. Uchebno-metodicheskoe posobie*. Kyiv: Transport Ukrainy. (in Russian)
9. MOP kacheniya na teplovoze TEM18DM proshli proverku vremenem. (2013). *i-Mash*. Retrieved from http://www.i-mash.ru/news/nov_otrasl/32708-mop-kachenija-na-teplovoze-tjem18dm-proshli.html (in Russian)
10. Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. (2018). Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/sze.htm
11. *Proekt Prohramy Prohnoznoi onovlennia rukhomoho skladu PAT «Ukrzaliznytsia» na period do 2021 roku (stanom na 21.11.2016)*. (2016). Kyiv : PAT «Ukrzaliznytsia».
12. Taruta, D. V. (2005). *Povyshenie dolgovechnosti motorno-osevykh podshipnikov tyagovogo elektrodvigatelya teplovoza*. (Dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk). Omsk State Transport University, Omsk. (in Russian)
13. Carvalhaes, B. B., Rosa, R. A., D'Agosto, M. A., & Ribeiro, G. M. (2017). A method to measure the eco-efficiency of diesel locomotive. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 51*, 29-42. doi: 10.1016/j.trd.2016.11.031 (in English)
14. Bodnar, B., Ochkasov, A., & Bobyr, D. (2016). Improving Operation and Maintenance of Locomotives of Ukrainian Railways. *Technologijos ir Menas = Technology and Art, 7*, 109-114. (in English)
15. Shelley, S., Ryan, B., & Golightly, D. (2018). Evaluating attitudes to safety leadership within rail construction projects. *Safety Science*. doi: 10.1016/j.ssci.2017.12.030 (in English)

Надійшла до редколегії: 12.04.2018

Прийнята до друку: 25.07.2018