

УДК 629.424.3:338.31

АУЛІН Д. О., старший викладач,
КАГРАМАНЯН А. О., канд. техн. наук, професор,
ФАЛЕНДИШ А. П., д-р техн. наук, професор (Український державний університет залізничного транспорту),
РУДКОВСЬКИЙ О. В., викладач (Одеський коледж транспортних технологій).

Розрахунковий комплекс оцінки ефективності використання ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза

У статті визначено необхідність спрямованості підприємств локомотивного господарства на підвищення економічної ефективності, що обумовлена переходом до ринкових умов господарювання, яка має базуватися на новій системній концепції ресурсозбереження. Підтверджено доцільність розроблення ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза, їх випробувань та оцінки їх ефективності за допомогою запропонованої методики, на основі якої створено розрахунковий програмний комплекс.

Ключові слова: ресурсозбереження, системи тепловоза, випробування, визначення ефективності, розрахунковий комплекс.

Вступ

Одним із головних напрямків державної економічної політики України, що визначений на законодавчому рівні, є ресурсозбереження. Статистичні дані економічного розвитку нашої країни свідчать, що навіть при загальному падінні обсягів національного валового продукту потреби України в паливно-енергетичних ресурсах за рахунок власних можливостей задовольняються тільки на 47%. При цьому 31% енергоресурсів України втрачається при їх виробництві, транспортуванні та споживанні. Тому спрямованість економіки на ресурсозбереження є пріоритетним шляхом розвитку України.

Особливо важливою проблема ресурсозбереження стає в нових економічних умовах господарювання, які визначаються ринковим середовищем, де відмічається значне збільшення цін практично на усі ресурси при обмеженні їх обсягів виробництва або оновлення.

У той же час сучасний стан господарювання в галузі локомотивного господарства визначається як кризовий. Об'єктивна необхідність подолання кризових явищ на транспорті, стабілізація роботи підприємств локомотивного господарства і подальший її розвиток потребують пошуку нових форм і методів господарювання, оптимізації організаційних і функціональних структур, інтенсифікації виробництва, методів управління, розроблення ефективних проектів та організаційних засобів реконструкції, технічного переозброєння підприємств, формування нової ринкової поведінки. Тому спрямованість підприємств локомотивного господарства на підвищення

економічної ефективності, що обумовлена переходом до ринкових умов господарювання, має базуватися на новій системній концепції ресурсозбереження, системі наукових положень управління проектами та розвитку виробництва. Оскільки залізничний транспорт виконує важливу соціальну роль, то при розгляді більшості окремих факторів господарської діяльності використовувати тільки традиційний економічний підхід не достатньо, тим більше, що надання послуг можливе тільки при повному функціонуванні підсистем залізничного транспорту.

Аналіз досліджень та публікацій

Недостатність, а в багатьох напрямках відсутність наукового опрацювання цих питань є одним з головних факторів відставання експлуатаційних показників вітчизняного дизельного рухомого складу від світового рівня. При цьому на підприємствах локомотивного господарства наявні приховані значні резерви, використання яких не потребує пошуку нових джерел ресурсів [1, 2].

Під час експлуатації тепловозів на поверхнях елементів систем дизеля та тепловоза відбувається відкладання та накопичення забруднень різного складу та різних механізмів утворення. Накопичення відкладень на елементах систем дизеля та тепловоза призводить до зміни характеристик та показників роботи силової установки та в окремих випадках може суттєво впливати на ресурс дизеля в цілому.

Існуюча технологія ремонту [3 - 5] у багатьох випадках не передбачає можливості запобігання підвищеному відкладенню забруднень і зводиться в основному до їх видалення, пов'язаного з демонтажем елементів або розбиранням механізмів дизеля та тепловоза. Через складність та недоліки існуючих методів видалення відкладень з поверхонь систем тепловоза та дизельного двигуна як в Україні, так і за її межами проводяться дослідні роботи з упровадження альтернативних технологій, головним критерієм яких є ресурсозбереження.

У зв'язку з цим актуальною є робота з упровадження технологій безрозбірного очищення паливної, водяної та системи повітропостачання тепловоза. Необхідним є розроблення методу прийняття оптимальних рішень щодо періодичності та характеру проведення профілактичних очищень систем тепловозів з урахуванням умов роботи та режимів їх експлуатації, а також розроблення ефективних способів очищення елементів систем дизеля та тепловоза.

Досягнення поставленої мети забезпечується вирішенням таких завдань:

- вивчення причин і характерів забруднення елементів систем дизелів та тепловозів;
- експериментальним дослідженням впливу забруднення окремих елементів систем дизелів та тепловозів на зміну їх характеристик та параметрів роботи;
- вибір та обґрунтування критеріїв, за якими визначається якісний стан систем тепловоза та дизельного двигуна;
- виявлення динаміки процесів забруднення елементів систем дизелів та тепловозів;
- теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка аналітичних залежностей, що дозволяють оцінити ступінь засмічення найважливіших елементів і систем дизеля;
- розроблення математичної моделі характеристик двигунів з урахуванням зміни технічного стану елементів і систем;
- розроблення способів безрозбірного очищення елементів систем дизеля та тепловоза і його перевірки в лабораторних та натурних умовах.

Аналіз праць з оцінки ефективності впровадження нової та модернізованої техніки [6 - 11] показав, що вони спрямовані на визначення вартості життєвого циклу локомотивів у цілому, а часткові модернізації їх систем та використання нових технологій при розрахунках враховуються недостатньо. Так, для масляної системи – вже протягом досить тривалого часу і з позитивними результатами виконується промивання систем різними рідинами. Все більш популярними стають технології очищення паливної системи та циліндро-поршневої групи (ЦПГ) без розбирання з використанням спеціальних мийних

рідин, до складу яких входять найрізноманітніші хімічні з'єднання.

Наприклад, для безрозбірного очищення паливної системи та паливної апаратури фахівцями УкрДУЗТ, головного управління локомотивного господарства, НВП «ТОР», локомотивного господарства Південної залізниці було розроблено та підготовлено до впровадження технологію безрозбірного очищення паливних системи та ЦПГ з використанням спеціальних мийних рідин [6, 7].

Розроблена технологія пройшла ряд випробувань, які були організовані та проведені для визначення її ефективності. Аналіз отриманих даних показав позитивний вплив технології видалення вуглецевих відкладень з паливної системи на технічний стан та паливну економічність тепловозів 2ТЕ116, ЧМЕЗ, ТЕП70. Розроблено технологію застосування безрозбірного очищення для тепловозів різних серій та запропоновано періодичність застосування технології для тепловоза ТЕП70. Результати роботи показали доцільність впровадження запропонованої технології в існуючу систему технічного обслуговування та ремонту тепловозів різних серій. Але програмного забезпечення для прийняття раціональних рішень у цьому питанні немає. Тому розроблення розрахункового комплексу оцінки ефективності використання ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля з урахуванням [8, 9] є актуальним.

Мета роботи

Метою роботи є розроблення науковообґрунтованої методики та програмного комплексу розрахунку ефективності використання ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза з урахуванням життєвого циклу тепловоза.

Основний матеріал

Відповідно до [8, 9] питання, пов'язані з проведенням технічного, сервісного обслуговувань та поточних ремонтів тягового рухомого складу, належать до другого етапу життєвого циклу складу.

Розглянемо більш детально методику розрахунку економічного ефекту від упровадження технології очищення системи дизелів, алгоритм розрахунку якої наведений на рис. 1. За базовий варіант приймаємо існуючу технологію обслуговування та ремонту паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів, а за новий варіант – технологію безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів.

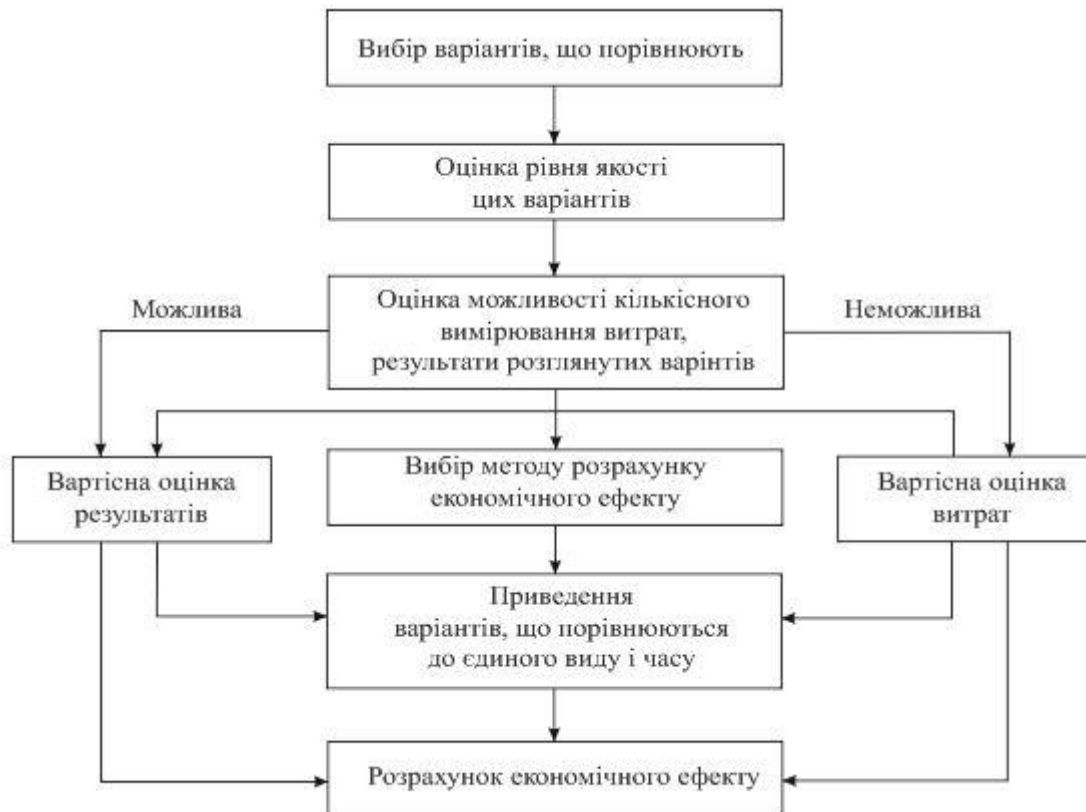


Рис. 1. Алгоритм розрахунку економічної ефективності використання ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза

Очевидно, що вартісною оцінкою результатів заходу є прибуток, який отримується Укрзалізницею від використання тепловозів за базовим і новим варіантами технології утримання в технічно справному стані паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів за розрахунковий період. У розрахунках приймаємо, що застосування технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів не відіб'ється на прибутковій частині економічного ефекту, тобто приймаємо, що $p_T^b = p_T^H$, тоді передбачуване збільшення економічного ефекту, зумовлене використанням технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів за розрахунковий період, визначається за формулою, грн,

$$\Delta E_T = E_T^H - E_T^b = Z_T^b - Z_T^H \quad (1)$$

У загальному випадку витрати за розрахунковий період визначаються за формулою, грн,

$$Z_T = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (Z_t \cdot \alpha_t), \quad (2)$$

де Z_t – витрати на здійснення заходу НТП у році t розрахункового періоду, грн;

α_t – коефіцієнт дисконтування;

t_n, t_k – початковий та кінцевий рік розрахункового періоду.

Коефіцієнт дисконтування визначається за формулою

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{t_p - t}, \quad (3)$$

де E_H – норма дисконту, приймаємо $E_H = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік;

t – рік, витрати якого приводяться до розрахункового року.

Витрати на здійснення заходу НТП у році t розрахункового періоду визначаються за формулою:

$$Z_t = K_t + B_t - L_t, \quad (4)$$

де K_t – капітальні вкладення, необхідні для здійснення заходу НТП у році t розрахункового періоду, грн;

B_t – поточні витрати при використанні заходу у році t розрахункового періоду, грн;

L_t – залишкова вартість основних фондів, що вибувають у році t розрахункового періоду, грн.

Очевидно, що для базового варіанта технології утримання паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів у технічно справному стані:

$$Z_t^{\bar{}} = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (Z_t^{\bar{}} \cdot \alpha_t) = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^{\bar{}} + B_t^{\bar{}} - L_t^{\bar{}}) \cdot \alpha_t. \quad (5)$$

Відповідно, для нового варіанта технології утримання в технічно справному стані паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів (технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів), грн,

$$Z_t^H = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (Z_t^H \cdot \alpha_t) = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^H + B_t^H - L_t^H) \cdot \alpha_t. \quad (6)$$

Підставляючи отримані значення $Z_t^{\bar{}}$ і Z_t^H у формулу (1), отримуємо:

$$\begin{aligned} \Delta E_m &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^{\bar{}} + B_t^{\bar{}} - L_t^{\bar{}}) \cdot \alpha_t - \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^H + B_t^H - L_t^H) \cdot \alpha_t = \\ &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} [(B_t^{\bar{}} - B_t^H) - (K_t^H - K_t^{\bar{}}) + (L_t^H - L_t^{\bar{}})] \cdot \alpha_t = \\ &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (\Delta B_t - \Delta K_t + \Delta L_t) \cdot \alpha_t \end{aligned} \quad (7)$$

де ΔB_t – економія поточних (експлуатаційних) витрат у році t розрахункового періоду, грн;

ΔK_t – додаткові капітальні вкладення в році t розрахункового періоду, грн;

ΔL_t – додатковий ефект від списання основних фондів, що вибувають у році t розрахункового періоду, грн.

Період повернення одноразових витрат (капітальних вкладень) – це період часу, протягом якого сума накопиченого прибутку перевищить суму одноразових витрат (капітальних вкладень). Період повернення одноразових витрат визначається виходячи з умови:

$$\sum_{t=t_{n.o.b.}}^{t=t_{n.o.b.}} (\Delta B_t - \Delta K_t) \cdot \alpha_t \geq 0, \quad (8)$$

де $t_{n.o.b.}$ – рік повернення одноразових витрат.

Таким чином, розв'язання поставленої задачі зводиться до визначення:

- додаткових капітальних вкладень для здійснення заходу щодо застосування технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів;

- економії поточних (експлуатаційних) витрат, яка зумовлена застосуванням технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів.

Додаткові капітальні вкладення обумовлені витратами на додаткове обладнання для оснащення технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів, а також пов'язаними з цим заходом витратами на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР).

Економія поточних (експлуатаційних) витрат від використання технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів обумовлена:

- зменшенням експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів протягом ремонтного циклу у зв'язку зі збільшенням міжремонтного пробігу ПР-1 на 20 %;

- зменшенням річних експлуатаційних витрат за рахунок зменшення витрати палива на тягу поїздів в експлуатації.

Для виконання розрахунків приймаються такі припущення:

- технологія безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів розповсюджується на парк тепловозів серії 2ТЕ116, ЧМЕЗ, ТЕП70, який експлуатується в локомотивному депо;

- періодичність проведення безрозбірного очищення паливної системи та ЦПП тепловозних дизелів за нової технології t_{oc} приймається на рівні міжремонтного періоду для проведення поточного ремонту в обсязі ПР-1 за базовою технологією $t_{PP-1}^{\bar{}}$, тобто $t_{oc} = t_{PP-1}^{\bar{}}$;

- економічний ефект визначається в розрахунку на експлуатаційний парк тепловозів серії 2ТЕ116, ЧМЕЗ, ТЕП70;

- за розрахунковий рік приймається рік початку експлуатації тепловозів з використанням технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів;

- розрахунковий період використання технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів визначається ремонтним циклом КР-1 і приймається для тепловозів вказаних серій – 9 років;

- вартісні показники за роками розрахункового періоду є незмінними;

- ліквідаційна вартість у розрахунках зазвичай приймається рівною 10 % від первинної ціни і враховується тільки при списанні основних засобів, тобто на останньому році розрахункового періоду, а з урахуванням дисконтування складатиме менше 1 % від вартості витрат на додаткове обладнання для оснащення технології безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ тепловозних дизелів. Тому при розрахунку економічного ефекту цим доданком можна нехтувати.

За наведеною методикою розроблено автоматизований програмний розрахунковий комплекс та визначено з його допомогою економічний ефект від організації безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів експлуатаційного парку тепловозів

локомотивного депо за розрахунковий період та термін повернення одноразових витрат. Результати розрахунку подано на рис. 2 та в таблиці.

Таким чином, економічний ефект від організації безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів експлуатаційного парку тепловозів локомотивного депо за розрахунковий період складає понад 6,744 млн грн, а період повернення одноразових витрат не перевищує 1 року.

Висновки

Підтверджено доцільність розроблення ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза, їх випробувань та оцінки їх ефективності за допомогою запропонованої методики.

На основі даної методики розроблено автоматизований розрахунковий комплекс. За допомогою даної програми можна зробити точні і швидкі розрахунки економічної ефективності, мати можливість гнучкої зміни вихідних даних та алгоритму розрахунків, що дає змогу адаптувати комплекс для розрахунку ефективності інших ресурсозберігаючих заходів.

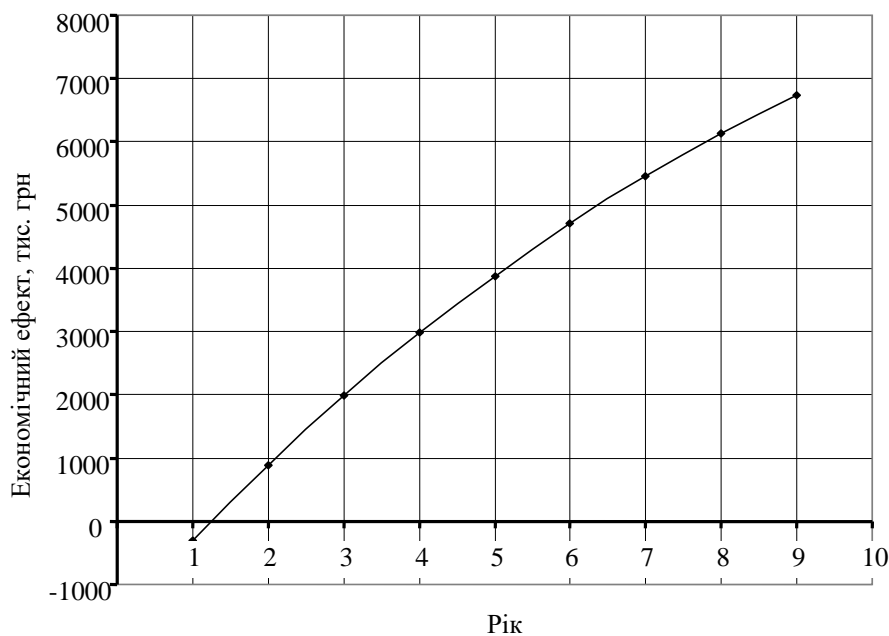


Рис. 2. Економічний ефект від організації безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів експлуатаційного парку тепловозів локомотивного депо за розрахунковий період

Економічний ефект від організації безрозбірного очищення паливної системи та ЦПГ дизелів експлуатаційного парку тепловозів локомотивного депо за розрахунковий період

Рік розрахункового періоду	Одноразові витрати, тис. грн		Середньорічна економія поточних витрат парком тепловозів, тис. грн	Економічний ефект, тис. грн	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований економічний ефект, тис. грн	Те саме наростаючим підсумком, тис. грн
	на НДДКР	на обладнання					
1	300,000	11,300		-311,300	1,0000	-311,300	-311,300
2			1322,524	1322,524	0,9091	1202,295	890,995
3			1322,524	1322,524	0,8264	1092,995	1983,990
4			1322,524	1322,524	0,7513	993,632	2977,622
5			1322,524	1322,524	0,6830	903,302	3880,924
6			1322,524	1322,524	0,6209	821,184	4702,107
7			1322,524	1322,524	0,5645	746,530	5448,638
8			1322,524	1322,524	0,5132	678,664	6127,302
9			1322,524	1322,524	0,4665	616,967	6744,269
Разом	300,000	11,300	10580,194	10268,894		6744,269	

Список використаних джерел

- Горский, А. В. Оптимизация системы ремонта локомотивов [Текст] / А. В. Горский, А. А. Воробьев. – М.: Транспорт, 1994. – 210 с.
- James T., Trends and perspectives in industrial maintenance management [Text] / T. James, O. Jens // Journal of Manufacturing Systems. – Vol. 16, Issue 6. – 1997. – P. 437-453.
- Правила технічного обслуговування та поточного ремонту тепловозів ТЕП70. ЦТ-0065 [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 53-Ц від 27.02.2003. – К.: Укрзалізниця, 2003. – 273 с.
- Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116. ЦТ-0043 від 30.01.02 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://wmzdoroga.at.ua/load/knigi/ct_0043_pravila_te_khnichnogo_obsługovuvannja_ta_potocznikh_remonti_v_teplovoziv_2t3116/1-1-0-241.
- Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів ЧМЕЗ. ЦТ-0187 [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 367-Ц від 24.06.09. – К: ТОВ «Інпрес». 2010. – 280 с.
- Підвищення експлуатаційної економічності тепловозних дизелів шляхом упровадження технології безрозбірного очищення паливної системи [Текст] / А. О. Каграманян, О. В. Басов, Д. О. Аулін, В. В. Захарченко // Локомотив-інформ: междунар. інформ. науч.-техн. журнал. – 2011. – № 4. – С. 7-10.
- Технология безразборной очистки топливной аппаратуры и цилиндро-поршневой группы тепловозных дизелей [Текст] / Э. Д. Тартаковский, А. А. Каграманян, Д. А. Аулин, А. В. Басов // Промышленный транспорт Казахстана. – 2013. – №3(40). – С. 61-67.
- Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог [Текст]: монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин, А. П. Фалендыш. – Луганск: Ноулидж, 2011. – 174 с.
- Тартаковский, Е. Д. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу (ТРС) [Текст] / Е. Д. Тартаковский, М. Г. Уманець, Д. О. Аулін // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 72. – С. 82-87.

Аулин Д. А., Каграманян А. А., Фалендыш А. П., Рудковский О. В. Расчетный комплекс оценки эффективности использования ресурсосберегающих технологий очистки систем дизеля и тепловоза. В статье определена необходимость перенаправленности предприятий локомотивного хозяйства на повышение экономической эффективности, обусловленной переходом к рыночным условиям хозяйствования, которая должна базироваться на новой системной концепции ресурсосбережения. Подтверждена целесообразность разработки ресурсосберегающих технологий очистки систем дизеля и тепловоза, их испытаний и оценки их эффективности с помощью предложенной методики, на основе которой создан расчетный программный комплекс.

Ключевые слова: ресурсосбережение, системы тепловоза, испытания, определение эффективности, расчетный комплекс.

Aulin D.A., Kagramanian A.A., Falendysh A. P., Rudkovskiy O.V. Estimated complex for assessing the efficiency of using resource-saving technologies for cleaning diesel and diesel locomotive systems. The necessity of redirecting enterprises of locomotive economy to increase economic efficiency due to the transition to market conditions of management, which should be based on the new system concept of resource saving, is determined in the article. The expediency of development of resource-saving technologies for cleaning the diesel and diesel locomotive systems, their testing and evaluation of their efficiency was confirmed with the help of the proposed methodology, on the basis of which the computational software package was created.

The expediency of developing resource-saving technologies for cleaning diesel and diesel locomotives, their tests and assessing their efficiency with the help of the proposed methodology has been confirmed.

On the basis of this technique, an automated calculation kit has been developed. With this program you can make accurate and quick calculations of cost-effectiveness, the ability to flexibly change the output data and algorithm of calculations, which allows to adapt the complex to calculate the effectiveness of other resource-saving measures.

Keywords: resource-saving, diesel locomotive systems, tests, determination of efficiency, calculation complex

Надійшла 10.11.2017 р.

Аулин Д. А., старший преподаватель кафедры «Эксплуатация и ремонт подвижного состава», Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, Харьков, Украина. dimmo@ex.ua. ORCID ID 0000-0002-7990-4808

Каграманян А. А., канд. техн. наук, доцент кафедры теплотехники та теплових двигунів Українського державного університету залізничного транспорту, teplotehnika.kh.ua. ORCID ID 0000-0003-3520-4911

Фалендыш А. П., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплотехники и тепловых двигателей, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, Харьков, Украина. fap_hiit@ukr.net. ORCID ID 0000-0002-7990-4808

Рудковский О. В., преподаватель, локомотивное отделение, Одесский колледж транспортных технологий, Одесса, Украина. lionvictor@ukr.net. ORCID ID 0000-0003-1551-7865

Aulin D., Senior lecturer, of Department "Exploitation and Repair of Rolling Stock", Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. dimmo@ex.ua. ORCID ID 0000-0002-7990-4808

Kagramanian A. A., Candidate of Technical Sciences (PhD) Associate Professor at the Department of heat engineering and heat engines, Ukrainian State University of Railway Transport. teplotehnika.kh.ua. ORCID ID 0000-0003-3520-4911

Falendysh A. P., Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Heat Engineering and Heat Engines, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. fap_hiit@ukr.net. ORCID ID 0000-0002-7990-4808

Rudkovskiy O. V., lecturer, Locomotive Department, Odessa college of transport technologies Odessa, Ukraine. lionvictor@ukr.net. ORCID ID 0000-0003-1551-7865