

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ

Тартаковський Е.Д., Міхєєв С.О.,

MODEL SELECTION POWER PLANTS FOR MODERNIZATION OF LOCOMOTIVES

Tartakovskiy E.D., Miheev S.O.

Статтю присвячено оцінці технічного рівня сучасних локомотивних енергетичних установок і розробці моделі для вибору енергетичної установки при модернізації локомотивів з урахуванням регіону експлуатації, технічного рівня та сукупних витрат протягом всього життєвого циклу. У статті набула подальшого розвитку модель оцінки технічного рівня локомотивних енергетичних установок завдяки удосконаленню вибору техніко-економічних показників, що характеризують їх. У результаті проведених досліджень визначено найбільш придатні типи дизельних двигунів світових виробників для використання їх при модернізації локомотивів на залізницях України.

Ключові слова: тепловоз, дизель, потужність дизеля, технічний рівень, життєвий цикл.

Постановка проблеми. На залізницях України експлуатуються тепловози серій М62 та 2ТЕ10У, які вже виробили свій ресурс і вимагають заміни або модернізації. При цьому продовження застосування на них базових енергетичних установок типу 14Д40 та 10Д100 відповідно, сьогодні не є економічним щодо витрати палива, чи обслуговування та ремонту. До того ж зараз наведені дизелі не випускаються. Аналіз робіт [1-9] показав, що в багатьох випадках економічно доцільніше проводити модернізацію або ремоторизацію тягового рухомого складу замість закупівлі нового. Тому актуальним є вибір локомотивної енергетичної установки для конкретної модернізації локомотива.

Мета статті. Розробка моделі вибору енергетичних установок при модернізації існуючого тягового рухомого складу.

Матеріали і результати досліджень. У роботі [1] був зроблений аналіз існуючих дизелів закордонного виробництва. Він показав, що сьогодні для модернізації існуючого тягового

рухомого складу на залізницях України найбільш підходять дизелі типу Д49 виробництва Коломенського дизелебудівного заводу, типу САТ виробництва Caterpillar, EMD GM виробництва Джеренел Моторс. Наступним кроком при виборі дизеля є розробка розрахункової моделі вибору енергетичної установки з урахуванням регіону експлуатації тепловоза, технічного рівня дизеля та витрат за весь життєвий цикл модернізованого тепловоза.

Для реалізації цього завдання була розроблена модель вибору енергетичних установок для модернізації локомотивів.

Локомотивні енергетичні установки різних виробників можна представити через масив D_i . Будь-яка i -та енергетична установка d_i характеризується масивом техніко-економічних показників $pd\{j\}$, які можна виразити через коефіцієнт технічного рівня дизеля $K_{Дтехур_i}$. В свою чергу будь який i -ий модернізований тепловоз з i -им дизелем характеризується масивом техніко-економічних показників $pt\{t\}$, які можна виразити через коефіцієнт технічного рівня тепловоза $K_{Ттехур_i}$. Витрати за життєвий цикл i -им тепловозом в даному регіоні експлуатації характеризується вартістю життєвого $C_{iЖЦ}$, який являє собою суму витрат на протязі його життєвого циклу.

Необхідно вибрати такі енергетичні установки d_i , для яких:

$$K_{Ттехур_i} \rightarrow \max, C_{iЖЦ} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Тобто цільова функція в неявному виді матиме такий вигляд:

$$K_{модер} = f(K_{Ттехур_i}, C_{iЖЦ}) \rightarrow \max. \quad (2)$$

При цьому введені такі обмеження:

$$P_{вісь} < 25 \text{ т/вісь};$$

$$800 \text{ кВт} < N_e < 4000 \text{ кВт};$$

Габарит 1Т по ГОСТ;
 $-40^{\circ}\text{C} < T_{oc} < +40^{\circ}\text{C}$;
 $C_{жц_мод} < C_{жц_б}$.

де $P_{вісь}$ – осьове навантаження тепловоза;
 N_e – ефективна потужність дизеля;
 T_{oc} – температура оточуючого середовища;
 $C_{жц_мод}$, $C_{жц_б}$ – вартість життєвого циклу відповідно модернізованого та базового локомотива.

В явному виді цільову функцію можна представити через коефіцієнт модернізації, який матиме такий вид:

$$K_{модер}(i) = K_{техур}(i, j) \frac{C_{жц}^б}{C_{жц}^н} \Rightarrow \min. (3)$$

В свою чергу коефіцієнт технічного рівня модернізованого тепловоза залежить від масиву техніко-економічних показників, які його характеризують, і визначається методом вагових коефіцієнтів за формулою:

$$K_{техур_i}(j) = \frac{\sum_{j=1}^{j=s} k_j \varphi(j)}{\sum_{j=1}^{j=s} \varphi(j)}, (4)$$

де $\varphi(i)$ - функція, яка показує вагу параметрів тепловоза у ранжованій послідовності;

k_j - питомих параметр, що являє собою відношення числових параметрів модернізованого тепловоза $pt_j^н$ до параметрів існуючих тепловозів $pt_j^б$ для раціональних категорій і нераціональних категорій.

Тоді цільову функцію можна записати в такому виді

$$K_{модер}(i) = \frac{\sum_{j=1}^{j=s} k_j \varphi(j)}{\sum_{j=1}^{j=s} \varphi(j)} \frac{C_{жц}^б}{C_{жц}^н} \Rightarrow \min. (5)$$

Висновки. Зроблені розрахунки з оцінки технічного рівня ЛЕУ дозволяють зробити такі висновки:

1. набула подальшого розвитку модель оцінки технічного рівня локомотивних енергетичних установок завдяки удосконаленню вибору техніко-економічних показників, що характеризують їх.

2. принциповим недоліком цього методу є те, що важливість окремих показників дизеля залежать від ступеня нестачі або надлишку цих якостей, тобто вона не може бути охарактеризована заздалегідь заданими коефіцієнтами ваги.

3. сьогодні для модернізації існуючого тягового рухомого складу на залізницях України найбільш підходять дизелі типу Д49 виробництва Коломенського дизелебудівного заводу, типу САТ виробництва Caterpillar, EMD GM виробництва Дженерел Моторс.

Література

1. Михеев С.А. Анализ основных характеристик тепловозных дизелей зарубежного производства. // Збірник наукових праць ДонІЗТ. –М.: Донецька: ДонІЗТ, 2011. –Вип.27. –С.82-88.
2. Обновление парка тепловозов //Железные дороги мира. 2003. –№7. –С.34-39
3. Обновление парка маневровых тепловозов. //Железные дороги мира. 2003. –№8. –С.35-37.
4. Модернизация тепловозов в Венгрии. //Железные дороги мира. 2004. –№12. –С.44-46.
5. Модернизация тепловоза серии V200.1 //Железные дороги мира. 2005. –№7. –С.27-30.
6. Использование старогодных локомотивов. //Железные дороги мира. 2005. –№10. –С.51-53.
7. Модернизация тепловозов. //Железные дороги мира. 2005. –№12. –С.53-57.
8. Ремоторизация магистральных тепловозов. //Железные дороги мира. 2006. –№5. –С.43-50.
9. Тепловоз М62 – история продолжается. //Железные дороги мира. 2008. –№12. –С.51-56.
- 10.
11. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов / А.Э. Симсон, А.З. Хомич, А.А. Куриц и др. -2-е изд., перераб. и доп. –М.: Транспорт, 1987. 536с.
12. Основы научных исследований / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; Под ред. В. И. Крутова. –М.: Высш.шк., 1989. -400 с.

References

1. Miheev S.A. Analiz osnovnyh karakteristik teplovoznih dizelej zarubezhnogo proizvodstva. // Zbirnik naukovih prac' DonIZT. –M.: Donec'ka: DonIZT, 2011. – Vip.27. –S.82-88.
2. Obnovlenie parka teplovoznov //Zheleznye dorogi mira. 2003. –№7. –S.34-39
3. Obnovlenie parka manevrovnyh teplovoznov. //Zheleznye dorogi mira. 2003. –№8. –S.35-37.
4. Modernizacija teplovoznov v Vengrii. //Zheleznye dorogi mira. 2004. –№12. –S.44-46.
5. Modernizacija teplovoza serii V200.1 //Zheleznye dorogi mira. 2005. –№7. –S.27-30.
6. Ispol'zovanie starogodnyh lokomotivov. //Zheleznye dorogi mira. 2005. –№10. –S.51-53.
7. Modernizacija teplovoznov. //Zheleznye dorogi mira. 2005. –№12. –S.53-57.

8. Remotorizacija magistral'nyh teplovozov. /Zheleznye dorogi mira. 2006. –№5. –S.43-50.
9. Teplovoz M62 – istorija prodolzhaetsja. /Zheleznye dorogi mira. 2008. –№12. –S.51-56.
- 10.
11. Teplovoznye dvigateli vnutrennego sgoranija: Uchebnik dlja vuzov / A. Je. Simson, A. Z. Homich, A. A. Kuric i dr. -2-e izd., pererab. i dop. –M.: Transport, 1987. 536s.
12. Osnovy nauchnyh issledovanij / V. I. Krutov, I. M. Grushko, V. V. Popov i dr.; Pod red. V. I. Krutova. –M.: Vyssh.shk., 1989. -400 s.

Тартаковский Е.Д., Михеев С.А. Модель выбора энергетических установок при модернизации локомотивов

Статья посвящена оценке технического уровня современных локомотивных энергетических установок и разработке модели для выбора энергетической установки при модернизации локомотивов с учетом региона эксплуатации, технического уровня и совокупных расходов в течение всего жизненного цикла. В ней получила дальнейшее развитие модель оценки технического уровня локомотивных энергетических установок за счет усовершенствования выбора технико-экономических показателей, характеризующих их. В результате проведенных исследований определены наиболее подходящие типы дизельных двигателей мировых производителей для использования при модернизации локомотивов на железных дорогах Украины.

Ключевые слова: тепловоз, дизель, мощность дизеля, технический уровень, жизненный цикл.

Tartakovskiy E.D., Miheev S.O. Model selection power plants for modernization of locomotives

Abstract. Article evaluates the technical level of modern locomotive power plants and the development of models to choose power plant for modernization of locomotives, taking into account the region of operation, technical level and the total cost over the life cycle. The article has been further developed model for evaluating the technical level of locomotive power plants by improving the selection of technical and economic parameters that characterize them. The analysis of work to determine the effectiveness of different series locomotives modernization and upgrade options compared to including the procurement of new rolling stock traction leading manufacturers. Identified limitations on the use of the model selected. As a result, the research identified the most suitable types of diesel engine manufacturers for use in the modernization of locomotives on the railways of Ukraine.

Key words: diesel, petrol, diesel power, technical level, the life cycle.

Тартаковский Едуард Давидович – д.т.н., профессор, завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» Української державної академії залізничного транспорту

Михеев Сергей Александрович – аспірант кафедри «Експлуатація та ремонту рухомого складу» Української державної академії залізничного транспорту.

Рецензент: Фалендиш А.П., д.т.н., профессор

Стаття подана 22.07.2013