

21. Буксовий вузол. Патент на корисну модель № 38901 Україна, МПК В61F 5/00 № u 2008 10052, Заявл. 04.08.2008; Опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.

22. Тормозная рычажная передача тележки железнодорожного средства. А. с. 1463599, МКИВ 61 Н 13/28. О. М. Савчук, В. Я. Панасенко, Ю. Г. Амосов (СССР). – № 4228337/27/11, Заявл. 13.04.88, Опубл. 07.03.89. Бюл. № 9. –3 с.

УДК 629.424.1

*Фалендиш А.П., д. т. н., (УкрДАЗТ)
Володарець М.В., інженер (ДонІЗТ)*

РОЗРОБКА МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІБРИДНОЇ ТЯГИ

Постановка проблеми. Режим роботи маневрових тепловозів характеризується різко змінним режимом роботи, при цьому 50 – 60 % часу він працює на холостому ході; 45 – 70 % на низьких навантаженнях і лише 2 – 5 % часу на номінальних навантаженнях [1].

Одним із способів підвищення економічності експлуатації маневрових тепловозів є заміна існуючої дизель-генераторної установки на дизель-генераторну установку малої потужності з накопичувачем енергії. У якості можливих накопичувачів енергії можуть бути використані акумуляторні батареї, конденсатори високої ємності, гіроскопічні апарати [2].

Виникає необхідність в розробці такого гібридного локомотиву.

Мета статті. Розробка методики розрахунку параметрів маневрового тепловозу із гібридною передачею.

Викладення основного матеріалу. При модернізації тепловоза гібридною передачею його робота на середніх навантаженнях буде забезпечуватися роботою двигуна малої потужності; при роботі на холостому ході та низьких навантаженнях двигун малої потужності буде поповнювати запас енергії у накопичувач і здійснювати роботу тепловоза; на високих навантаженнях робота тепловоза буде здійснюватися за рахунок енергії накопичувача і за рахунок роботи двигуна малої потужності.

Економія палива буде мати місце за рахунок наступних факторів:

- зменшення часу роботи двигуна на холостому ході та зменшення витрати палива без здійснення корисної роботи;
- зниження або відсутність часу роботи двигуна на низьких навантаженнях, що супроводжуються збільшеними питомими витратами палива;
- відсутність або різке зниження часу роботи двигуна на перехідних режимах, що характеризуються збільшеною витратою палива та збільшеним зносом деталей та окремих вузлів двигуна.

Окрім економічної сторони, скорочення витрати палива, дана модернізація тепловозу дозволить поліпшити екологічні показники [3].

Подібна модернізація автомобілів у європейських країнах є основним напрямком зниження витрати палива та зниження викидів в атмосферу шкідливих речовин [4].

Тому застосування гібридної передачі потужності є доцільним для маневрових тепловозів, бо їх режими роботи близькі до «міського циклу» автомобілів. Більш того, залізниці всього світу намагаються впровадити такий тип передачі потужності [5].

Для вирішення цієї задачі необхідно визначити параметри дизель-генераторної установки і накопичувачів енергії для гібридного локомотиву, що проектується.

Існуючі моделі розрахунку параметрів локомотиву [6,7,8] не передбачають гібридну тягу, тому в даному виді використовуватись не можуть і потребують їх доопрацювання.

Було розроблено модель визначення техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею.

Процедура вирішення цієї задачі представлена на рисунку 1.

При визначенні основних параметрів екіпажної частини (довжина локомотива L_l , база локомотива L_b , діаметр колеса кочення D_k) використовувались відомі підходи [6,7,8]. Вихідними даними були: потужність локомотиву N_e , службова маса локомотиву $m_{сл}$, граничне навантаження на одиницю довжини шляху локомотиву g_k , кількість рушійних колісних пар локомотиву $n_{кп}$, допустиме статичне навантаження від колісної пари на рейки P_2 , допустиме навантаження на 1 мм діаметра колеса p_2 .

При визначенні параметрів силової енергетичної установки (ширина перехідної площадки $V_{пер}$) вихідними даними були: ширина кузову локомотиву V_1 , ширина дизель-генераторної установки $V_{дв}$.

При визначенні параметрів охолоджуючого пристрою тепловозу (кількість водяних секцій системи охолодження $z_{вд}$, кількість масляних секцій системи охолодження $z_{мд}$, загальна кількість секцій охолоджуючого пристрою $Z_{ох}$) вихідними даними були: температура води

на виході з дизеля t_{1b} , температура мастила на виході з дизеля t_{1m} , температура зовнішнього повітря τ_1 , тепловідвід (%) у воду дизеля q_b і у мастило дизеля q_m , тепловідвід (%) у воду наддувочного повітря q_{np} , масова швидкість повітря у водяних секціях u_b , лінійна швидкість води у секціях v_b , лінійна швидкість мастила у секціях v_m , питома теплоємність води c_b , питома теплоємність повітря c_p , температура води на виході з теплообмінника t_{1bm} , площа живого перерізу для проходу повітря w_{1b} , площа живого перерізу для проходу води w_{2b} , площа живого перерізу для проходу мастила w_{2m} , поверхня теплообміну для повітря F_{1b} і F_{1m} , поверхня теплообміну для рідин F_{2b} і F_{2m} , питома витрата палива дизелем g_e , нижча теплота згоряння дизельного палива Q_{pn} , коефіцієнт теплопередачі від води до повітря K_b .

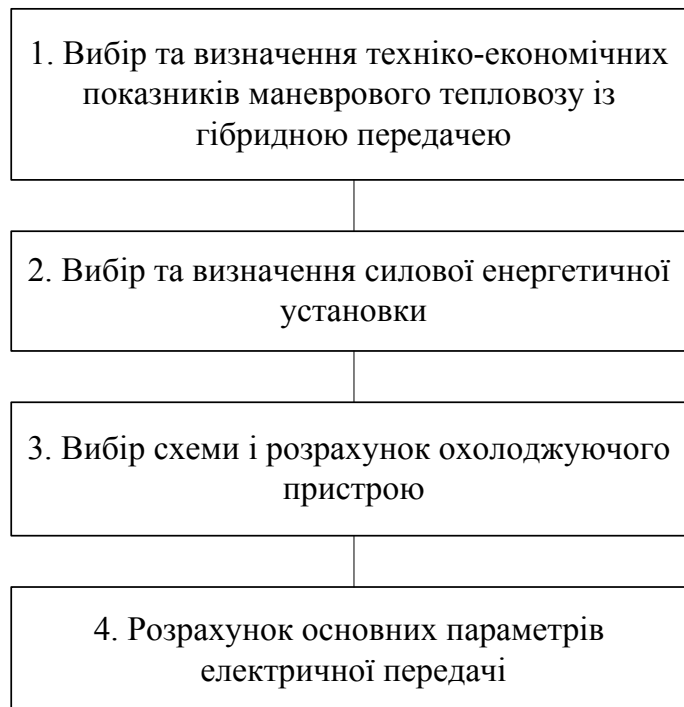


Рисунок 1. – Процедура визначення техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею

На основі розробленої процедури було складено алгоритм програми розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею, який зображено на рисунку 2.

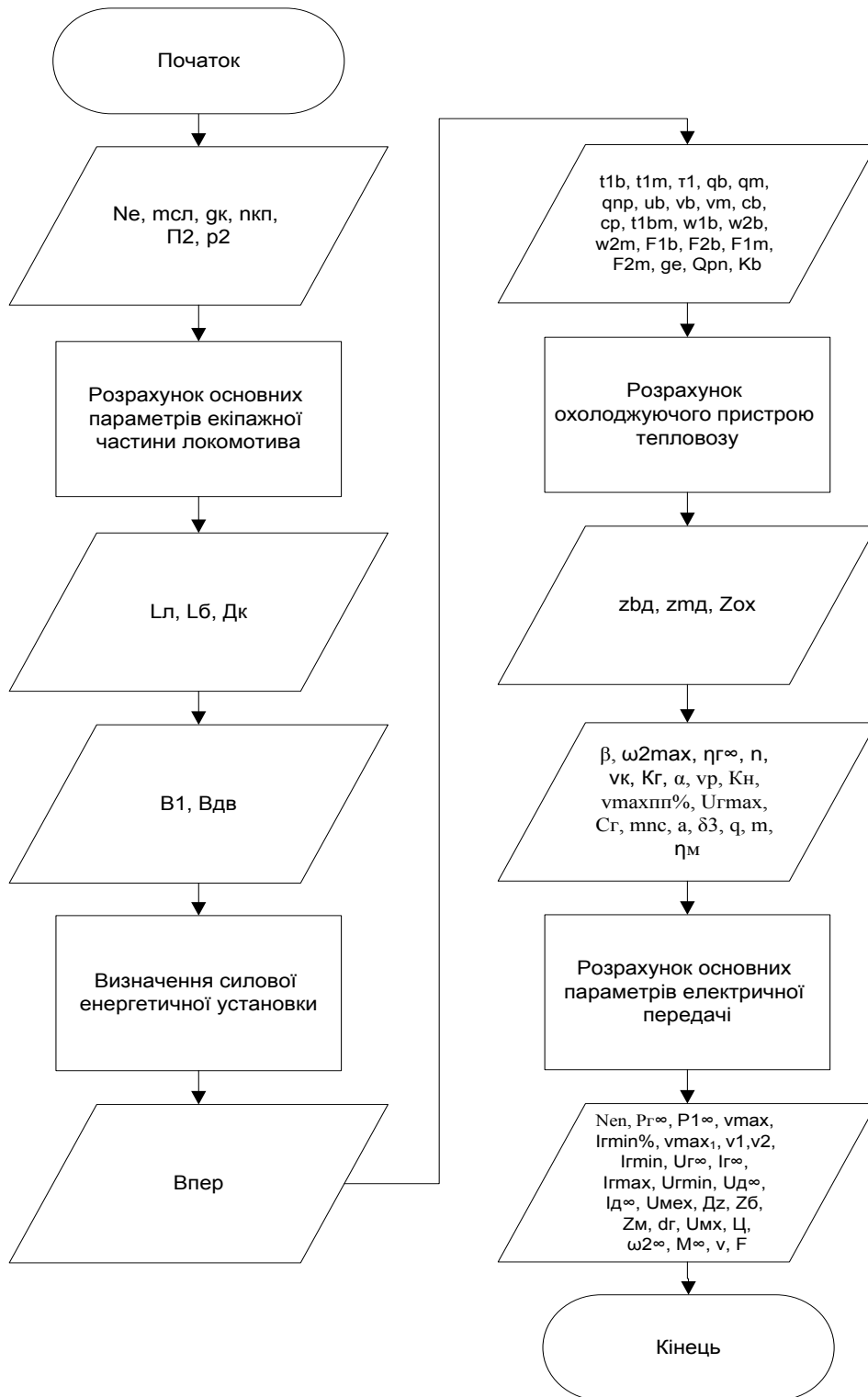


Рисунок 2. – Алгоритм програми розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею

Визначались наступні параметри електричної передачі: вільна потужність дизеля, що передається до електропередачі P_{ep} , номінальна потужність на затискачах генератора постійного струму $P_{g\infty}$, потужність тягового електродвигуна $P_{1\infty}$, максимальна швидкість, до якої повинна повністю використовуватися потужність дизеля v_{max} , струм $I_{gmin}\%$, дійсна швидкість тепловоза, яка досягається тільки за рахунок регулювання генератора v_{max1} , швидкості тепловоза при послабленні збудження v_{1i} v_2 , мінімальне значення струму генератора I_{gmin} , напруга і струм тривалого режиму роботи генератора відповідно $U_{g\infty}$ і $I_{g\infty}$, максимальний струм генератора I_{gmax} , мінімальне значення напруги генератора U_{gmin} , напруга і струм електричного двигуна $U_{d\infty}$ і $I_{d\infty}$, передаточне відношення зубчастої передачі U_{mex} , максимальний діаметр ділильного кола D_z , кількість зубців ділильного кола Z_b , кількість зубців малої шестерні Z_m , діаметр ділильного кола малої шестерні d_g , уточнене значення передаточного відношення U_{mx} , централь зубчастого зачеплення ζ , кутова швидкість вала електродвигуна в тривалому режимі $\omega_{2\infty}$, обертальний момент вала електродвигуна в тривалому режимі M_{∞} , швидкість руху локомотива v , сила тяги локомотива F . При цьому вихідними даними були: частка допоміжної потужності від загальної потужності дизеля β , найбільша кутова швидкість вала електродвигуна ω_{2max} , коефіцієнт корисної дії генератора $\eta_{g\infty}$, число тягових електродвигунів n , конструкційна швидкість локомотива v_k , коефіцієнт регулювання генератора по напрузі K_g , коефіцієнт послаблення поля α , розрахункова швидкість локомотива v_p , коефіцієнт насичення магнітної системи двигуна K_n , максимальна швидкість за універсальною характеристикою $v_{maxpp}\%$, максимальний струм генератора I_{gmax} , коефіцієнт регулювання генератора по струму S_g , число послідовно з'єднаних двигунів паралельної гілки m_{ps} , число паралельних гілок двигуна a , щілина між нижньою точкою редуктора і головкою рейки δ_3 , відстань від ділильного кола колеса до кожуха q , модуль зачеплення зубчастої передачі m , коефіцієнт корисної дії електропередачі η_m .

На основі алгоритму було розроблено програму розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею за допомогою пакету програм Mathcad, вікно якої зображено на рисунку 3.

Використовуючи цю програму при проектуванні маневрового тепловозу із гібридною передачею, можна вибрати раціональні співвідношення його основних параметрів.

Результати попередніх розрахунків показали, що використання гібридної передачі на маневрових тепловозах дозволить зменшити витрати дизельного палива на 40...60 % і знизити викиди шкідливих речовин на 80...90 %.

Попередні розрахунки показали, що в умовах Донецької залізниці при річній витраті дизельного палива маневровими тепловозами 24360 т їх модернізація дозволить отримувати річний економічний ефект 120,4 млн. грн., у тому числі за рахунок зниження витрат палива - 76,7 млн. грн./рік.

При виконанні модернізації маневрових тепловозів промислових підприємств, економічний ефект лише по Донецькій області після повного впровадження пропозиції складатиме 240,8 млн. грн./рік, а термін окупності витрат на модернізацію тепловозу – 4 роки.

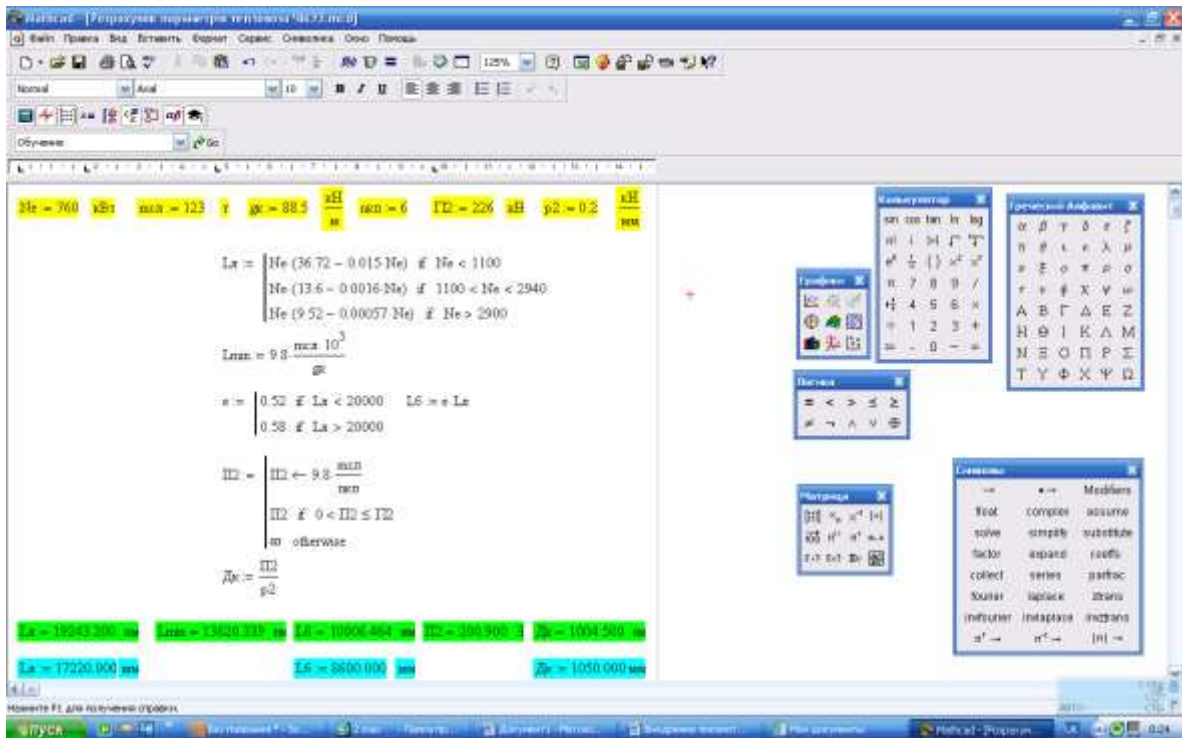


Рисунок 3. – Вікно програми розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею

Використання розробленої моделі дозволить:

- розрахувати параметри дизель генераторної установки;
- розрахувати параметри накопичувача енергії;
- вибрати тип накопичувача енергії тощо.

Висновки.

1) Проведений аналіз існуючих моделей розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу показав, що виникає необхідність їх удосконалення з урахуванням гібридної передачі.

- 2) Розроблена модель розрахунку техніко-економічних показників маневрового тепловозу із гібридною передачею, процедура, алгоритм та на основі їх програма цього розрахунку.
- 3) Необхідно в подальшому розробити модель визначення оптимальних параметрів маневрового тепловозу із гібридною передачею.

Список літератури

1. Молчанов А.И., Поварков И. Л., Мугинштейн Л. А., Попов К. М. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами. Вестник ВНИИЖТ. - №2, 2004г.
2. Гулиа Н.В. Накопители энергии. - М.: Наука, 1980, с.137-138.
3. Малоземов Н.А., Иунихин А.И., Каплунов М.П. Тепловозоремонтные предприятия. Организация, планирование и управление. – М.: Транспорт, 1979. – 264 с.
4. http://www.toyota.ua/cars/new_cars/prius/index.aspx.
5. Экономия топлива при тепловозной тяге. Железные дороги мира №03-2004. – с.42-46.
6. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов: Учеб. для студентов ВУЗов/ Под ред. А.А. Камаева. – М.: Машиностроение, 1981. – 351с.
7. Конструкция и динамика тепловозов. – 2-е изд., доп.; Под. ред. В.Н. Иванова – М.: Транспорт, 1974. – 336 с.
8. Механическая часть тягового подвижного состава: Учеб. Для вузов ж.-д. т-та. / И.В. Бирюков, А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак и др.; Под ред. И.В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. -440 с.