

Український державний університет залізничного транспорту
Міністерство освіти і науки України

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КЛЕЦЬКА ОЛЬГА ВІТАЛІЇВНА

УДК: 629.424.1

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЗА
РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

27 - транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ О.В. Клецька

Науковий керівник: Фалендиш Анатолій Петрович
доктор технічних наук, професор

Севєродонецьк – 2019

АНОТАЦІЯ

Клецька Ольга Віталіївна. Удосконалення конструкції маневрових тепловозів за рахунок впровадження сучасних енергозберігаючих технологій. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів (27 – Транспорт). – Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля, МОН України, Сєверодонецьк, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню науково-прикладної проблеми підвищення ефективності використання модернізованих маневрових тепловозів шляхом удосконалення методів та моделей визначення та оцінки технічних параметрів їх конструкції при модернізації новими енергоефективними засобами.

Зазначена мета передбачала постановку та вирішення таких завдань дослідження: провести аналіз парку маневрових локомотивів щодо витрати ними палива, впливу на навколишнє середовище з врахуванням режимів їх роботи; виконати огляд наукових та практичних праць в області підвищення ефективності використання маневрових тепловозів за рахунок конструктивних змін та зменшення ними викидів шкідливих речовин; розробити модель оцінки вибору енергозберігаючого заходу при модернізації конструкції маневрових тепловозів; розробити функціональну модель роботи маневрового тепловозу модернізованого шляхом використання технічного засобу для енергозбереження; розробити модель для визначення раціональних еколого-енергетичних характеристик маневрового тепловозу, що модернізований технічним засобом для енергозбереження; визначити ефективність

використання маневрових тепловозів, конструкція яких удосконалена за рахунок впровадження сучасних енергозберігаючих технологій.

Наукова новизна полягає у вирішенні науково-прикладного завдання удосконалення конструкції маневрового тепловозу шляхом впровадження сучасних технічних засобів для енергозбереження за рахунок вибору їх раціональних параметрів по розробленим методам та моделям. При цьому було отримано наступне: побудовано залежності потужності обраної силової установки від енергоємності накопичувачів енергії з відповідними обмеженнями і вартісних показників модернізації для заданого режиму роботи з врахуванням викидів забруднюючих речовин; формалізовано технологію удосконалення конструкції маневрового тепловозу на основі розробленої удосконаленої моделі гібридного локомотиву, яка дозволяє визначити його техніко-економічні характеристики шляхом використання оптимізаційних методів і гнучкого вирівнювання значень вихідних параметрів в частині врахування викидів забруднюючих речовин силовою енергетичною установкою, та типу накопичувача енергії; запропонована модель визначення заходу удосконалення конструкції локомотиву при його модернізації з врахуванням екологічної складової силової енергетичної установки; удосконалена модель для визначення раціональних параметрів гібридної силової установки шляхом врахування конструкції локомотива, умов експлуатації та її екологічних показників; удосконалено підходи по оцінці ефективності заходу по модернізації за рахунок удосконаленого підходу по визначенню технічного рівня конструкції маневрових тепловозів в частині обґрунтування номенклатури показників, що характеризують гібридний привід з врахуванням екологічних показників.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що матеріали дослідження можуть бути використані при розробці та модернізації маневрових тепловозів, заснованих на гібридних технологіях з використанням

сучасних енергозберігаючих засобів та технологій. Впровадження вибраних заходів дозволить зменшити витрати палива та викиди шкідливих речовин до атмосфери. Розроблені моделі можуть бути використані при прогнозуванні типу і структури парку маневрових тепловозів на початкових етапах їх проектування, а також під час проведення модернізації.

Основні наукові результати щодо визначення технічного рівня гібридного тепловоза, оцінки ефективності від впровадження на маневровому тепловозі гібридної силової установки та наведений комплекс моделей можуть бути використані Департаментом локомотивного господарства «Укрзалізниця» при розробці технічних рекомендацій до нових маневрових тепловозів. Також вони використовуються у навчальному та науковому процесі Українського державного університету залізничного транспорту при проведенні занять у групах факультету підвищення кваліфікації кадрів, підготовці бакалаврів та магістрів. Частина результатів роботи впроваджено в АТ «Техностандарт» та в навчальну та наукову роботу Українського державного університету залізничного транспорту.

За темою дисертації опубліковано 28 наукових праць, з них 10 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, 6 статей у періодичних виданнях, які індексуються в Scopus або Web of Science, 12 праць апробаційного характеру.

У роботі формалізовано задачу визначення техніко-економічних параметрів маневрового тепловоза з гібридною енергетичною установкою з урахуванням його викидів шкідливих речовин. Для цього проведено аналіз парку маневрових тепловозів АТ «Укрзалізниця» та промислового транспорту, витрат ними дизельного палива і режимів роботи в маневровому русі, який показав, що маневрові тепловози більше ніж на 98% виробили свій ресурс, їх робота характеризується різко змінним режимом, в якому силова установка працює більшу частину часу на економічно не вигідних режимах. При цьому

витрата палива має тенденцію до збільшення зі зменшенням ресурсу локомотива. Тому, в якості одного із способів підвищення ефективності експлуатації тепловоза, пропонується використання гібридної енергетичної установки. Виконаний аналіз локомотивів, які мають гібридну тягу показав, що створення гібридного локомотива на базі шестиосного маневрового тепловоза з електричною передачею є доцільним рішенням.

Також було виконано огляд наукових і практичних робіт в області підвищення ефективності використання маневрових тепловозів за рахунок конструктивних змін і зменшення ними викидів шкідливих речовин, показує, що для вирішення завдання визначення техніко-економічних показників тепловозів з гібридною енергетичною установкою необхідний комплексний підхід, який повинен пов'язувати між собою технічні параметри тепловоза, показники експлуатації та вартісні показники з урахуванням екологічної складової.

Розроблено модель оцінки вибору енергозберігаючого заходу при модернізації маневрових тепловозів з урахуванням екологічної складової з використанням методу адаптивної оптимізації. При цьому всі заходи були розділені на дві основні групи: організаційно-технологічні та конструкційні. В результаті розрахунків отримано, що на даний момент доцільними є заходи, які направлені на модернізацію локомотива гібридною силовою установкою.

Запропоновано: функціональна модель роботи маневрового тепловозу з гібридною енергетичною установкою, яка дозволила визначити функціональні зв'язки між елементами передачі потужності із гібридним приводом, на її основі визначено режими роботи маневрового тепловоза з гібридною енергетичною установкою; модель для визначення раціональних конструкційно-енергетичних характеристик модернізованого маневрового тепловоза з гібридною енергетичною установкою. Отримані функціональні

залежності потужності дизель-генераторної установки від енергоємності накопичувача енергії для маневрової роботи тепловоза.

Вдосконалено оптимізаційні моделі нелінійного програмування по визначенню раціональних техніко-економічних показників маневрового тепловоза з гібридною енергетичною установкою, яка враховує вартісні показники елементів гібридного приводу, витрати на ремонт і обслуговування, а також економічний ефект від впровадження гібридного приводу на тепловозі з урахуванням викидів шкідливих речовин. На основі моделей розроблений програмний комплекс для розрахунку техніко-економічних характеристик маневрового тепловоза з гібридною енергетичною установкою.

Визначено технічний рівень модернізованих шестиосних маневрових тепловозів з електричною передачею. Для цього була обрана номенклатура показників, що характеризує тепловоз з гібридною енергетичною установкою і з використанням методу вагових коефіцієнтів, розраховано коефіцієнт технічного рівня модернізованих шестиосних маневрових тепловозів. Результати розрахунків показали, що в порівнянні із прототипом, використання лише модернізованої схеми та накопичувача енергії дозволить збільшити його на 10%, а використання сучасного дизель-генератора меншої потужності і накопичувача енергії – на 23%. Це дозволило підвищити ефективність технічної експлуатації даного тепловозу. Розраховано показники вартості життєвого циклу маневрового тепловоза ЧМЕЗ і модернізованого на його базі гібридною енергетичною установкою. Показано, що за час експлуатації сумарний економічний ефект від одного тепловоза становитиме 3,85 млн. грн. для першого варіанту модернізації.

Ефективність модернізації маневрових тепловозів запропоновано визначати коефіцієнтом ефективності, який враховує технічний рівень тепловоза, витрати за життєвий цикл і екологічну складову з відповідними ваговими коефіцієнтами.

Ключові слова: маневровий тепловоз, гібридна енергетична установка, маневрова робота, накопичувач енергії, екологічний показник, модернізація.

Список публікацій здобувача Клецької О.В. за темою дисертації

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Фалендыш А.П. Вопросы модернизации тепловозов с учетом жизненного цикла / А.П. Фалендыш, А.Л. Сумцов, О.В. Клецкая [Текст] / Локомотив-информ / Научный журнал. 2015. -№1-2 (103-104). –С.4-9.
2. Сумцов А.Л.. Повышение энергоэффективности пункта технического обслуживания локомотивов [Текст] / А.Л. Сумцов, А.Н. Белан, О.В. Клецкая // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. –Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2015. -№1 (218). –С.21-24.
3. Фалендиш, А.П. Розробка енергозберігаючих заходів при заміні візків локомотивів [Текст] / А.П. Фалендиш, М.Ю. Кухарчук, О.В. Клецька // Зб. наук. праць. –Х: УкрДАЗТ, 2015. -Вип.152. -С.160-167.
4. Фалендиш, А.П. Атестація депо, як один із шляхів підвищення ефективності роботи моторвагонного рухомого складу [Текст] / А.П. Фалендиш, В.О. Байков, О.В. Клецька // Зб. наук. праць. –Х: УкрДАЗТ, 2015. -Вип.158. -С.153-156.
5. Підпригора, А.І. Шляхи підвищення ефективності роботи паливно-енергетичного комплексу ПАТ «Українські залізниці» [Текст] / А.І. Підпригора, О.В. Клецька, О.В. Хижа // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2016. -№1. –С.170-174.
6. Фалендиш, А.П. Аналіз нормативних вимог, щодо визначення викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тепловозних

двигунів внутрішнього згорання [Текст] / АП Фалендиш, ВО Гатченко, ЮВ Черняк, ОВ Клецька // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Серія: Транспортні системи і технології, 2016. -№ 29. -С.235-247.

7. Чигирик Н.Д. Методи діагностування технічного стану елементів колісно-моторних блоків тягового рухомого складу [Текст] / Н.Д. Чигирик, С.І. Возненко, І.Р. Вихопень, О.В. Клецька // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2017. -№4 (234). –С.235-240.

8. Фалендиш, А.П. Аналіз підходів до розрахунку викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами дизелів тепловозів [Текст] / А.П. Фалендиш, В.О. Гатченко, О.В. Клецька // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2017. -№3 (233). –С.228-233.

9. Фалендиш А.П. Модель вибору стенду для проведення еколого-енергетичних випробувань дизельного рухомого складу [Текст] / А.П. Фалендиш, В.О. Гатченко, О.В. Клецька, Д.Е. Сулежко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. –Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2018. -№2 (243). – С.208-215.

10. Артеменко, О.В. Регулювання процесу обігріву системи охолодження дизеля тепловоза ЧМЕЗ [Текст] / О.В. Артеменко, О.В. Клецька, М.С. Стовпяга, А.П. Фалендиш // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2017. -№4. –С.28-35.

Публікації в зарубіжних та вітчизняних виданнях, які включені до наукометричних баз Scopus та Web of Science:

11. Фалендиш, А.П. Моделювання зміни коефіцієнту технічного використання маневрового тепловозу для різних систем утримання [текст] / А.

П. Фалендиш, А. Л. Сумцов, О. В. Артеменко, О. В. Клецка // Восточно-европейский журнал передовых технологий. -№1/3 (79). 2016. –С.24-31.

12. A Falendysh, Calculation of the Parameters of Hybrid Shunting Locomotive / Falendysh A, P Kharlamov, O Kletska, N Volodarets // Transportation Research Procedia Volume 14, 2016, Elsevier B.V. Pages 665-671. - <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84991256258&partnerID=MN8TOARS>

13. The impact of the type of operation on the parameters of a shunting diesel locomotive with hybrid power plant / Anatoliy Falendysh, Mykyta Volodarets, Olha Kletska, Viktoriia Hachenko // MATEC Web Conferences 133.03003 (2017) BulTrans-2017. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). DOI: 10.1051/matecconf/201713303003.

14. Thermal imaging diagnostics locomotives / Andriy Sumtsov, Anatoliy Falendysh, Olha Kletska, // MATEC Web Conferences 182.01004 (2018) 17th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles 2018. (<http://DOI: 10.1051/matecconf/201818201004>).

15. Evaluation of wear reduction measures for wheelsets and rails operated in high mountain conditions / Voznenko, S., Falendysh, A., Sumtsov, A., Kletska, O., Blatnicky, M. // MATEC Web of Conferences 230, 01019.

16. 3-D simulation using for hydraulic calculation of the heat Accumulator / Kletska, O., Falendysh, A., Kagramanjan, A., Onishchenko, A. // MATEC Web of Conferences 240, 05011.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

17. Савенко, В.В. Целесообразность дальнейшей электрофикации железных дорог Украины [Текст] / В.В. Савенко, А.П. Фалендиш, О.В. Клецкая // 8 Науково-практична конференція «Енергетична безпека на транспорті: Підвищення енергоефективності, зниження залежності від природного газу» 09-10 жовтня 2014р. м. Київ –Одеса. 2014. –С.97-99.

18. Фалендыш, А.П. К вопросу выбора вида тяги на железнодорожном транспорте [Текст] / А.П. Фалендыш, В.В. Савенко, О.В. Клецкая // Сборник материалов Второй Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.» / -Санкт.-Петербург: ФГБОУ ВПО «ПГУПС». 2014. - С.180-182.

19. Каграманян А.О. Екологічні аспекти експлуатації тепловозних дизелів [Текст] / А.О. Каграманян, С.В. Комар, О.В. Клецка, А.П. Фалендиш // Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції «Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи» 11-17 квітня 2016 р. Україна, м. Трускавець. –Сєверодонецьк: ПП «Поліграф-сервіс». 2016. –С.85 - 86.

20. Фалендиш А.П. Процедура покращення якості проведення реостатних випробувань тепловозу [Текст] / А.О. Каграманян, С.В. Комар, О.В. Клецка, А.П. Фалендиш // Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції «Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи» 11-17 квітня 2016 р. Україна, м. Трускавець. – Сєверодонецьк: ПП «Поліграф-сервіс». 2016. –С.190 - 191.

21. Зіньківський А.М. Оцінка технічної експлуатації тягового рухомого складу [Текст] / А.М. Зіньківський, О.В. Клецка, А.Л. Сумцов // Проблеми розвитку транспорту і логістики: Збірник наукових парць за матеріалами VII Міжнародної науково-практичної конференції, Сєверодонецьк-Одеса. 26-28 квітня 2017 р. Україна, м. Одеса. –Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім.В.Даля. 2017. –С.87-89.

22. Gatchenko V. Comparison of the emission standards of pollutants from exhaust gases diesel locomotive engines [text] / V.Gatchenko, A.Falendysh, O. Kletska, D. Ivanchenko // Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospect: thesis, 3-12 May 2017,

Dresden (Germany) – Paris (France)/ -Severodonetsk. V.Dahl East Ukrainian National University. 2017. -P.50-52.

23. Pidiprygora A. Ways of energy saving in railway transport [text] / A.Pidiprygora, O. Kletska, E. Yevtushenko // Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospect: thesis, 3-12 May 2017, Dresden (Germany) – Paris (France)/ -Severodonetsk. V.Dahl East Ukrainian National University. 2017. -P.158-159.

24. Фалендиш А.П. Визначення енергоємності накопичувача енергії та потужності дизель-генератора гібридного транспортного засобу [Текст] / А.П. Фалендиш, М.В. Володарець, О.В. Клецька // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування. СЕУТТОО-2017: Збірник наукових праць за матеріалами 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Херсон. 28-29 вересня 2017 р. Україна, м. Херсон: вид-во Херсонської Державної морської академії, 2017. –С.3180-320.

25. Артеменко, О.В. Оцінка параметрів двигуна тепловоза, що працює на холостому ходу, як джерела енергії для самопрогріву [Текст] / О.В. Артеменко, О.В. Клецька, А.П. Фалендиш // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: Тези стендових доповідей та виступів учасників 30-ї міжнародної науково-практичної конференції, Харків. 26-27 вересня 2017 р. Україна, м. Харків: Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2017. -№4 (додаток). –С.21-22.

26. Володарець М.В. Визначення параметрів транспортного засобу з гібридним приводом з урахуванням життєвого циклу [Текст] // М.В. Володарець, В.О. Гатченко, О.В. Клецька, О.І. Косарев, Д.Е. Сулежко / Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції «Технологія та інфраструктура транспорту» 14-16 травня 2018 р. Україна, м. Харків. УкрДУЗТ. 2018. –С.172 -174.

27. Фалендиш А.П. Визначення обсягів випробувань модернізованих локомотивів [Текст] // А.П. Фалендиш, В.О. Гатченко, О.В. Клецька, О.В. Артеменко / Матеріали 78 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» 17-18 травня 2018р. м. Дніпро. –ДНУЗТ, 2018. –С.9-11.

28. Kletska O., Falendysh A., Onishchenko A., Kahramanian A. 3-D simulation using for hydraulic calculation of the heat accumulator. // Book of abstract. Volume 1. XI th International Conference on Computational Heat, Mass and Momentum Transfer. May 21-24 2018, Cracow, Poland, 2018. -P.278.

ABSTRACT

Kletska Olha Vitaliivna. Improvement of the design of shunting diesel locomotives due to the introduction of energy-saving technologies. Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences on the specialty 05.22.07 "rolling stock of railways and traction of trains" (273 - railway transport). - Ukrainian State University of Railway Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The dissertation deals with the solution of the applied scientific problem regarding the increase of the efficiency of modernized shunting diesel locomotives due to the improvement of the methods and models for the determination and evaluation of the technical parameters under their modernization with new energy-efficient tools.

The specified goal meant setting and solving the following research objectives: to carry out the analysis of the shunting locomotive fleet in terms of their fuel

consumption, the impact on the environment taking into account operation modes; to perform the review of applied scientific works in the area of the efficiency increase of shunting diesel locomotives due to design changes and the decrease of hazardous substance emissions; to develop a selection evaluation model of energy-saving tools under the modernization of the shunting diesel locomotive design; to develop the functional model for the operation of the modernized shunting diesel locomotive by means of the application of an energy-saving tool; to develop the model for the determination of the rational ecology and energy characteristics of the shunting diesel locomotive modernized with an energy-saving tool; to evaluate the operation efficiency of the shunting diesel locomotives, the design of which was improved due to the implementation of new energy-saving technologies.

The newness of the research is in the solution of the applied scientific objective regarding the improvement of the shunting diesel locomotive design by means of the implementation of modern technical tools for energy efficiency due to the selection of their rational parameters according to the developed methods and models. In this connection, the following results were obtained: the power plant output was plotted as a function of the energy intensity of energy storages with correspondent limitations and the cost parameters of the modernization for a specified operation mode taking into account hazardous substances emissions; there was formalized the technology of the improvement of the shunting diesel locomotive design based on the developed improved hybrid locomotive model, which makes it possible to determine its technical and economic parameters applying optimization methods and the flexible alignment of output parameter values regarding taking into account hazardous substances emissions by a power plant, and the type of the energy storage; the model for the identification of the tool for the improvement of the locomotive design under its modernization with regard to the ecological component of the power plant was proposed; the model for the determination of the rational parameters of the hybrid power plant, taking into account the locomotive design, operation conditions and its

ecological indices, was improved; there were improved the approaches to the evaluation of the tool efficiency in terms of modernization due to the improved approach to the evaluation of the technical level of the shunting diesel locomotive design regarding the substantiation of the nomenclature of the parameters defining the hybrid drive with regard to ecological indices.

The practical importance of the dissertation findings is that the research materials can be used in the development and modernization of the shunting diesel locomotives based on hybrid technologies with the application of modern energy-saving tools and technologies. The introduction of the selected measures will make it possible to decrease the fuel consumption and hazardous substances emissions into the atmosphere. The developed models can be used in forecasting the type and structure of the shunting diesel locomotive fleet at initial stages of their designing and during their modernization as well.

The main scientific findings regarding the evaluation of the technical level of a hybrid diesel locomotive, assessment of the efficiency resulting from the implementation of a hybrid power plant in a shunting diesel locomotive and the described models can be used by the Department of Locomotive Economy of the JSC “Ukrainian Railways” (Ukrzaliznytsia) in developing new technical recommendations for new shunting diesel locomotives. They are also used in the educational and research activities of the Ukrainian State University of Railway Transport for training Bachelors, Masters and in the Institute of retraining and professional development. The part of the findings was implemented in JSC “Technostandart” and in academic and research activities of the Ukrainian State University of Railway Transport.

On the subject of the dissertation there were published 28 scientific papers including 10 articles in professional editions approved by the Ministry of Science and Education of Ukraine, 6 articles in periodicals indexed in Scopus or Web of Science, 12 approbation papers

The task for the determination of technical and economic parameters for a shunting diesel locomotive with hybrid power plant, taking into account harmful substance emissions, was formalized. For this purpose the analysis of the shunting diesel locomotive fleet of JSC Ukrainian Railways (Ukrzaliznytsia) and the industrial transport, their diesel fuel consumption and shunting operation modes was made. The analysis showed that shunting diesel locomotives have used up more than 98% of its service life, their operation is characterized by an abruptly changing mode in which the power plant operates in economically not profitable modes most of the time. Besides, the fuel consumption tend to increase with the increase of the locomotive wear level. That is why, as a way to increase the efficiency of the diesel locomotive operation, the hybrid energy installation was proposed for application. The performed analysis of locomotives with hybrid traction showed that the creation of a hybrid locomotive on the basis of a six-axle shunting diesel electric locomotive is an appropriate solution.

The review of research and applied scientific works in the area of the increase of the operation efficiency of shunting diesel locomotives due to the design changes and the decrease of their hazardous substances emissions was also made, which shows that we need a comprehensive approach to the solution of the problem on determining the technical and economic parameters of diesel locomotives with hybrid power plant, and that approach has to relate the locomotive's technical parameters, operation parameters and cost parameters to each other taking into account the ecological component.

The evaluation model for the selection of energy-saving tools, when upgrading shunting diesel locomotives with regard to the ecological component applying the adaptive optimization method, was developed. Besides, all measures were divided into two main groups: organizational and technological, and design ones. As the result of research calculations, it was obtained that currently the appropriate measures are those aimed at the modernization of locomotives with a hybrid power plant.

The functional model for the operation of a shunting diesel locomotive with hybrid power plant, which made possible to define functional relations between the power delivery elements and hybrid drive, was proposed. Based on this model, the operation modes of shunting diesel locomotives with hybrid power plant were defined. The model for the assessment of the rational design and power parameters of modernized shunting diesel locomotives with hybrid power plant was proposed. The functional dependences of the diesel-generator set on the energy intensity of an energy storage for diesel locomotive's shunting operation were obtained.

The optimization models for nonlinear programming on the determination of rational technical and economic parameters for a shunting diesel locomotive with hybrid power plant, taking into account the cost parameters of hybrid drive elements, repair and maintenance costs as well as the economic effect resulting from the hybrid drive implementation with regard to hazardous substance emissions, were improved. Based on the models, the software complex for calculating the technical and economic parameters of a shunting diesel locomotive with hybrid power plant was developed.

The technical level of modernized six-axle shunting diesel electric locomotives was evaluated. For this purpose, the nomenclature of parameters, describing diesel locomotives with hybrid power plant, was selected, and the technical level coefficient of modernized six-axle shunting diesel locomotives, applying the method of weight coefficients, was defined. The research findings showed that comparing with the prototype the use of only the upgraded design and energy storage will enable us to increase it by 10%, and the application of a less powerful modern diesel-generator set and an energy storage – by 23%. It led to increasing the technical operation efficiency of the locomotive in question. The life cycle cost parameters of the shunting diesel locomotive ChMEZ and the modernized locomotive based on it with hybrid power plant were calculated. It was shown that during the life cycle period the aggregate

economic effect of one diesel locomotive will equal to 3.85 mln. hrn. for the first option of modernization.

It was proposed to determine the efficiency of the modernization of shunting diesel locomotives with the efficiency factor that takes into account the technical level of locomotives, the life cycle costs and the ecological component with corresponding weight coefficients.

Key words: shunting diesel locomotive, hybrid power plant, shunting operation, energy storage, ecological index, modernization

List of contributions Issued scientific works which present the main scientific results of Dissertation research

Scientific works are in professional editions

1. Falendy`sh A.P. Voprosy` modernizaczii teplovozzov s ucheto m zhiznennogo czikla / A.P. Falendy`sh, A.L. Sumczov, O.V. Kleczkaya [Tekst] / Lokomotiv-inform / Nauchny`j zhurnal. 2015. -#1-2 (103-104). –S.4-9.

2. Sumczov A.L.. Povy`shenie e`nergoe`ffektivnosti punkta tekhnicheskogo obsluzhivaniya lokomotivov [Tekst] / A.L. Sumczov, A.N. Belan, O.V. Kleczkaya // Vi`snik Skhi`dnoukrayins`kogo naczi`onal`nogo uni`versitetu i`meni` Volodimira Dalya / Naukovij zhurnal. –Syeverodonecz`k, PP «Poli`graf-servi`s», 2015. -#1 (218). –S.21-24.

3. Falendysh, A.P. Rozrobka enerhozberihaiuchykh zakhodiv pry zamini vizkiv lokomotyviv [Tekst] / A.P. Falendysh, M.Iu. Kukharchuk, O.V. Kletska // Zb. nauk. prats. –Kh: UkrDAZT, 2015. -Vyp.152. -S.160-167.

4. Falendysh, A.P. Atestatsiia depo, yak ody n iz shliakhiv pidvyshchennia efektyvnosti roboty motorvahonnoho rukhomoho skladu [Tekst] / A.P. Falendysh, V.O. Baikov, O.V. Kletska // Zb. nauk. prats. –Kh: UkrDAZT, 2015. -Vyp.158. -S.153-156.

5. Pidpryhora, A.I. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti roboty palyvno-enerhetychnoho kompleksu PAT «Ukrainski zaliznytsi» [Tekst] / A.I. Pidpryhora, O.V. Kletska, O.V. Khyzha // Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnogo universytetu imeni Volodymyra Dalia / Naukovyi zhurnal. –Sieverodonetsk, PP «Polihraf-servis», 2016. -№1. –S.170-174.

6. Falendysh, A.P. Analiz normatyvnykh vymoh, shchodo vyznachennia vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn z vidpratsovanymy hazamy teplovozykh dvyhuniv vnutrishnoho zghoriannia [Tekst] / AP Falendysh, VO Hatchenko, YuV Cherniak, OV Kletska // Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnogo ekonomiko-tekhnologichnoho universytetu transportu. Serii: Transportni systemy i tekhnologii, 2016. -№ 29. -S.235-247.

7. Chyhyryk N.D. Metody diahnostuvannia tekhnichnoho stanu elementiv kolisno-motornykh blokiv tiahovoho rukhomoho skladu [Tekst] / N.D. Chyhyryk, S.I. Voznenko, I.R. Vykhopen, O.V. Kletska // Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnogo universytetu imeni Volodymyra Dalia / Naukovyi zhurnal. – Sieverodonetsk, PP «Polihraf-servis», 2017. -№4 (234). –S.235-240.

8. Falendysh, A.P. Analiz pidkhodiv do rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn z vidpratsovanymy hazamy dyzeliv teplovoziv [Tekst] / A.P. Falendysh, V.O. Hatchenko, O.V. Kletska // Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnogo universytetu imeni Volodymyra Dalia / Naukovyi zhurnal. – Sieverodonetsk, PP «Polihraf-servis», 2017. -№3 (233). –S.228-233.

9. Falendysh A.P. Model vyboru stendu dlia provedennia ekoloho-enerhetychnykh vyprobuvan dyzelnoho rukhomoho skladu [Tekst] / A.P. Falendysh, V.O. Hatchenko, O.V. Kletska, D.E. Sulezhko // Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnogo universytetu imeni Volodymyra Dalia / Naukovyi zhurnal. – Sieverodonetsk, PP «Polihraf-servis», 2018. -№2 (243). –S.208-215.

10. Artemenko, O.V. Rehuliuвання protsesu obihrivu systemy okholodzhennia dyzelia teplovoza ChME3 [Tekst] / O.V. Artemenko, O.V. Kletska,

M.S. Stovpiaha, A.P. Falendysh // Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti. 2017. -№4. –S.28-35.

11. Falendysh, A.P. Modeliuvannia zminy koefitsiientu tekhnichnoho vykorystannia manevrovoho teplovozu dlia riznykh system utrymannia [tekst] / A. P. Falendysh, A. L. Sumtsov, O. V. Artemenko, O. V. Kletska // Vostochno-evropeyskyi zhurnal peredovyykh tekhnolohiyi. -№1/3 (79). 2016. –S.24-31.

12. A Falendysh, Calculation of the Parameters of Hybrid Shunting Locomotive / Falendysh A, P Kharlamov, O Kletska, N Volodarets // Transportation Research Procedia Volume 14, 2016, Elsevier B.V. Pages 665-671. - <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84991256258&partnerID=MN8TOARS>

13. The impact of the type of operation on the parameters of a shuning diesel locomotive with hybrid power plant / Anatoliy Falendysh, Mykyta Volodarets, Olha Kletska, Viktoriia Hatchenko // MATEC Web Conferences 133.03003 (2017) BulTrans-2017. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). DOI: 10.1051/mateconf/201713303003.

14. Thermal imaging diagnostics locomotives / Andriy Sumtsov, Anatoliy Falendysh, Olha Kletska, // MATEC Web Conferences 182.01004 (2018) 17th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles 2018. (<http://DOI: 10.1051/mateconf/201818201004>).

15. Evaluation of wear reduction measures for wheelsets and rails operated in high mountain conditions / Voznenko, S., Falendysh, A., Sumtsov, A., Kletska, O., Blatnicky, M. // MATEC Web of Conferences 230, 01019.

16. 3-D simulation using for hydraulic calculation of the heat Accumulator / Kletska, O., Falendysh, A., Kagramanjan, A., Onishchenko, A. // MATEC Web of Conferences 240, 05011.

Issies scientific works, testifying the approbation of the research:

17. Savenko, V.V. Czelesoobraznost' dal'nejshej e'lektrofikaczii zhelezny`kh dorog Ukrainy` [Tekst] / V.V. Savenko, A.P. Falendish, O.V. Kleczkaya // 8 Naukovo-praktichna konferenczi`ya «Energetichna bezpeka na transporti`: Pi`dvishhennya energoefektivnost,, znizhennya zalezhnosti` vi`d prirodnoho gazu» 09-10 zhovtnya 2014r. m. Kiyiv –Odesa. 2014. –S.97-99.

18. Falendy`sh, A.P. K voprosu vy`bora vida tyagi na zheleznodorozhnom transporte [Tekst] / A.P. Falendy`sh, V.V. Savenko, O.V. Kleczkaya/ // Sbornik materialov Vtoroj Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferenczii «Lokomotivy`. KhKhI` vek.» / -Sankt.-Peterburg: FGBOU VPO «PGUPS». 2014. - S.180-182.

19. Kahramanian A.O. Ekolohichni aspekty ekspluatatsii teplovozykh dyzeliv [Tekst] / A.O. Kahramanian, S.V. Komar, O.V. Kletska, A.P. Falendysh // Zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsii infrastruktury transportno-lohistychnykh system. Problemy, dosvid, perspektyvy» 11-17 kvitnia 2016 r. Ukraina, m. Truskavets. –Sievierodonetsk: PP «Polihraf-servis». 2016. –S.85 - 86.

20. Falendysh A.P. Protsedura pokrashchennia yakosti provedennia reostatnykh vyprobuvan teplovozu [Tekst] / A.O. Kahramanian, S.V. Komar, O.V. Kletska, A.P. Falendysh // Zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsii infrastruktury transportno-lohistychnykh system. Problemy, dosvid, perspektyvy» 11-17 kvitnia 2016 r. Ukraina, m. Truskavets. – Sievierodonetsk: PP «Polihraf-servis». 2016. –S.190 - 191.

21. Zinkivskyi A.M. Otsinka tekhnichnoi ekspluatatsii tiahovoho rukhomoho skladu [Tekst] / A.M. Zinkivskyi, O.V. Kletska, A.L. Sumtsov // Problemy rozvytku transoprtu i lohistyky: Zbirnyk naukovykh parts za materialamy VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Sievierodonetsk-Odesa. 26-28 kvitnia 2017 r. Ukraina, m. Odesa. –Sievierodonetsk: vyd-vo SNU im.V.Dalia. 2017. –S.87-89.

22. Gatchenko V. Comparison of the emission standards of pollutants from exhaust gases diesel locomotive engines [text] / V.Gatchenko, A.Falendysh, O. Kletska, D. Ivanchenko // Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospect: thesis, 3-12 May 2017, Dresden (Germany) – Paris (France)/ -Severodonetsk. V.Dahl East Ukrainian National University. 2017. -P.50-52.

23. Pidiprygora A. Ways of energy saving in railway transport [text] / A.Pidiprygora, O. Kletska, E. Yevtushenko // Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospect: thesis, 3-12 May 2017, Dresden (Germany) – Paris (France)/ -Severodonetsk. V.Dahl East Ukrainian National University. 2017. -P.158-159.

24. Falendysh A.P. Vyznachennia enerhoiemnosti nakopychuvacha enerhii ta potuzhnosti dyzel-heneratora hibrydnoho transportnoho zasobu [Tekst] / A.P. Falendysh, M.V. Volodarets, O.V. Kletska // Suchasni enerhetychni ustanovky na transporti, tekhnolohii ta obladnannia dlia yikh obsluhovuvannia. SEUTTOO-2017: Zbirnyk naukovykh parts za materialamy 8-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Kherson. 28-29 veresnia 2017 r. Ukraina, m. Kherson: vyd-vo Khersonskoi Derzhavnoi morskoi akademii, 2017. –S.3180-320.

25. Artemenko, O.V. Otsinka parametriv dvyhuna teplovoza, shcho pratsiuie na kholostomu khodu, yak dzherela enerhii dlia samoprohrivu [Tekst] / O.V. Artemenko, O.V. Kletska, A.P. Falendysh // Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti: Tezy stendovykh dopovidei ta vystupiv uchastnykiv 30-yi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Kharkiv. 26-27 veresnia 2017 r. Ukraina, m. Kharkiv: Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti, 2017. -№4 (dodatok). –S.21-22.

26. Volodarets M.V. Vyznachennia parametriv transportnoho zasobu z hibrydnym pryvodom z urakhuvanniam zhyttievoho tsyклу [Tekst] // M.V. Volodarets, V.O. Hatchenko, O.V. Kletska, O.I. Kosariev, D.E. Sulezhko / Zbirnyk

tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Tekhnolohiia ta infrastruktura transportu» 14-16 travnia 2018 r. Ukraina, m. Kharkiv. UkrDUZT. 2018. –S.172 - 174.

27. Falendysh A.P. Vyznachennia obsiahiv vyprobuvan modernizovanykh lokomotyviv [Tekst] // A.P. Falendysh, V.O. Hatchenko, O.V. Kletska, O.V. Artemenko / Materialy 78 Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy ta perspektyvy rozvytku zaliznychnoho transportu» 17-18 travnia 2018r. m. Dnipro. –DNUZT, 2018. –S.9-11.

28. Kletska O., Falendysh A., Onishchenko A., Kahramanian A. 3-D simulation using for hydraulic calculation of the heat accumulator. // Book of abstract. Volume 1. XI th International Conference on Computational Heat, Mass and Momentum Transfer. May 21-24 2018, Cracow, Poland, 2018. -P.278.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	26
ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПИТАННЯ ОЦІНКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛОКОМОТИВІВ.....	34
1.1 Стан сучасного парку маневрових тепловозів та їх технічна експлуатація	34
1.2 Аналіз техніко-економічних характеристик гібридних силових установок локомотивів	41
1.3 Аналіз праць вчених по визначенню техніко-економічних показників локомотивів з гібридними силовими установками.....	56
1.3.1 Роботи по визначенню техніко-економічних показників локомотивів ...	56
1.3.2 Роботи по визначенню характеристик накопичувачів енергії.....	63
1.3.3 Роботи по оцінці впливу рухомого складу на навколишнє середовище .	67
1.4 Висновки до розділу 1	76
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ЗАХОДУ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗУ З ВРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ.....	78
2.1 Модель визначення енергозберігаючого заходу при модернізації маневрового тепловозу.....	78
2.2 Оцінка екологічної складової при експлуатації маневрових тепловозів....	86
2.2.1 Визначення викидів шкідливих речовин дизелями при проведенні екологічних випробувань маневрових тепловозів	86
2.2.2 Підходи по визначенню викидів шкідливих речовин в різних нормативних документах	87
2.2.3 Розрахунок питомих викидів шкідливих речовин по різним нормативним документам.....	97

2.3 Обґрунтування вибору заходу при модернізації маневрового тепловозу ..	99
2.4 Висновки по розділу 2.....	99
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗУ З ГІБРИДНОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ	101
3.1 Визначення вихідних параметрів і алгоритму моделі розрахунку техніко- економічних показників.....	101
3.3 Визначення параметрів накопичувача електроенергії та силового агрегату	111
3.3 Визначення параметрів передачі потужності	119
3.3.1 Визначення основних параметрів електричної передачі тепловоза.....	120
3.3.2 Побудова зовнішньої характеристики тягового генератора та регулювальної характеристики електропередачі	122
3.3.3 Побудова регулювальної характеристики електропередачі	123
3.3.4 Побудова тягової характеристики тепловоза	125
3.4 Перевірка моделі на адекватність	127
3.5 Висновки до розділу 3	129
РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОГО МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА НА БАЗІ ЧМЕЗ	130
4.1 Визначення основних технічних характеристик локомотива.....	130
4.2 Оцінка екологічної складової від модернізації локомотива енергозберігаючими засобами.....	136
4.3 Оцінка вартості життєвого циклу від модернізації локомотива накопичувачами енергії	137
4.4 Визначення технічного рівня модернізованого маневрового тепловозу енергозберігаючими засобами.....	140
4.5 Визначення ефективності використання маневрового тепловозу з накопичувачем енергії.....	144

4.6 Висновки до розділу 4.....	146
ВИСНОВКИ.....	148
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	151
ДОДАТОК А Програма-методика проведення енерго-екологічних випробувань маневрових тепловозів.....	170
ДОДАТОК Б Оцінка викидів шкідливих речовин.....	171
ДОДАТОК В Визначення конструктивних характеристик маневрового тепловозу.....	173
ДОДАТОК Д Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.....	176
ДОДАТОК Е Акти впровадження дисертаційної роботи.....	181

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Evolution» совершает революцию [Электронный ресурс] :/ Режим доступа: https://ktzh-gp.kz/page.php?ELEMENT_ID=2901 – (Дата звернення:15.08.2018).
2. «Укрзалізниця» на пути реформ [текст]: / Локомотив. – 2012. – № 10. – С. 2-5. (по материалам «Укрзалізниця»).
3. 2ТЭ25А [Электронный ресурс]: / Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/2ТЭ25А>. – (Дата звернення: 10.01.2019).
4. 2ТЭ25А «Витязь» - первый российский тепловоз с асинхронным двигателем [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.su/zheleznodorozhnaya-tehnika/37-teplovozy/25-2te25a-vityaz-teplovoz> . – (Дата звернення: 20.03.2018).
5. 3ТЭ25КМ: магистральный тепловоз с невероятным потенциалом [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.su/zheleznodorozhnaya-tehnika/37-teplovozy/1100-3te25km-magistralnyj-teplovoz-s-neveroyatnym-potentsialom>. – (Дата звернення: 28.11.2017).
6. Akli, C.R.; Sareni, B; Roboam, X; Jeunesse, A. Integrated optimal design of a hybrid locomotive with multiobjective genetic algorithms. (2009) International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, vol. 30 (n° 3-4). pp. 151-162. ISSN 1383-5416.
7. Cousineau, R. Development of a Hybrid Switcher Locomotive / R. Cousineau - IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, February 2006, pp. 25-29.
8. Determination of implementation efficiency of hybrid shunting diesel locomotive, taking into account the type of field operation // Anatoliy Falendysh, Mikita Volodarets, Mikita Bragin, Yuri Biletskyi // Polish academy of sciences branch in Lublin. ТЕКА. Commission of motorization and power industry in agriculture. Vol.15, No 2. ТЕКА

- Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, 2015.
9. Donnelly, F.W.; Cousineau, R.L.; Horsley, R.N.M., “Hybrid Technology for the Rail Industry”, Proceedings of the 2004 ASME/IEEE Joint Railroad Conference pp 113 – 117.
 10. Hybrid Locomotive [Electronic resource] / GE Transportation // Mode of access: <http://www.getransportation.com/rail/rail-products/locomotives/hybrid-locomotive.html>. – Title from the screen. (Date of apply: 14.09.2017).
 11. Liudvinavičius L., Lingaitis L.P.: New locomotive energy management systems. Maintenance and reliability / L. Liudvinavičius, L. P. Lingaitis // Eksploatacja i niezawodność, Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, No 1, 2010, pp. 35-41.
 12. Liudvinavičius, L. Lingaitis, L.P. Locomotive kinetic energy management. / L. Liudvinavičius, L. P. Lingaitis // Transport Problems: an International Scientific Journal; Sep 2011, Vol. 6 Issue 3, pp. 135-142.
 13. Lohner, A.; Evers, W., “Intelligent Power Management of a Supercapacitor Based Hybrid Power Train for Light-Rail Vehicles and City Busses” / A. Lohner, W. Evers // IEEE 35th Power Electronics Specialist Conference, 2004, pp 672 – 676.
 14. Lokomotivní řada 718.5 (TA 436.05) [Elektronický zdroj] / Atlas Lokomotiv // Režim přístupu: www.atlaslokomotiv.net/loko-718.html. – Název obrazovka. (Datum přístupu: 14.08.2010).
 15. Wolfs, P. 2005. Energy Storage Options for Hybrid Diesel Electric Shunting Locomotives, in Negnvitsky, M. (ed), Australasian Universities Power Engineering Conference AUPEC 2005, Sep 25 2005, pp. S123-S123. Hobart, Tasmania: University of Tasmania.
 16. Yap, H.T.; Schofield, N.; Bingham, C.M., “Hybrid Energy/Power Sources for Electric Vehicle Traction Systems” / H. T. Yap, N. Schofield, C. M. Bingham // IEEE Power Electronics, Machines and Drives

- Conference, 2004, pp 61 – 66.
17. Альтернативные источники энергии для локомотивов / Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №12. – С. 32-36. (Q. Vosman. International Railway Journal. – 2012. - №9. – p. 53-54, 56-57; материалы компаний Alstom (www.alstom.com) и Strukton Rail (www.Struktonrail.com)).
 18. Амелин, В.П. Выбор типа маневрового локомотива для работы на вытяжных путях станции: дис. ... к. т. н. [Текст]: /В.П. Амелин.-М., 1973.- 186с.
 19. Бабков, Ю. В. Два дизеля для тепловоза ЧМЭЗ [текст]: / Ю. В. Бабков, И. В. Сазонов, В. Ю. Гусев, В. Л. Сергеев, А. А. Будницкий // Локомотив. – 2010. – № 1. – С. 37–39.
 20. Безовская, М. С. Повышение уровня экологической безопасности при обращении с отработанными нефтепродуктами на железной дороге. - Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 - Экологическая безопасность [Текст]: / - Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2014.
 21. Болдов, Н.А. Перспективы повышения производительности и экономичности маневровых тепловозов на основе применения электромеханических аккумуляторов [Текст]: / Н.А. Болдов, В.В.Буравлев // Проблемы развития тепловозостроения: труды ВНИТИ. – Коломна, 1983. – Вып. 57. – с. 93-94.
 22. Болдов, Н.А. Теория оптимальных параметров автономной электрической тяги: дис. ... д. т. н.: спец. [Текст]: / Н.А. Болдов. – М., 1964. – 371 с.
 23. Боровой, Н.Е. Влияние веса поездов на объем маневровой работы [Текст]: / Н.Е. Боровой // Труды МИИТ. – М.: Трансжелдориздат, 1962. – Вып. 137. – 384с.

24. Брагін М.І. Аналіз праць вчених по визначенню техніко-економічних показників тягових транспортних засобів [Текст] / М.І. Брагін, М.В. Володарець, А.П. Фалендиш // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. –Севєродонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2017. -№3 (233). –С.31-35.
25. Бхатт, Д.П. Исследование электропередачи маневровых тепловозов с рекуперативным торможением: дис. ... к. т. н.: спец. [Текст]: / Д.П. Бхатт. – М., 1981. – 183 с.
26. Варакин, А.И. Маневровый и универсальный локомотив с гибридной силовой установкой и накопителем энергии на базе электрохимических конденсаторов [Текст]: / А.И. Варакин, И.Н.Варакин, В.В. Менухов // Наука и техника транспорта. – 2007. – № 12. – С. 34–40.
27. Володарець М.В. Удосконалення методів та моделей визначення техніко-економічних показників гібридних локомотивів. Автореферат дис... спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Український державний університет залізничного транспорту. 2016. -20с.
28. Володин, А.И. Топливная экономичность силовых установок тепловозов [Текст]: / А.И. Володин, Г.А. Фофанов. – М.: Транспорт, 1979. – 126 с.
29. Воронько, В. А. Обоснование выбора параметров маневровых и промышленных тепловозов с учетом условий эксплуатации: дис. ... к. т. н. спец. 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов [Текст]: / В.А. Воронько. -М. : МГУПС, 2005.- 148 с.
30. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов автономного тягового и моторвагонного подвижного состава: ГОСТ 33754-2016 – [Чинний від 2016-07-27] – 73 с.

31. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов магистральных и маневровых тепловозов: ГОСТ Р 50953-2008 – [Чинний від 2009-01-01] – 16 с.
32. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от стационарных дизельных установок: ГОСТ Р 56163-2014 – [Чинний від 2014-10-14] – 8 с.
33. Гибридные системы тягового привода компании Voith / Железные дороги мира (Россия). – 2011. – №3. – С. 36-38. (по материалам компании Voith Turbo (<http://www.voithturbo.com>); Eisenbahningenieur. – 2010. – №3. – S.38-41).
34. Гибридный маневровый локомотив / Железные дороги мира (Россия). – 2010. – №9. – С. 26-29. (J. Oostra et al. ZEVrail. – 2009. – №9. – S.365-369; материалы союза Bahnindustrie (www.bahnindustrie.info) и компании Port of Rotterdam (www.portofrotterdam.com)).
35. Гибридный тяговый агрегат / Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №9. – С. 47-50. (I. Lehmann et al. Eisenbahntechnische Rundschau. – 2011. - №9. – S. 18-23; материалы компании MTU (www.mtu-online.com) и Tognum (www.tognum.com)).
36. Гибридный тяговый привод рельсового автобуса / Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №3. – С. 54-56. (International Railway Journal. – 2011. - №12. – p. 50-51; материалы компании Tognum (www.tognum.com)).
37. Гончаров, Н. Е. Автоматизация расчетов транспортных операций с помощью ЭЦВМ [Текст]: / Н. Е. Гончаров. – К.: Будівельник, 1971. - 97 с.
38. Гончаров, Н. Е. Маневровая работа на железнодорожном транспорте [Текст]: / Н. Е. Гончаров, В. П. Казанцев. – М.: Транспорт, 1978. – 183 с.
39. Гончаров, Н. Е. Повышение качества и эффективности управления

- транспортными средствами [Текст]: / Н. Е. Гончаро. – К.: Будівельник, 1976. – 152 с.
40. ГОСТ 10448-80 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Правила приемки. Методы испытаний.
 41. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. -М.: Изд-во стандартов, 1979. – 24с.
 42. ГОСТ 24028-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения. (Армения, Беларусь, Киргизия, Молдова, Россия, Узбекистан) введен в действие с 1.07.2014 г.
 43. ГОСТ 27705-88. Тепловозы маневровые мощностью 180 кВт. Основные параметры и технические требования -М.: Изд-во стандартов, 1988.- 6 с.
 44. ГОСТ 30574-98. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Измерение выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Циклы испытаний. (Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Киргизия, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина) введен в действие с 1.01.2000 г.
 45. ГОСТ 31967 – 2012. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения. (Беларусь, Казахстан, Киргизия, Молдова, Россия, Таджикистан, Узбекистан) введен в действие с 1.07.2014 г.
 46. ГОСТ 4.346-85. Система показателей качества продукции. Электровозы магистральные. Номенклатура показателей. - М.: Изд-во стандартов, 1985. -9 с.
 47. ГОСТ 24028. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения.
 48. ГОСТ Р 50953-96. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов магистральных и маневровых тепловозов.

Нормы и методы определения.

49. ГСТУ 32.001-94. Викиди забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тепловозних дизелів. Норми та методи визначення. Чинний від 01.01.1995 р.
50. Губенко В.К., Парунакян В.Э. Общий курс промышленного транспорта. Учебник для вузов. -М.: Транспорт, 1994. -200 с.
51. Гулиа, Н.В. Накопители энергии [текст]: / Н.В. Гулиа // М.: Наука, 1980. – С.137-138.
52. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами: ГОСТ 31967-2012 – [Чинний від 2012-12-03] – 28 с.
53. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]: - <http://www.ukrstat.gov.ua/>. – (Дата звернення: 05.01.2019).
54. Джента, Дж. Накопление кинетической энергии. Теория и практика современных маховичных систем [Текст]: / Дж. Джента // Пер. с англ. – М. : Мир, 1988. – 430 с.
55. Диагностика и регулировка тепловозов [Текст] / А.З. Хомич, С.Г. Жалкин, А.Э. Симсон, Э.Д. Тартаковский. - М.: Транспорт, 1977. - 222 с.
56. ДСТУ 2501-94 Аналізатори газів для контролю викидів транспортних засобів. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
57. Ефремов, А. InnoTrans 2012: новички набирают силу (продолжение) [текст]: / А. Ефремов, Б. Райскин. М. Хазов // Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №11. – С. 9-37.
58. Джус В.С., Фалендиш А.П. Методика визначення технічного рівня маневрових тепловозів з урахуванням регіону експлуатації. / Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2003. -Вип.53. -С.103-107.
59. Забелло, М. Л. Маневровые локомотивы электрифицированных железных дорог [Текст]: / М. Л. Забелло, А. М. Баранов. - М. :

Транспорт, 1967. - 150 с.

60. Забелло, М.Л. Маневровая работа на железных дорогах [Текст]: / М.Л. Забелло // Труды ЦНИИ. – 1958. – Вып.160. – 232 с.
61. Зайцева, Т. Н. Методы сокращения потребления энергии и топлива [текст]: / Т. Н. Зайцева // Локомотив. – 2010. – № 2. – С. 44–45.
62. Зайцева, Т. Н. Методы сокращения потребления энергии и топлива [текст]: / Т. Н. Зайцева // Локомотив. – 2010. – № 3. – С. 44–46.
63. Закон України “ Про транспорт ” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994, N 51, ст.446) [Вводиться в дію Постановою ВР N 233/94-ВР від 10.11.94, ВВР, 1994, N 51, ст.447] зі змінами і доповненнями станом на 2012 рік.
64. Закон України «Про залізничний транспорт» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1996, N 40, ст.183), [Вводиться в дію Постановою ВР N 274/96-ВР від 04.07.96, ВВР, 1996, N 40, ст. 184] зі змінами і доповненнями станом на 2018 рік.
65. Звонов, В.А. Оценка выброса твердых частиц с отработавшими газами автотракторного дизеля [Текст] / А. В. Звонов, А. П. Марченко, И. В. Парсаданов, А. П. Поливянчук // «Двигатели внутреннего сгорания» сб.ст. НТУ ХПИ – 2006– № 2 – С. 64-67.
66. Зубихин, А.В. Технология гибридного привода ТЭМ9Н SINARAHYBRID [текст]: / А.В. Зубихин, Е.В. Федоров, А.Н. Тарасов, В.Н. Малахов, А.В. Дубинин // Локомотив-информ. – 2012. – №9. – С. 36–42.
67. Иванов Н.Е. Техничко-економическая ефективность тепловозной тяги в условиях металлургического завода [Текст]: / Н.Е. Иванов // Сборник научных трудов. Труды ДИИТ. – М: 1967. – Вып. 65. – 254с.
68. Иванов, Н.Е. Исследование надежности и долговечности маневровых тепловозов с гидравлическими передачами в зависимости от режимов их работы на железных дорогах

- промышленных предприятий: дис. ... к.т.н. [Текст]: / Н.Е. Иванов.- Д.: ДИИТ, 1969.-167с.
69. Измерение выбросов вредных веществ с отработавшими газами: ГОСТ 30574-98 – [Чинний від 1998-11-12] – 14 с.
70. Казанцев, В.П. Выбор оптимальной мощности маневрового локомотива для работы на вытяжке в текущих эксплуатационных условиях и на перспективу [Текст]: /В.П. Казанцев // дис. ... к. т. н. - М.,:1966.-156с.
71. Ким, С.И. Опыт эксплуатации тепловоза ЧМЭЗ с двухдизельной силовой установкой [текст]: / С.И. Ким, С.Н. Журавлев, А.Б. Федотов // Локомотив. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
72. Конструкция, расчет и проектирование тепловозов [Текст]: / Апанович Н.Г. и др. - М.: Машиностроение, 1969. - 388 с.
73. Коссов, Е. Е. Маневровый газотурбовоз [текст]: / Е. Е. Коссов // Локомотив-информ. – 2007. – № 10. – С. 30–32.
74. Коссов, Е.Е. Влияние эффективности накопителя энергии на топливную экономичность локомотива [Текст]: / Е.Е. Коссов, В.А. Азаренко, А.Н. Корнев, М.М. Комарницкий // Локомотив-информ. – Х:Техностандарт, 2008. –№3. – С. 44 – 45.
75. Коссов, Е.Е. Выбор характеристик магистральных и маневровых тепловозов [Текст]: / Е.Е. Коссов, В.А. Старовойт // Повышение топливной экономичности тепловозов: труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1991.– 238 с.
76. Коссов, Е.Е. К вопросу выбора мощностных характеристик перспективного автономного тягового подвижного состава [Текст]: / Е.Е. Коссов, В.А. Азаренко, М.М. Комарицкий // Наука и транспорт. – 2007. - С. 20-21.
77. Коссов, Е.Е. О снижении энергоемкости накопителя [Текст]: / Е.Е. Коссов, С.О. Никипелый // Мир транспорта. – М. – 2011. – № 1. – С. 46–51.

78. Костюков А.Н. Проектирование тепловоза [Текст]: / А.Н. Костюков // –Омск: ОмИИТ, 1966. –54 с.
79. Крупенио Н.Н. Расчет выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников железнодорожного транспорта и платы за эти выбросы . Методические указания. - М.: МИИТ, 2006. - 19 с.
80. Кудряш, А.П. Повышение эффективности тепловозных дизель-генераторов в эксплуатации [Текст]: / А.П. Кудряш, В.Т. Созаев, Э.Д. Тартаковский // Железнодорожный транспорт. – 1972. – № 10. – С. 38-40.
81. Кудряш, А.П. Резервы повышения экономичности тепловозов 2ТЭ10Л [Текст]: / А.П. Кудряш, Е.Г. Заславский, Э.Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1975. – 64 с.
82. Курочкин, В.Ф Оценка технического уровня транс-портных средств [Текст] / В.Ф. Курочкин, В.Д. Бурдаков // Сб. трудов ВНИИНМАШ, вып. 60. -М.: ВНИИН-МАШ, 1988. -с.106.
83. Лабут А.А. Исследования вопросов эксплуатации и ремонта маневрового тепловозов с гидропередачей: дис. ... к.т.н. спец. [Текст]: / А.А. Лабут. – М.: МИИТ, 1969. – 173 с.
84. Лашко, А.Д. Основные направления обновления тягового подвижного состава Украины в 2006-2010 гг. [текст]: /А.Д. Лашко, В.Н. Самсонкин, А.М. Гончаров, А.В. Коновалов // Локомотив-информ. - 2006. -№6. -С.8-12.
85. Локомотив серии ЧМЭ3-П. Техническое описание [Текст] /4-8090-016-00. Чешская республика. -124с.
86. Лосев, Е. П. Эффективность применения накопителей энергии в силовых установках автономных локомотивов : дис. ... к. т. н. : спец. 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог и тяга поездов [Текст]: / Е.П. Лосев. – М.: МГУПС, 2000. – 211с.
87. Лосев, Е.П. Применение инерционных двигателей для тяги поездов [Текст]: / Е.П. Лосев // Вестник машиностроения. – 1989. – №3. – С.

34-37.

88. Лубенец, Н.И. Выбор показателей для оценки качества ремонта тепловозов [Текст] / Н.И. Лубенец, М.В. Струзберг // Повышение надежности подвижного состава железнодорожного транспорта. - Куйбышев: КИИЖТ, 1989. -вып.2. -С.49-52.
89. Малоземов, Н.А. Тепловозоремонтные предприятия. Организация, планирование и управление [текст]: / Н.А. Малоземов, А.И. Иунихин, М.П. Каплунов. – М.: Транспорт, 1979. – 264 с.
90. Маневровые локомотивы [Электронный ресурс]: / Режим доступа: http://www.rzd-expo.ru/innovation/stock/shunting_locomotives/. – (Дата звернения: 20.10.2016).
91. Маневровый локомотив с комбинированной (гибридной) силовой установкой ЛГМ 1 [Электронный ресурс]: / Научно-производственное предприятие «ПОЛЕТ» // Режим доступа: <http://www.npppolet.ru/catalog/mashinostroenie/zhelezodorozhniy-transport/manevrovie-lokomotivy/>. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 30.06.2013).
92. Маневровый тепловоз серии ТЭМ 33 [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <https://vlrd.lt/ru/продукты/новые-локомотивы/тэм-33/> - (Дата звернения: 20.10.2017).
93. Маневровый тепловоз ТЭМ ТМХ [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://www.ukbmz.ru/production/manevrovye-teplovozy/51/>. – (Дата звернения: 10.05.2018).
94. Маневровый тепловоз ТЭМ31: неограниченные возможности при работе с подвижным составом [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.su/zhelezodorozhnaya-tehnika/43-manevrovye-i-servisnye-poezda/1110-manevrovyyj-teplovoz-tem31-neogranichennye-vozmozhnosti-pri-rabote-s-podvizhnym-sostavom>. – (Дата звернения: 22.06.2017).
95. Маневровый тепловоз ТЭМ9 [Электронный ресурс]: / Режим

доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tekhnika/43-manevrovye-i-servisnye-poezda/103-manevrovyyj-teplovoz-tem-9>. – (Дата звернення: 22.06.2017).

96. Мельник, І.В. Визначення варіанта модернізації тепловозів ЧМЕЗ [Текст] / І.В. Мельник, А.П. Фалендиш // Зб. наук. праць. –Х: УкрДАЗТ, 2015. -*Bun.158*. -С.157-160.
97. Методика определения технического уровня ГКНТ СССР.-24 с.
98. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография / Э.Д.Тартаковский, С.Г. Грищенко, Ю.Е. Калабухин, А.П. Фалендыш. –Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. -174с.
99. Михальченко, Г.С. Теория и конструкция локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта [Текст]: / Г.С. Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А. Симонов.— М.: Маршрут, 2006. — 584 с.
100. Молчанов, А.И. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами [текст]: / А.И. Молчанов, И. Л. Поварков, Л.А. Мугинштейн, К. М. Попов // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – №2. – С. 36–42.
101. Неревяткин К.А. Совершенствование методики определения технических характеристик проектируемых локомотивов на основе математического моделирования: автореф. дисс. на соиск учен. степ. к. т. н. [Текст]: / К.А. Неревяткин. – М. : МГУПС, 1998. – 23с.
102. Никипелый, С. О. Повышение эффективности работы тепловозов при применении накопителя энергии в силовой цепи: дис. ... к. т. н.: спец. 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация [Текст]: / С. О. Никипелый. – М.: МГУПС, 2011. – 167 с.
103. Никипелый, С.О. Повышение эффективности тягового подвижного состава при применении накопителя энергии в силовой цепи

- [Текст]: / С.О. Никипелый // Труды 5-ой международной научно-практической конференции «Trans-Mech-Art-Chem». – М. : МИИТ, 2008. – С. 170–172.
104. Новые тепловозы для маневровой и поездной работы / Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №10. – С. 38-42. // (K/ Hiller et al. Eisenbahntechnische Rundschau. – 2011. - №9. – S. 28-33; материалы компании Alstom (www.alstom.com)).
105. Носырев, Д.Я. Основы оценки и проблемы повышения качества тепловозов [Текст]: / Д.Я. Носырев, Е.С. Павлович, Ю.Е. Просвиоров // Учебное пособие. -М.: ВЗИИТ, 1988. - 62 с.
106. Нотик, З.Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ [Текст]: / З.Х. Нотик // Пособие машинисту. – М.: Транспорт, 1990. –381 с.
107. Одинцов, Л. В. Вопросы теории маневровой работы [Текст]: / Л. В. Одинцов // учебное пособие – М. : Трансжелдориздат, 1947. – 204 с.
108. Одинцов, Л. В. Организация движения на железнодорожном транспорте [Текст]: / Л. В. Одинцов // учеб. пособ. Вып. 2 – М. : ВЗИИТ, 1963. - 151 с.
109. Пат. 112729 Україна, МПК (2016.01) В60К 6/12 (2006.01), F02В 73/00. Гібридна силова установка рейкового транспорту з гідропередачею потужності[Текст] / Жалкін О.Д., Тартаковський Е.Д., Жалкін С.Г., Жалкін Д.С., Михалків С.М., Фалендиш А.П., Анацький О.О.; заявники та патентовласник Український державний університет залізничного транспорту – № а 2015 110344 ; заявл. 23.10.2015 ; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.
110. Пат. 98807 Україна, МПК (2015.01) В60К 5/00. Гібридна силова установка рейкового транспорту[Текст] / Жалкін О.Д., Тартаковський Е.Д., Жалкін С.Г., Жалкін Д.С., Михалків С.М., Фалендиш А.П., Анацький О.О.; заявники та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту –

- № u 2014 11899 ; заявл. 03.11.2014 ; опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9.
111. Підвищення ефективності енергозабезпечення рухомого складу метрополітену з системами рекуперації шляхом застосування ємнісних накопичувачів енергії : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 [Текст]: / А. О. Сулим; Держ. підприємство "Держ. НДЦ залізн. трансп. України". - Київ, 2015. - 20 с. - укр.
 112. Повышение энергоэффективности локомотивов / Железные дороги мира (Россия). – 2010. – №10. – С. 40-45. (D. Lustig. Railway Gazette Internatuional. – 2010. – №7. – p.38-41; материалы компаний GETS (www.gettransportation.com), EMD (www.emdiesels.com), Motive Power (www.motivepower-wabtec.com), Railpower (www.rjcorman.com), Progress Rail Services (www.progressrail.com) и Brandt Road Rail (road-rail-corp.brandt.ca)).
 113. Подвижной состав компании JR East с гибридным тяговым приводом / Железные дороги мира (Россия). – 2011. – №1. – С. 26-31. (H Nomoto. Japanese Railway Engineering. – 2010. - №167. – p. 1-4; материалы компании JR East (www.jreast.co/jp/e)).
 114. Полин, П.А. Инновационный подвижной состав [текст]: / П.А. Полин, Н.Ю. Иванов // Локомотив. – 2013. – № 3. – С. 46–48.
 115. Приміський, І.В. Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів Євро [Текст] / І. В. Приміський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014– № 4/11(70). – С. 43-49.
 116. Процько, Я.І. Проблема впливу залізничного транспорту на екологію [Текст]: / Я. І. Процько // ВІСНИК Полтавського державного аграрної академії №3 2009р.
 117. Рибіна, О. І. Методичні особливості оцінки економічного збитку від впливу залізничного транспорту [Текст]: / І. О. Рибіна // Механізм регулювання економіки, 2012, № 3
 118. Руда, М. Визначення рівня забруднення баласту залізничної колії та

- екологічні інновації на залізниці [Текст]: / М. Руда
119. Сергеев, В.Л. Знакомьтесь: маневровый аккумуляторный локомотив ЛАМ-01 [текст]: / В.Л. Сергеев, И.А. Шаркин // Локомотив. – 2003. – № 10. – С. 39.
 120. Сергиенко, Н.И. Решение проблем подвижного состава железных дорог Украины через взаимодействие государственного и частного секторов экономики [текст]: / Н.И. Сергиенко // Локомотив-информ. – 2010. – №6. – С.40-46.
 121. Сергієнко, М.І. Оцінка ефективності застосування накопичувачів електроенергії в енергетичній установці дизель-поїзда ДЕЛ-02 [Текст]: / М. І. Сергієнко, М.В. Панасенко, В.І. Пелепейченко, Д.О. Гордієнко // Залізничний транспорт України. – 2011. – № 4. – С. 29-35.
 122. Сергієнко, М.І. Оцінка ефективності можливих варіантів модернізації енергетичної установки маневрового тепловоза ЧМЭЗ [Текст]: / М. І. Сергієнко, В.І. Пелепейченко, О.І. Гончарів, Д.О. Гордієнко // Залізничний транспорт України. – 2011. – № 6. – С. 35-38.
 123. Смоляк, М.І. Розроблення заходів з підвищення ефективності роботи депо за рахунок раціонального використання енергоресурсів [Текст] / М.І. Смоляк, А.П. Фалендиш, А.М. Зінківський // Зб. наук. праць. –Х: УкрДАЗТ, 2014. -Вип.144. -С.140-144.
 124. Совокупный объем продаж автомобилей Toyota Prius в мире достиг 3-миллионной от метки [Электронный ресурс] / Toyota: стремиться к лучшему. Модельный ряд. Новости и события. - Режим доступа: www.toyota.ru/about/news_and_events/2013/prius_sales.tmex. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 20.07.2013)
 125. Сравнительный анализ тепловозов серии ТЭМ-33 И ТЭМ-35 [Электронный ресурс]: / Режим доступа

- <https://www.scienceforum.ru/2017/2778/34557>. – (Дата звернення: 15.10.2018).
126. Тартаковський Е.Д., Фалендиш А.П. Інформаційна система оцінки технічного рівня маневрових тепловозів / Збірник наукових праць Східноукраїн.нац.ун-т. ім. В.Даля. Технічні науки. –Луганськ: Вид-цтво СНУ ім. В.Даля, 2004. -С.129-132.
127. Стратегия создания энергоэффективного и экологичного тягового привода / Железные дороги мира (Россия). – 2011. – №11. – С. 48-51. (по материалам исследовательского института Fahrzeugtechnik, HTW Dresden (www.htw-dresden.de) и Европейского агентства по охране окружающей среды (www.eea.europa.eu); Eisenbahningenieur. – 2010. – №3. – S.33-37)).
128. Стрекопытов, В.В. Электрические передачи локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта [Текст]: / В.В. Стрекопытов, А.В. Грищенко, В.А. Кручек.- М.: Маршрут, 2003.-310с.
129. ТГ16М [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТГ16М>. – (Дата звернення: 20.05.2018).
130. Тепловоз ТГ – 16м – первый российский тепловоз для Сахалина [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tehnika/37-teplovozy/71-teplovoz-tg-16m>. – (Дата звернення: 22.06.2017).
131. Тепловоз ТЭ8 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tehnika/37-teplovozy/43-teplovoz-te8>. – (Дата звернення: 22.06.2017).
132. Тепловоз ТЭМ28 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tehnika/43-manevrovyye-i-servisnye-poezda/209-tem-28-novyj-manevrovyy-teplovoz>. - (Дата звернення: 20.11.2016).
133. Тепловоз ТЭМ-ТМХ – маневренный локомотив с гальванической передачей постоянного тока [Електронний ресурс]:/ Режим доступа:

- <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tekhnika/43-manevrovye-i-servisnye-poezda/263-tem-tmkh-teplovoz>. – (Дата звернення: 22.06.2017).
134. Тепловоз ТЭП70У [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tekhnika/37-teplovozy/35-teplovoz-ter70u>. – (Дата звернення: 22.06.2017).
135. Типаж маневровых и промышленных тепловозов [Текст]: / ЦБТИ. – М., 1962.
136. Тишаев, А.С. Трехдизельный локомотив ЧМЭЗ ЭКО [текст]:/ А.С. Тишаев, А.Ю. Зайцев // Локомотив. – 2012. – № 11. – С. 52–53.
137. Транспортна стратегія України на період до 2020 року, що затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України (КМУ) від 20.10.2010 р. № 2174-р. [Електронний ресурс]. - <http://zakon5.rada.gov.ua/>. – (Дата звернення: 15.06.2018).
138. ТЭ8 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭ8>. – (Дата звернення: 15.10.2017).
139. ТЭМ28 [Електронний ресурс]/ Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭМ28>. - (Дата звернення: 25.01.2017).
140. ТЭМ33 – маневровый тепловоз нового поколения [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tekhnika/43-manevrovye-i-servisnye-poezda/1104-tem33-manevrovuyj-teplovoz-novogo-pokoleniya>. - (Дата звернення: 05.04.2018).
141. ТЭМ9 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭМ9> - (Дата звернення: 17.06.2018).
142. ТЭМ9Н SinaraHybrid [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://sinara-group.com/image/ltz/TEM9N.pdf>. – (Дата звернення: 10.10.2017).
143. ТЭМ-ТМХ [Електронний ресурс]: / Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭМ-ТМХ>. – (Дата звернення: 20.06.2017).

144. ТЭП70 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭП70>. – (Дата звернення: 20.05.2018).
145. ТЭП70 [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТЭП70>. – (Дата звернення: 20.05.2018).
146. ТЭП70БС [Електронний ресурс]: / Режим доступа: <http://tehnorussia.su/zheleznodorozhnaya-tekhnika/37-teplovozy/31-tep70bs>. – (Дата звернення: 22.06.2017).
147. Удосконалення методів та моделей визначення техніко-економічних показників гібридних локомотивів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 [Текст]: / М. В. Володарець; Укр. держ. ун-т залізн. трансп. - Харків, 2016. - 20 с. - укр.
148. Фалендиш, А.П. Аналіз варіантів модернізації тепловозів серії ЧМЕЗ [Текст] / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Клименко // Зб. наук. праць. –Донецьк: ДонІЗТ, 2013. -Вип.36. -С.162-166.
149. Фалендиш, А.П. Вдосконалення методів та моделей визначення техніко-економічних показників локомотивів із гібридним приводом [Текст] / А.П. Фалендиш, М.В. Володарець // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Луганськ, вид. СНУ, 2014. №3 (210). – С.272-276.
150. Фалендиш, А.П. Визначення раціональних параметрів гібридного маневрового тепловозу на базі ЧМЕЗ [Текст] / А.П. Фалендиш, М.В. Володарець, О.В. Артеменко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. –Сєверодонецьк, ПП «Поліграф-сервіс», 2015. -№1 (218). – С.253-256.
151. Фалендыш, А.П. Использование гибридных передач на маневровых тепловозах [текст]: / А.П. Фалендыш, Н.В. Володарец // Локомотив-информ. – 2010. – Декабрь. – С. 4-7.

152. Фрадкин, В. Локомотивы с гибридным электродизельным приводом [Электронный ресурс] / В. Фрадкин // Режим доступа: <http://dw.de/p/9uV1>. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 12.08.2010).
153. Фалендиш А.П. Оцінка технічного рівня тягового електроприводу локомотивів [Текст]: / Збірник наукових праць. –Харків: ХарДАЗТ, 2001. -Вип.45. -С.5-10..
154. Хомич, А.З. Экономия топлива и теплотехническая модернизация тепловозов [Текст]: / А.З. Хомич, О.И. Тупицин, А.Э. Симсон. – М.: Транспорт, 1972. – 264 с.
155. Чеклов, В. Ф. Передумови розвитку «зеленої» логістики на залізничному транспорті [Текст]: / В. Ф. Чеклов, В. М. Чеклова // Technology audit and production reserves — № 1/3(15), 2014,
156. Черняк, Ю. В. Резерви економії дизельного палива поїздними і маневровими тепловозами не вичерпані [текст]: / Ю. В. Черняк, В. О. Сазонов, А. М. Гушчін, В. І. Дорошко, В. О. Гатченко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2006. – № 72. – С. 17–21.
157. Экономия топлива на железных дорогах Северной Америки / Железные дороги мира (Россия). – 2010. – №12. – С. 47-52. (J. Stagl. Railway Age. – 2010. – №3. – р.34, 36, 38-39; А. Cotey. Progressive Railroading. – 2009. – № 8. – р. 48 – 53; материалы FRA (www.fra.dot.gov), железной дороги CSXT (www.csx.com) и компании Vehicle Projects (www.vehicleprojects.com)).
158. Электрический тяговый привод по-североамерикански / Железные дороги мира (Россия). – 2012. – №2. – С. 29-33. (G. Thelen. Railway Gazette International. – 2011. – №10. – р. 45-48; материалы железной дороги Norfolk Southern (www.nscorp.com)).