

УДК 629.47.004.18

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.63253>

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ

Магістрант Ю.О. Бабійчук

ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

Магистрант Ю.О. Бабийчук

IMPROVING FUEL EFFICIENCY OF INDUSTRIAL LOCOMOTIVES

Undergraduate Y. O. Babiychuk

У даній статті виконано аналіз заходів з підвищення паливної ефективності маневрових тепловозів в умовах промислового підприємства та наведено основні чинники, які впливають на витрату енергоресурсів у тязі поїздів, а також запропоновано основні напрямки робіт і пристрої для подальшого вдосконалення систем нормування, обліку та економії дизельного палива. Виконано аналіз результатів дослідження витрати палива тепловозів і запропоновано заходи та пристрої щодо підвищення ефективності використання маневрових тепловозів в умовах промислового підприємства, а саме на металургійному комбінаті.

Ключові слова: паливна ефективність, витрата палива, промислові тепловози, модернізація, норма витрат, пристрій контролю витрат палива, нормування, електронний регулятор, регістратор параметрів, питомі витрати, маневрова робота.

В данной статье выполнен анализ мероприятий по повышению топливной эффективности маневровых тепловозов в условиях промышленного предприятия и приведены основные факторы, которые влияют на расход энергоресурсов в тяге поездов, а также предложены основные направления работ и устройства для дальнейшего совершенствования систем нормирования, учета и экономии дизельного топлива.

Выполнен анализ результатов исследования расхода топлива тепловозов и предложенные меры и устройства повышения эффективности использования маневровых тепловозов в условиях промышленного предприятия, а именно на металлургическом комбинате.

Ключевые слова: топливная эффективность, расход топлива, промышленные тепловозы, модернизация, норма расхода, устройства контроля расхода топлива, нормирование, электронный регулятор, регистратор параметров, удельные затраты, маневровая работа.

In this article the analysis of measures to improve fuel efficiency of shunting locomotives in industrial enterprise, and includes key factors that affect the energy consumption in traction trains, as well as the basic directions of works and devices to further improve systems of valuation, accounting and conserve diesel fuel.

The analysis of the characteristics of shunting locomotives work in industrial enterprises, which allows you to develop requirements for industrial locomotives. One of the ways to increase fuel efficiency of industrial diesel is a comprehensive upgrade to replace the main power equipment on modern models (diesel engine with a microprocessor control system, transmission with asynchronous traction motors).

Various methods of rationing consumption of diesel fuel in order to select the most accurate method for calculating the fuel consumption with use of special programs.

The analysis of the research results of fuel consumption of diesel and the proposed measures and devices to improve the efficiency of the use of shunting locomotives in industrial enterprises, namely steel mill.

Keywords: fuel efficiency, fuel consumption, industrial locomotives, modernization, consumption rate, the device for control of fuel consumption, rationing, electronic regulator, the Registrar of parameters, unit costs, shunting operation.

Вступ. Актуальність роботи визначається гостротою проблеми енергозбереження на

залізничному транспорті та в країні в цілому [1, 2]. Аналіз роботи підприємств залізничного

транспорту показав, що середні витрати на локомотивне господарство складають 31,6 % загальних витрат на підприємствах, які є найбільшою частиною серед інших господарств залізничного транспорту. У зв'язку зі зростанням ціни на дизельне паливо частка витрат по його оплаті для деяких тепловозних депо становить 40 % і більше експлуатаційних витрат. Скорочення частки цих витрат є значним резервом підвищення ефективності локомотивної тяги промислового транспорту [3, 4].

Постановка проблеми. Промислові підприємства країни мають залізничні шляхи довжиною близько 25 тис. км, у тому числі широкої колії – 18,7 тис. км. Промисловий залізничний транспорт функціонує як складова частина виробництва і перевозить понад 1 млрд т вантажів промислових підприємств [5].

При цьому, за даними підприємств, частка витрат на паливо від загального обсягу витрат на експлуатаційну роботу промислових тепловозів становить близько 80 %, на заробітну плату локомотивним бригадам – 10 %, на амортизаційні відрахування – 10 %

Тому розроблення та впровадження заходів щодо підвищення паливної ефективності промислових тепловозів має для підприємств особливе значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою визначення реальної величини необхідних енергетичних витрат, які відповідають даному рівню технічного озброєння, організації технологічного процесу перевезень і заданим обсягам транспортної роботи, є науково обґрунтовані норми витрати палива. Вони повинні відображувати техніко-економічні параметри тепловозів, показники використання енергетичних потужностей дизеля і рухомого складу в цілому, особливості шляху, роботу енергоперетворюючих пристроїв і ряд інших чинників, які визначають ефективність енерговикористання. Економія дизельного палива на тепловозах залежить від багатьох чинників, а саме доброго технічного стану локомотива, вмілого водіння поїздів бригадами, правильної організації формування складів та інших чинників. Поряд з цим важливим джерелом економії палива є зниження кількісних і якісних втрат палива при транспортуванні, зливі, зберіганні та видачі його на тепловози.

Важливе значення має встановлення обґрунтованих норм витрат палива на маневрову роботу, що дозволить поліпшити

достовірність планування його потреби, оцінити ефективність витрат, стимулювати раціональне і економне використання дизельного палива. У зв'язку з цим завдання модернізації тепловозів та удосконалення методики нормування дизельного палива на маневрову роботу є важливими і актуальними.

Мета статті. Проаналізувати паливну ефективність промислових тепловозів і запропонувати деякі заходи щодо підвищення паливної ефективності маневрових тепловозів в умовах промислового підприємства.

Для цього необхідно визначити основні чинники, які впливають на витрату палива при виконанні заданого обсягу маневрової роботи, проаналізувати існуючий тепловозний парк, методи нормування витрат дизельного палива і запропонувати методик контролю витрат палива.

Основна частина дослідження. Залізничний промисловий транспорт виконує в 3 рази більший обсяг перевезень, ніж магістральний, і обслуговує в основному великі підприємства видобувної та обробної промисловості. Шляхи сполучення відрізняються великою криволінійністю ділянок з малим радіусом кривої (100 м і менше) і характеризуються вантажонапруженістю від декількох тисяч до 20 млн ткм/км на рік.

Аналіз роботи тепловозів на промислових підприємствах показує, що велике значення для підвищення їх паливної економічності має контроль параметрів тепловозів.

Однією з найважливіших складових частин систем безперервного контролю параметрів тепловозів в експлуатації є підсистема контролю кількості палива в паливних баках тепловоза. Аналіз застосування дослідних систем показує, що саме вимірювання кількості палива в баку дозволяє вирішувати завдання обліку використання палива на тягу поїздів, оскільки забезпечує можливість контролю кількості не тільки витраченого, але і палива, що заправляється [6].

Тому реєстрація параметрів роботи тепловозів сучасними системами реєстрації та накопичення таких даних дає можливість встановлювати технічно обґрунтовані вихідні норми для кожного виду робіт. До таких систем у наш час належить система «Дельта», яка випускається в декількох варіантах залежно від реєстрованих параметрів.

Велике значення мають також вдосконалення нормування витрат палива на

підставі об'єктивної інформації про режими роботи тепловоза та витрати палива в експлуатації, підвищення надійності роботи силової установки внаслідок своєчасного виявлення та запобігання аварійних режимів її роботи, поліпшення технічного і теплотехнічного стану тепловоза.

Як показує аналіз основних чинників, які впливають на витрату палива тепловозом при роботі на металургійному комбінаті, розглянуті в ряді робіт [6], основний обсяг перевезень на промислових підприємствах виконується маневровими тепловозами, які до цього часу мало обладнані приладами автоматизованого обліку витрати палива. Тому впровадження автоматизованих систем обліку та контролю витрат палива на всіх етапах його використання дає можливість значної економії дизельного палива.

Виявлено, що технічні норми витрат дизельного палива на маневрові роботи не встановлено, тому витрати палива визначають дослідним шляхом. Для ряду маневрових тепловозів типу ТГМ, ТЕМ, а особливо для сучасних, в Інструкції відсутні дані про тягово-енергетичні паспорти. Тому на підприємствах вихідні дані для кожної серії тепловозів, що експлуатуються на певних ділянках підприємств, визначаються окремо.

Оскільки в першому десятилітті нового тисячоліття в основному вичерпано ресурс випущених за радянських часів локомотивів, керівництву Укрзалізниці довелося виробити стратегію оновлення рухомого складу залізниць України. У ній сформульовано основні напрями розвитку локомотивного господарства Укрзалізниці та його технічного переоснащення [1].

Проблема оновлення парку тягового рухомого складу вирішується за рахунок підвищення ефективності та використання існуючого рухомого складу через модернізацію та подовження терміну служби наявного рухомого складу за рахунок виконання капітально-відновлювальних ремонтів. Модернізація дає можливість поліпшити техніко-економічні показники роботи тепловоза, а також його ергономічні показники, підвищити потужності і тягові параметри тепловоза [1].

Такі роботи виконують ВАТ «Тепловозоремонтний завод» (м. Полтава) і Тепловозоремонтний завод (м. Миколаїв). На них проводиться комплексна модернізація маневрових тепловозів ЧМЕЗ, ТЕМ7, ТГМ4 та інших.

Параметри маневрових тепловозів до і після модернізації наведено в таблиці.

Таблиця

Порівняльні параметри маневрових тепловозів до і після модернізації

Локомотив	Старий двигун	Повна потужність, кВт (к.с.)	Частота обертання колінчастого вала, об/хв	Питома витрата палива на режимі повної потужності, г / кВт • год	Часовий витрата палива на холостому ходу, кг / год	Питома витрата масла на режимі повної потужності, г / кВт • год	Ресурс до першого перебирання, міс. або год	Ресурс до капітального ремонту, р. або год
	Новий двигун							
ТЕМ2	ПД1М	882(1200)	750	210,8	5,2	1,1	36	9
	3-36-ДГ	882(1200)	750	200	5,2	1,1	36	9
ЧМЕЗ	K6S310DR	993(1350)	750	220,3	9	2,7	8	7,5
	4-36ДГ	993(1350)	750	200	5,2	1,1	36	9
	3508B SCAC Caterpillar	1000(1360)	1800	196	3,0	0,9	-	-
ТГМ8, ТГМ6	3АЕ-6Д49	588(800)	860	218,9	8,5	1,2	16000	60000
	7-6Д49	588(800)	860	215	5,7	1,1	20000	80000
ТЕМ7	2-26ДГ	1470(2000)	1000	208	9	1,9		
	12-26ДГ	1470(2000)	1000	191,5		1,14	120000	60000
ТГМ4	211-ДЗ	552(750)	1400	215	5,5	2,2		
	QST30-L850	605(811)	1800				30000	

Як видно з таблиці, основними дизелями при модернізації залишаються тепловозні дизелі типу Д49 виробництва Коломенського тепловозобудівного заводу, але можливі варіанти з установленням дизелів Катерпіллер або Дженоерал-моторс.

Як показує аналіз роботи тепловозів, до числа основних вузлів і апаратів дизеля, які безпосередньо впливають на витрату палива, належать паливна апаратура, циліндро-поршнева група, турбокомпресор і випускна система газоповітряного тракту. При всіх випадках порушення нормального процесу згоряння палива погіршується економічність дизеля і збільшується димність випускних газів.

Під час ведення поїзда машиніст повинен вибирати найвигідніші режими роботи дизеля і генераторної установки, з великим мистецтвом використовувати кінетичну енергію поїзда (живу силу), а також противобуксувальні і гальмівні засоби, постійно підтримувати оптимальний температурний режим масла і охолоджуючої води в дизелі, оскільки зниження температури масла на 4-5°C збільшує витрату палива на 1 %.

З метою економної витрати палива в кожному локомотивному депо на основі узагальнення передового досвіду водіння поїздів на ділянках звернення тепловозів повинні бути розроблені режимні карти. У них повинні бути вказані найбільш доцільні положення контролера, швидкість проходження по ділянці, місце застосування гальм і інші рекомендації.

Слід також зазначити, що порушення нормальної роботи фільтрів тонкого і грубого очищення палива і масла, а також повітряних фільтрів призводить до перевитрати палива.

Значні втрати виникають і при зливів, зберіганні та заправці палива в баки тепловозів.

Одним з елементів економії є встановлення технічно обґрунтованих норм витрат палива і планомірне їх зниження за рахунок кращого використання потужності тепловоза, вмілого водіння поїздів, підвищення технічної культури ремонту паливної апаратури, дизель-генераторної установки і утримання в справному стані локомотива в експлуатації.

Норма витрати палива для тепловозів встановлюється на 10000 ткм брутто при роботі в поїздах одиночною і подвійною тягою; на 100 лок. км при одиночному проходженні (резерв,

підштовхування); на 1 год маневрової роботи і на 1 год простою в робочому стані. Ці норми розробляються за плечами обслуговування, видами руху і серіями локомотивів.

Локомотивні бригади повинні постійно знати і контролювати витрату палива за кожною поїзду.

На сьогодні в локомотивних депо облік і аналіз витрат палива здійснюється на основі даних, що вносяться машиністами в маршрутний лист. На початку і наприкінці робочої зміни машиністи візуально визначають кількість палива в паливному баку за паливною рейкою або мірним склом. Об'ємна витрата палива визначається за різницею вимірів. Витрату палива за масою визначають виходячи з об'ємної витрати і заданої щільності палива, яка визначається в пункті екіпірування.

У деяких депо та відділеннях залізниць проводять роботи з впровадження паливно-вимірювальних систем [8, 9]. Вони реєструють тимчасові характеристики роботи тепловоза з виділенням режимів стоянки і руху, роботи дизеля на холостому ходу, під навантаженням і зупиненого, тимчасові характеристики руху тепловоза під тягою і вибігом, пробіг, середню технічну швидкість і загальну витрату палива. Виділяються з загальної витрати палива при русі тепловоза під тягою (дизель під навантаженням) і на холостому ходу з зазначенням кількості палива, заправленого при екіпіруванні. Розрахунок витрат палива тепловозом за зміну виконується з урахуванням роботи дизеля на холостому ходу і під навантаженням.

Визначення економії або перевитрати палива за зміну здійснюється порівнянням фактичної витрати з розрахунковим значенням.

Для отримання розрахункового значення величини витрати палива існує значна кількість методів.

Розрахунково-аналітичні методи засновані на законах збереження і перетворення енергії при таких припущеннях: ідеалізація процесу руху при виконанні маневрових і гіркових операцій, сталість тягово-енергетичних характеристик маневрових локомотивів під час експлуатації, введення коефіцієнтів впливу експлуатаційних чинників.

Розрахунково-статистичні методи базуються на математичній обробці тягово-енергетичних випробувань, первинній і періодичній звітності.

Експлуатаційні методи використовують результати багаторічного досвіду теплотехнічних груп локомотивних депо з нормування витрат палива.

Таким чином, експлуатаційна економічність промислових тепловозів може досягатися за рахунок об'єктивної інформації про режими роботи і витрати палива в експлуатації, а також модернізацію тепловозів сучасними системами управління.

Слід зазначити, що більшість робіт з нормування витрат палива в експлуатації базується на статистичній інформації і має відношення до магістральних тепловозів. За останні роки виконано ряд робіт з нормування витрат палива маневровими тепловозами.

Багато авторів відзначають той факт, що на витрату палива істотний вплив має теплотехнічний стан тепловоза. Враховуючи факт масової модернізації тепловозів, у процесі якої відбувається заміна силових установок тепловозів, що відслужили свій термін, на сучасні дизелі, перспективним може стати розроблення методики нормування витрат палива в експлуатації на основі параметрів, що характеризують теплотехнічний стан тепловозного дизеля.

Серійні дизель-генератори, які встановлюються на тепловозах, мають досить досконалі системи керування. Зокрема системам характерне ступінчате задавання частоти обертання колінчастого вала, незадовільне протікання перехідних процесів дизелів при зміні робочого режиму. Крім того, завдана частота обертання колінчастого вала і фактична стала можуть значно відрізнятись одна від одної.

Сучасні регулятори гідромеханічного принципу діють у своєму розпорядженні дуже обмежені можливості задавання характеристик.

Тому останнім часом тепловозні дизель-генератори оснащуються електронними регуляторами з мікропроцесорним управлінням, наприклад фірми Heinzmann.

Мікропроцесорна система керування дизель-генератором тепловоза дозволяє зменшити витрату палива до 5-6 %, підвищити показники надійності силової установки на 15-20 %, поліпшити екологічні характеристики після оксидів азоту і вуглецю на 10-20 %, з димлення і сажі у 2-3 рази. Очікуване скорочення витрат на ремонт – близько 8 %.

Знижується також маса електроустаткування, зменшується витрата кольорових металів, кількість вузлів, що механічно зношуються, і деталей, а також кількість вузлів, що вимагають уважності при технічному обслуговуванні і ремонті локомотива.

Як показує аналіз, рухомий склад промислового залізничного транспорту працює на ділянках колії, що мають велику кількість кривих малого радіуса. На гірничо-видобувних підприємствах (ГЗК) ухил шляху досягає 50 ‰, а навантаження на вісь до 31 т. Вага поїздів часто перевищує допустиму норму, а стан шляху, як правило, не відповідає встановленим нормативам. Зазначені умови експлуатації призводять до інтенсивного зносу як гребенів колісних пар рухомого складу, так і бічної поверхні рейок. Причому інтенсивність зносу гребенів і рейок у кілька разів перевищує аналогічні параметри на магістральному транспорті.

Наприклад, знос гребенів тягових агрегатів на ГЗК настільки великий, що ремонт колісних пар проводять щомісяця. У результаті локомотиви виводяться з експлуатації на добу і більше.

На промисловому транспорті, зокрема на тягових агрегатах, використовувалися стрижневі контактні гребенезмашувачі, які встановлюють на кожному колесі локомотива. Недоліком контактних гребенезмашувачів є низька ефективність і надійність, нестабільність роботи через поломку стрижнів, кронштейнів кріплення або систем подачі, висока вартість і малий ресурс стрижнів, непрацездатність у зимових умовах і т. д.

Більш надійними і ефективними є безконтактні рідинні гребенезмашувачі (бортові лубрикатори). Частина локомотивів промислового транспорту і значна кількість рухомого складу залізниць і метрополітену оснащені безконтактними автоматичними гребенезмашувачами АГС 8.

Висновки. В умовах дефіциту паливно-мастильних матеріалів, постійного зростання цін на енергоносії питання їх економії і раціонального використання є надзвичайно актуальним.

Паливна економічність тепловозів досягається на підставі об'єктивної інформації про режими роботи тепловоза та витрати палива в експлуатації.

Інформація про режими роботи і витрата палива визначаються автоматизованими системами контролю параметрів роботи. Вибір варіанта визначається поставленими завданнями.

Модернізацію маневрового парку більшість підприємств проводять за рахунок

дизелів Коломенського тепловозобудівного заводу.

Маючи дані за результатами теплотехнічних випробувань, можливе уточнення розрахункового методу нормування витрат палива тепловозами в експлуатації.

Список використаних джерел

1. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 299 с.
2. Програма енергозбереження на залізничному транспорті [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 1997. – 30 с.
3. Божеларский, Я.В. Удосконалення нормування витрати дизельного палива маневровими тепловозами [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук / 05.22.07 / Я.В. Божеларский. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського нац. ун-ту залізничного тр-ту ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – 24 с.
4. Орлов, А.Е. Методика определения расхода топлива и эффективной мощности судовых ДВС в условиях эксплуатации [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук / 05.22.07 / А.Е. Орлов. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, 2009. – 24 с.
5. Категоренко, И.И. Роль и значение промышленного железнодорожного транспорта [Текст] / И.И. Категоренко // Залізничний транспорт України. – 2005. – № 1. – С. 18-20.
6. 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. – С. 25-29.
7. Концепция и программа реструктуризации на железнодорожном транспорте Украины [Текст]. – К.: НАБЛА, 1998. – 145 с.
8. Мокриденко, Г.П. Расходомеры топлива для тепловозов [Текст] / Г.П. Мокриденко, Я.Д. Караджа // Электрическая и тепловозная тяга. – 1982. – № 8. – С. 8-9.
9. Dzetsina, O. Gladushin V. Method of diagnostics of locomotive diesel engine // ТЕКА. Commission of motorization and power industry in agriculture. Volume XA. – Lublin, 2010. – P. 91-97.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Бабійчук Юрій Олександрович, слухач ІППК, Український державний університет залізничного транспорту, тел. (056) 49-97-480. E-mail:uriualex@mail.ru.

Babiichuk Yuriy, listener IPPK Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. (056) 49-97-480. E-mail:uriualex@mail.ru.

Наукова праця здана до друку 09.09.2015 р.