

УДК 629.4.018:629.4.014.24

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОДЕРНІЗОВАНИХ ТЕПЛОВОЗІВ М62

Гатченко В.О., Іванченко Д.А., Фалендиш А.П.

PERFORMANCE PREDICTION OF MODERNIZED DIESEL-ELECTRIC LOCOMOTIVES M62

Gatchenko V., Ivanchenko D., Falendysh A.

Роботу присвячено актуальній темі визначення техніко-економічних показників модернізованих тепловозів. Модернізація тепловозів розглядається як ефективний підхід до оновлення тягового рухомого складу залізниць України. Для забезпечення перевезень вантажів та пасажирів на не електрифікованих ділянках залізниця потребує у автономній локомотивній тязі з високими техніко-економічними показниками. Розраховуються параметри, що впливають на значення показників ефективності, зокрема середньо експлуатаційна витрата палива.

Ключові слова: Модернізація тепловозів, середньо експлуатаційна витрата палива, тягові розрахунки.

Вступ. Під час модернізації тепловозів виникає проблема визначення та прогнозування їх дійсних техніко-економічних показників з метою встановлення відповідності їх значень існуючій нормативній документації та технічному завданню. Ключовим етапом для вирішення цієї проблеми є проведення приймальних випробувань. Приймальні випробування можуть проводитись як порівняльні для існуючих та модернізованих тепловозів. На основі результатів порівняльних експлуатаційних випробувань модернізованих тепловозів М62 (рис. 1) необхідно оцінити їх тягові властивості та визначити раціональні режими експлуатації, по яким можливо прогнозувати основні експлуатаційні показники.

Мета статті – прогнозування техніко-економічних показників модернізованих тепловозів в залежності від режимів експлуатації для заданої ділянки експлуатації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення розрахункової маси поїзда із тягових характеристик тепловоза визначають силу тяги відповідну розрахунковій швидкості. Розрахункова швидкість це швидкість тривалого режиму при якій за умовами нагрівання тягових електродвигунів тепловоз може рухатись необмежений час. Розрахунок нагрівання тягових електродвигунів ЕД-118А модернізованого тепловозу представлений, а результати

на рисунку 2. Він показав, що нагрів до 100 °С буде при тривалому режимі роботи електродвигуна при швидкості тепловоза 18,7 км/год. Згідно з розрахованою тяговою характеристикою (рис. 3) ця швидкість відповідає силі тяги 266 кН [1].



Рис. 1. Модернізований тепловоз М62

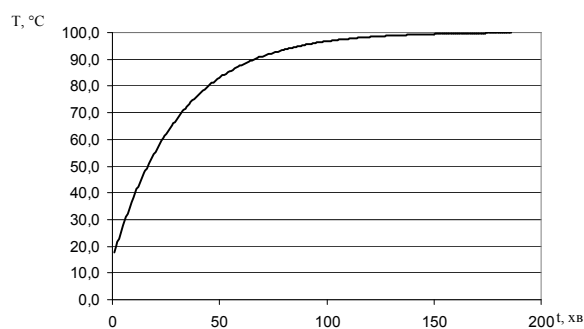


Рис. 2. Розрахунок нагрівання тягового електродвигуна ЕД-118А модернізованого тепловоза

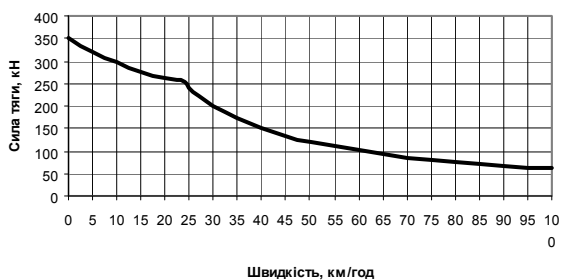


Рис. 3. Тягова характеристика модернізованого тепловозу М62М (розрахована)

Це дозволяє обслуговувати поїзди вагою 2855 т на ділянці де проводилися випробування модернізованого тепловозу Ковель – Ізов. Для існуючого тепловозу М62 цей показник складає 2065 т. Таким чином, при більшій у 1,52 рази потужності модернізованого тепловозу, він може водити поїзд у 1,38 разів більшої маси.

Оскільки на випробувальній ділянці Ковель – Ізов розрахунковий підйом долається за рахунок на-

копиченої кінетичної енергії на спуску перед цим підйомом, то для штатного тепловозу нормативна маса поїзда збільшена до 2500 т із врахуванням проміжної зупинки на станції. Тоді для модернізованого тепловозу під час випробувань встановлюється на даній ділянці маса поїзда відповідно 3456 т.

Далі виконуються тягові розрахунки для існуючих тепловозів М62 по запропонованій програмі, по результатам яких отримуються техніко-економічні показники і характеристики, які порівнюються з даними поїздок і перевіряються на адекватність. Після того, проводяться розрахунки для визначення техніко-економічних показників і характеристик модернізованих тепловозів з використанням даних отриманих під час випробувань. Результати розрахунків в таблиці.

Графіки швидкості, часу ходу по ділянці, питомої рівнодійної сили та позиції потужності для тепловозів М62 та М62М на рисунках 4-5.

Таблиця

Результати розрахунків техніко-економічних показників

Параметр	Тепловоз М62		Модернізований тепловоз М62М	
	Дослід	Розрахунок	Дослід	Розрахунок
1. Маса поїзда, т	2428	2416	3424	3420
2. Довжина ділянки, км	72	72	72	72
3. Час слідування по ділянці, хв	111	94	109	94
4. Середньо-технічна швидкість, км/год	41,1	46,0	39,6	46,0
5. Витрата палива, кг	299	271	350	351
6. Питома витрата палива, кг/10 ⁴ ткм бр	17,66	16,3	14,7	14,7

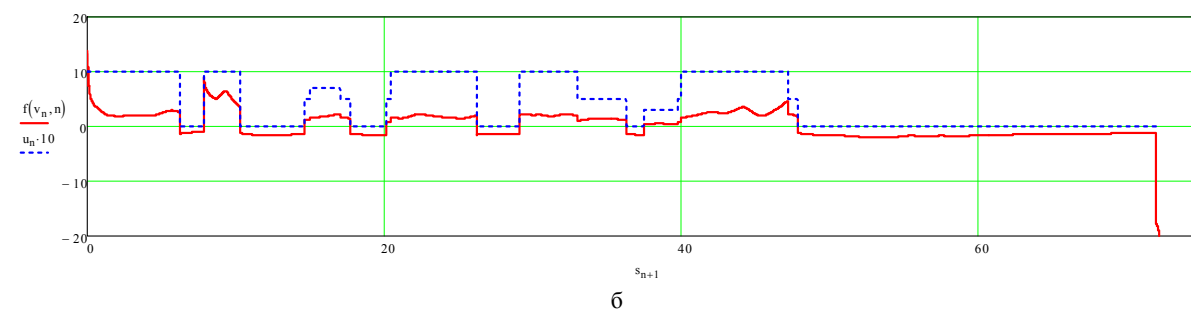
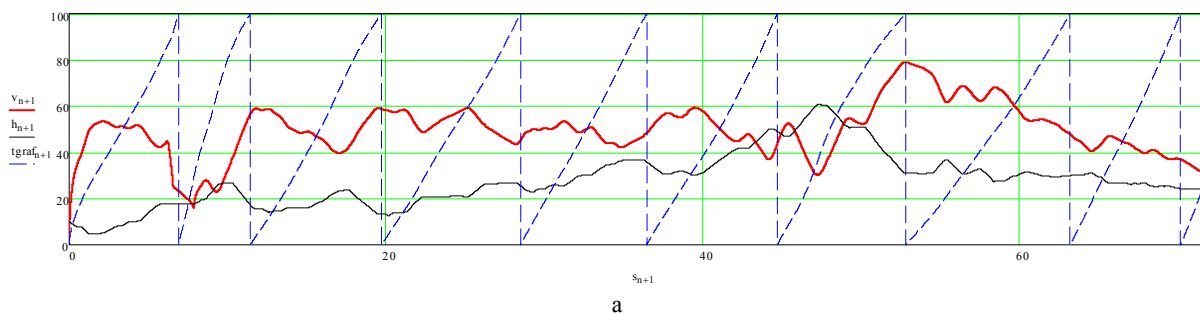


Рис. 4. Графіки параметрів руху поїзда з тепловозом М62:
 а – графіки швидкості, часу ходу, профілю від координати пройденого шляху;
 б – графіки позицій потужності та питомої прискорюючої сили від координати пройденого шляху

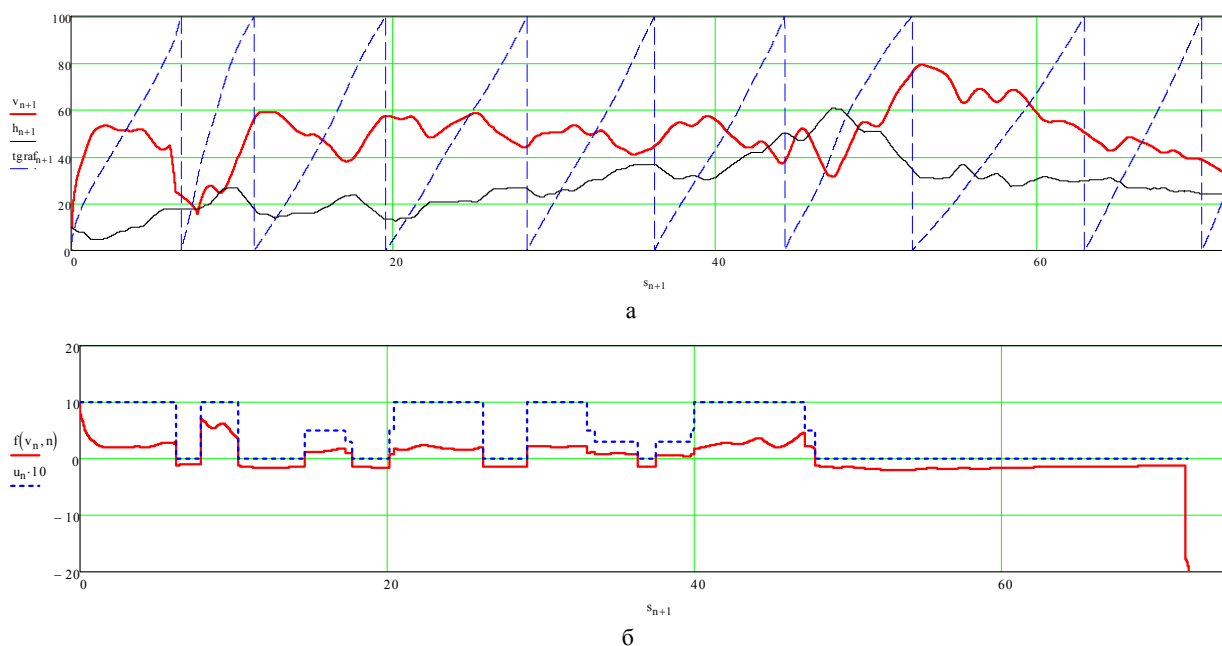


Рис. 5. Графіки параметрів руху поїзда з модернізованим тепловозом М62М
а – графіки швидкості, часу ходу, профілю від координати пройденого шляху;
б – графіки позицій потужності та питомої прискорюючої сили від координати пройденого шляху

Результати моделювання руху поїзда показують високу точність розрахунків та узгодженість з даними випробувань. Похибка по всім параметрам крім часу руху і відповідно йому середньотехнічній швидкості не перевищує по тепловозу М62: 10 % для абсолютної витрати палива, та 8 % для питомої витрати палива; по тепловозу М62М: 0,5 % для обох відповідних величин. Більша похибка для тепловозу М62 пояснюється тим, що програма моделювання не враховує технічний стан та зношеність існуючих тепловозів. Для значення часу ходу по перегону похибка склала відповідно для тепловозів М62 та М62М 15,3 % та 13,7 %. Це можливо пояснити різницею параметрів інертності мас поїзда та появленню похибки при спрямленні ділянок руху при моделюванні. В цілому ця похибка допустима для таких розрахунків, а для її зменшення необхідно проводити дослідження по подальшому уточненню моделювання руху поїзда.

По отриманій моделі були проведені дослідження по впливу основних параметрів руху поїзда на значення витрати палива. При моделюванні задавалися різні значення маси поїзда при цьому режимі руху залишалися однаковими. Встановлено, що величина маси поїзда істотно не впливає на питому витрату палива, (рис. 6).

Далі досліджувався вплив середньотехнічної швидкості на питому витрату палива модернізованого тепловоза, при цьому використовувалися різні режими управління потужністю поїзда під час руху на ділянці. Середньотехнічна швидкість має більший вплив на величину питомої витрати палива. При її збільшенні витрати палива збільшуються за рахунок збільшення основного опору руху поїзда. Але

найбільш істотний вплив в результаті показала зміна режиму руху поїзда, (рис. 7).

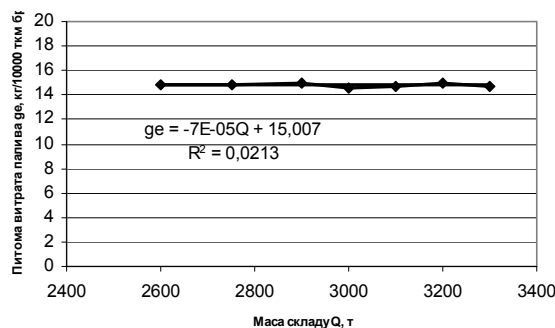


Рис. 6. Залежність питомої витрати палива від маси поїзда

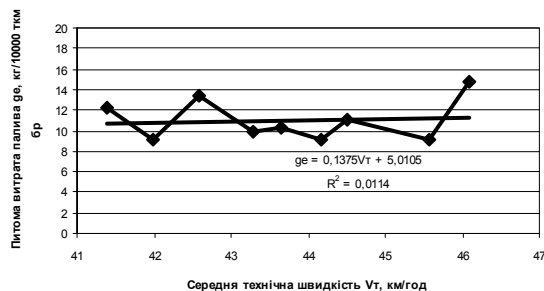


Рис. 7. Залежність питомої витрати палива від середньотехнічної швидкості

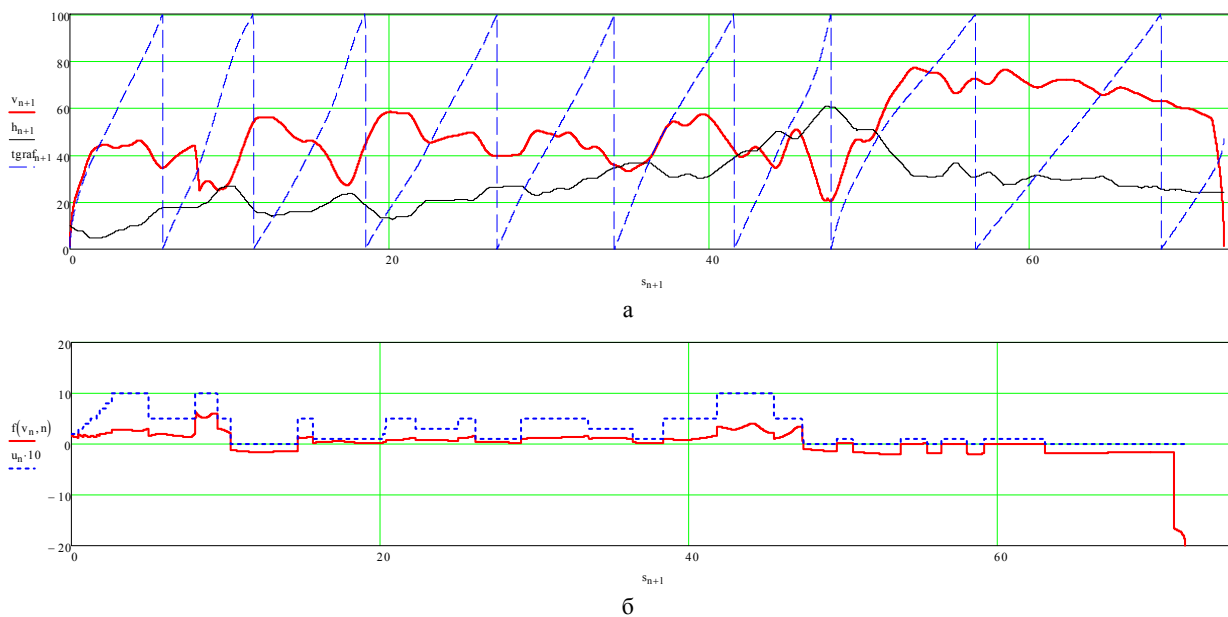


Рис. 8. Графіки параметрів руху поїзда по оптимальному режиму з модернізованим тепловозом М62М
а – графіки швидкості, часу ходу, профілю від координати пройденого шляху;
б – графіки позицій потужності та питомої прискорюючої сили від координати пройденого шляху

Додатково проведено процедуру пошуку режимів управління рухом поїзда які б давали менші значення питомою витрати палива. При цьому в якості обмеження введено мінімально допустиму середньотехнічну швидкість 45 км/год що забезпечить час руху поїзда по ділянці відповідно до графіку руху вантажного поїзда.

В результаті проведеної процедури пошукової оптимізації знайдено режим руху поїзда з модернізованим тепловозом М62М та проведені відповідні тягові розрахунки (рис. 8). Таким чином, отримані наступні показники руху поїзда. При масі поїзда 3420 т часу ходу по дільниці 94,8 хв, середньотехнічній швидкості 45,6 км/год витрата палива склала 219,3 кг, питома витрата палива $9,2 \text{ кг}/10^4 \text{ ткм}$ бруто.

Визначені показники роботи модернізованих тепловозів М62 з урахуванням проведених порівняльних експлуатаційних випробувань підтвердили доцільність та ефективність такої модернізації. Під час проведення випробувань показники, заявлені у ТЗ на модернізований тепловоз були перевірені на відповідність і підтвердили його працездатність, економічність та безпеку.

Крім того, під час проведених випробувань були виявлені такі позитивні сторони даного модернізованого тепловоза:

1) Високий рівень ергономічності кабіни машиніста та кузова значно покращить умови роботи локомотивних бригад. Відзначений високий рівень шумоізоляції та параметрів мікроклімату у кабіні.

2) Суттєво покращені показники динамічного та вібраційного впливу на локомотиві, відсутні зауваження з боку впливу на колію.

3) Існує значний резерв по паливній економічності тепловоза за умови використання раціональних режимів управління потужністю.

4) Більша в порівнянні з серійним тепловозом середньодобова продуктивність.

5) Відсутність димного вихлопу, що значно покращує екологічні показники для даного тепловозу та відповідають вимогам нормативів Європейського союзу.

Однак проведені порівняльні експлуатаційні випробування в якості приймальних не дають встановити дійсні значення показників надійності модернізованого тепловоза М62, тому для них необхідне проведення експлуатаційних випробувань на надійність.

Висновки. 1. Проведений аналіз тягових властивостей модернізованого тепловоза М62 показав існуючі резерви по підвищенню економічності його використання, який може бути реалізований завдяки визначенню режимів руху поїзда для заданої ділянки залізниці.

2. Отримані під час моделювання залежності швидкості, часу та питомих сил поїзда були перевірені під час випробувань модернізованого тепловозу М62 для встановлення їх адекватності.

3. Досліджені режими руху поїзда для дільниці Ковель – Ізов, яка обслуговувалась модернізованими тепловозами М62. Отримані значення середньо експлуатаційної витрати палива для визначених режимів, які показали економію до $5 \text{ кг}/10^4 \text{ ткм}$ бруто в порівнянні з існуючими режимами.

4. Отримані результати дозволяють прогнозувати техніко-економічні показники модернізованих тепловозів М62 впродовж життєвого циклу та визначити раціональні режими руху поїздів для заданої дільниці.

Література

1. Фалендиш, А.П. Моделювання робочих параметрів модернізованих тепловозів як об'єктів випробувань [Текст] / А.П. Фалендиш, Д.А. Іванченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2016. - № 1. - С. 71-76.
2. Тартаковський, Е. Д. Визначення ефективності модернізації тепловозів М62 за результатами порівняльних експлуатаційних випробувань [Текст] / Е.Д. Тартаковський, А.П. Фалендиш, А.М. Зінківський, О.П. Петренко, А.В. Дашковський / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля-Луганськ: СХУ ім. В. Даля 4 (2011): 158.
3. Правила тяговых расчётов для поездной работы [Текст]. - М.: Транспорт, 1985.
4. Babel, M. Modernizacja spalinowej lokomotywy manewrowej serii SM31 [Text] / M. Babel, B. Szachniewicz // Technika Transportu Szynowego. - 2012. - №4. - P.42-45.
5. Escolan, T. Modernizacja тепловозов [Текст] / T. Escolan // Железные дороги мира. - 2005. - №12. - С.53-57.
6. Gauvrit, J.-M. Ремоторизация магистральных тепловозов [Текст] / J.-M. Gauvrit et al. // Железные дороги мира. - 2006. - №5 - С. 43-50.
7. Marciniak, Z. Projekt modernizacji lokomotyw spalinowych serii ST44 [Text] / Z. Marciniak, Z. Durzynski // Technika Transportu Szynowego.- 2005. - №9. - P.13-28.
8. Stawecki W. Ekologiczne aspekty modernizacji lokomotyw spalinowych w Polsce [Text] / W. Stawecki, Z. Marciniak, I. Pielecha, J. Pielecha // Prace naukowe politechniki warszawskiej. - 2013. - №98. - P.615-624.

References

1. Falendysh, A.P. Modeljuvannja robochych parametriv modernizovanyh teplovoziv jak ob'ektiv vyprobuvan' [Tekst] / A.P. Falendysh, D.A. Ivanchenko // Informacijno-kerujuchi systemy na zaliznychnomu transporti. - 2016. - № 1. - S. 71-76.
2. Tartakovs'kyj, E. D. Vyznachennja efektyvnosti modernizacii' teplovoziv M62 za rezul'tatamy porivnjal'nyh ekspluatacijnyh vyprobuvan' / E.D. Tartakovs'kyj, A.P. Falendysh, A.M. Zin'kivs'kyj, O.P. Petrenko, A.V. Dashkovs'kyj / Visnyk Shidnoukrai'ns'kogo nacional'nogo universytetu im. V. Dalja-Lugans'k: SNU im. V. Dalja 4 (2011): 158.
3. Pravyła t'jagovyh raschyotov dlja poezdnoj raboty [Tekst]. - M.: Transport, 1985.
4. Babel, M. Modernizacja spalinowej lokomotywy manewrowej serii SM31 [Text] / M. Babel, B. Szachniewicz // Technika Transportu Szynowego. - 2012. - №4. - P.42-45.
5. Escolan, T. Modernizaniya teplovozov [Tekst] / T. Escolan // ZHeleznye dorogi mira. - 2005. - №12. - S.53-57.
6. Gauvrit, J.-M. Remotorizaciya magistral'nyh teplovozov [Tekst] / J.-M. Gauvrit et al. // ZHeleznye dorogi mira. - 2006. - №5 - S. 43-50.
7. Marciniak, Z. Projekt modernizacji lokomotyw spalinowych serii ST44 [Text] / Z. Marciniak, Z.

Durzynski // Technika Transportu Szynowego.- 2005. - №9. - P.13-28.

8. Stawecki W. Ekologiczne aspekty modernizacji lokomotyw spalinowych w Polsce [Text] / W. Stawecki, Z. Marciniak, I. Pielecha, J. Pielecha // Prace naukowe politechniki warszawskiej. - 2013. - №98. - P.615-624.

Гатченко В.А., Іванченко Д.А., Фалендиш А.П. Прогнозирование эксплуатационных показателей модернизированных тепловозов М62.

Работа посвящена актуальной теме определения технико-экономических показателей модернизированных тепловозов. Модернизация тепловозов рассматривается как эффективный подход к обновлению тягового подвижного состава железных дорог Украины. Для обеспечения перевозок грузов и пассажиров на НЕ электрифицированных участках железная дорога нуждается в автономной локомотивной тяге с высокими технико-экономическими показателями. Рассчитываются параметры, влияющие на значение показателей эффективности, в частности среднеэксплуатационный расход топлива.

Ключевые слова: Модернизация тепловозов, среднеэксплуатационный расход топлива, тяговые расчеты.

Gatchenko V, Ivanchenko D., Falendysh A. Performance prediction of modernized diesel-electric locomotives M62.

The work is devoted to the actual topic of determining the technical and economic indicators of modernized diesel locomotives. Modernization of diesel locomotives is considered as an effective approach to the renewal of traction rolling stock of Ukrainian railways. To ensure the transport of goods and passengers on non-electrified sections, the railway requires an autonomous locomotive traction with high technical and economic indicators. The parameters influencing the value of the efficiency indicators, in particular the average fuel consumption, are calculated. The proposed results can be used to determine rational driving regimes for trains with modernized locomotives. This provides significant fuel savings, which can be obtained by using the proposed driving regimes.

Keywords: Modernization locomotives, average fuel consumption, traction calculations.

Фалендиш А.П. - д.т.н., професор, завідувач кафедри «Теплотехніка та теплові двигуни», Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків, Україна. fap_hiit@rambler.ru

Гатченко В.О. - к.т.н., доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізниць», Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ, Україна

Іванченко Д.А. - ст. викладач кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу», Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків, Україна. ukrsart.erps@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 15.03.2017