

УДК 629.4.028

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.152.2015.65338>

**РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ПРИ ЗАМІНІ ВІЗКІВ
ЛОКОМОТИВІВ**

Д-р техн. наук Фалендиш А.П., аспір. Клецька О.В., магістрант Кухарчук М.Ю

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ЗАМЕНЕ
ТЕЛЕЖЕК ЛОКОМОТИВОВ**

Д-р техн. наук Фалендыш А.П., аспир. Клецкая О.В., магистрант Кухарчук М.Ю

**DEVELOPMENT OF ENERGY SAVING MEASURES IN HAND IS REPLACED
LOCOMOTIVE**

Doct. of techn. sciences A. Falendysh, aspir. O. Kletska, master student M. Kuharchuk

В рамках статті розроблений стенд, що дає змогу оперативно зняти колісний візок з будь якого транспортного засобу залізниці без значного підйому корпусної частини за

рахунок евакуації візка не вздовж колії, а шляхом опущення візка у спеціально обладнану канаву з подальшою доставкою його у спеціалізоване відділення на спеціальному транспортному візку. Монтаж справного візка здійснюється в зворотному напрямку. Розрахований економічний ефект від впровадження запропонованого енергозберігаючого заходу.

Ключові слова: ремонт рухомого складу, енергоефективність, візок, ресурсозбереження, ліфтовий пристрій.

В рамках статті розробтан стенд, позволяющий оперативно снять колесную тележку с любого транспортного средства железной дороги без значительного подъема корпусной части за счет эвакуации тележки не вдоль пути, а путем опущения тележки в специально оборудованную канаву с последующей доставкой его в специализированное отделение на специальном транспортном коляске. Монтаж исправного тележки осуществляется в обратном направлении. Рассчитан экономический эффект от внедрения предложенного энергосберегающего мероприятия.

Ключевые слова: ремонт подвижного состава, энергоэффективность, тележка, ресурсосбережение, лифтовое устройство.

As part of the article designed stand that allows you to quickly remove wheeled cart from any railway vehicle without a significant rise of the hull by evacuation trolley along the track is not, and by the omission of the trolley in a specially equipped ditch followed at a dedicated shipping department for special transport wheelchair. Installation of a working trolley is in the opposite direction. The economic effect of the proposed energy saving measures.

Keywords: rolling stock maintenance, energy efficiency, cart rolling stock, resource, lifting device.

Вступ. Для залізниць найбільш ефективним буде такий варіант рівня розвитку техніки, технології і організації перевезень, при якому забезпечується повне, своєчасне і високоякісне задоволення потреби клієнтів і населення в перевезеннях з найменшими витратами на одиницю перевізної роботи.

Без розрахунків економічної ефективності немислимо прогнозування і планування капітальних вкладень, розвиток і впровадження нової техніки і технології.

Вибір найбільш вигідних і економічних напрямів капітальних вкладень дозволяє забезпечити найбільший приріст об'єму перевезень, прибули на одиницю витрат, скорочення терміну окупності, прискорення темпів науково-технічного прогресу. Зразки нової техніки, рухомого складу і будь-якого устаткування визначаються потребами економіки. Тому підвищення ефективності є частиною економічної стратегії і немає іншого шляху для зростання продуктивності праці, об'єму перевезень, зниження собівартості перевезень.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В локомотивних депо встановлюють стандартні системи викатки візків

[1-5]. Основним їх недоліком значний підйом корпусу локомотива.

Визначення мети та задачі дослідження.

Стенд, що призначений для оперативного монтажу - демонтажу колісних візків рухомого складу залізниць, та розроблений в рамках даної статті, може бути змонтованим в будівлі ремонтної бази залізничного депо, поруч з будівлею залізничного депо та на пунктах технічного обслуговування.

Станом на сьогодні, основні технології заміни колісних візків базуються на значному піднятті корпусної частини на доволі значну висоту та викочування візка вздовж колії з подальшою його заміною на справний візок [1-5].

При розробці ліфтового устрою виходили з таких вимог:

- Процес підйому та опускання візка повинні здійснюватися плавно без поштовхів та значних прискорень.
- Технологічний процес повинен забезпечити відсутність перекосу колісного візка.
- Ліфтовий устрій повинен бути надійним та виключати всяку можливість самоопускання вантажу за будь-яких умов.
- Стенд повинен бути екологічно чистим, без можливості значного забруднення навколишнього середовища та погіршення умов праці персоналу, що його обслуговує.

Основна частина дослідження.

На основі висунутих вимог, було вирішено застосувати у якості ліфтового устрою пересувний підйомник з чотирма підйомними стійками та електромеханічним приводом. При цьому, підйомні стійки мають бути зроблені на основі передачі гвинт-гайка, що виключає самовільне опускання устрою під дією навантаження.

Чотири підйомні стійки необхідні для рівномірності процесу підйому або спуску візка без будь-яких перекосів.

Для синхронізації роботи підйомних стійок, вони повинні отримувати крутний момент від одного електричного двигуна та бути з'єднаними між собою передачею зчепленням.

Застосування електромеханічного приводу значно поліпшує умови праці та практично повністю виключає можливість забруднення навколишнього середовища.

Застосування в електромеханічному приводі електричного двигуна постійного струму дає можливість легко керувати швидкістю підйому або опускання, що значно знижує динамічні явища, особливо, при початку та закінченні руху.

Оскільки зубчасті передачі самі є джерелом динамічних коливань, в якості редуктора вирішено використовувати черв'ячний редуктор, який відрізняється значною плавністю роботи;

В цілому, кінематична схема ліфтового устрою наведена на рисунку 1.

Крутний момент від електричного двигуна постійного струму (1) через пасову передачу (2) подається на черв'ячний редуктор (3).

З вихідного вала редуктора через ланцюгову передачу (4) крутний момент надходить до передач гвинт-гайка (5), що перетворюють крутний момент в зусилля підйому і є основою чотирьох підйомних стійок ліфтового устрою.

Основними складовими при визначенні витрат на виконання технологічних процесів ремонту локомотивів: основні фонди, сума амортизації, витрати на запасні частини, основні та допоміжні матеріали, паливо, електроенергію, інструменти, фонд заробітної плати персоналу, накладні цехові витрати, обов'язкові відрахування на соціальне страхування, обов'язкові платежі в місцевий і державний бюджети.

Капітальні вкладення в устаткування визначаються як сума вкладень в окремі його види, грн:

$$K_{\text{Об}} = K_{\text{СП}} + K_{\text{От}} + K_{\text{ОЭ}} + K_{\text{Ои}} + K_{\text{ПТО}} + K_{\text{И}} + K_{\text{Пхи}}, \quad (1)$$

де $K_{\text{СП}}$ – сума капітальних вкладень у промислові споруди, грн;

$K_{\text{От}}$ – сума капітальних вкладень у технологічне обладнання, грн;

$K_{\text{ОЭ}}$ – сума капітальних вкладень в енергетичне устаткування, грн;

$K_{\text{Ои}}$ – сума капітальних вкладень у вимірювальне устаткування, грн;

$K_{\text{ПТО}}$ – сума капітальних вкладень у підйомно-транспортне устаткування, грн;

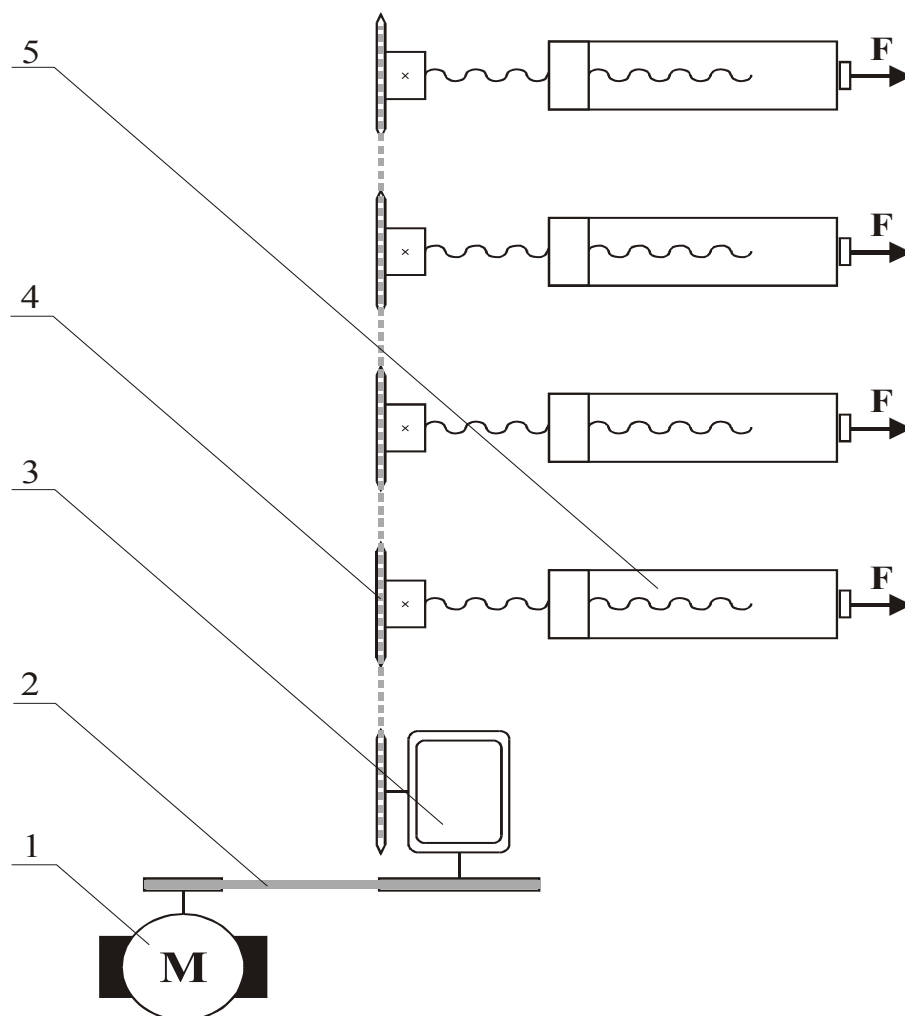
$K_{\text{И}}$ – сума капітальних вкладень в інструмент і оснащення, грн.;

$K_{\text{Пхи}}$ – сума капітальних вкладень у виробничий і господарський інвентар, грн.

Вартість технологічного устаткування, установлюваного на стенді, визначається шляхом додавання до покупної ціни Цд.т.об.і кожного виду технологічного устаткування 15 % від вартості на транспортування і монтаж устаткування:

$$\text{Цт.об.і} = \text{Цд.т.про.і} + \text{Цд.т.об.і} * K, \quad (2)$$

де $Ц_{т.об.і}$ - договірна ціна і-го виду устаткування, грн./шт.;
 враховує витрати, пов'язані з транспортуванням і монтажем устаткування,
 K - поправочний коефіцієнт до $K = 0,15$.
 договірної (прейскурантної) ціни, що



1 – електричний двигун постійного струму; 2 – клиноременна передача; 3 – черв'ячний редуктор; 4 – ланцюгова передача; 5 – передача гвинт - гайка

Рисунок 1 – Кінематична схема ліфтового устрою стенда оперативної заміни колісних візків

З урахуванням специфічності обслуговування, приймали вартість інструмента рівної 10 % від вартості технологічного устаткування, виробничого і господарського інвентарю – 2 % від первісної вартості устаткування; транспортуючих засобів – 4 % від вартості робочих машин; вимірювальних і пускорегулюючих приладів – 3 % від загальної вартості робочих і енергетичних машин.

Величина амортизаційних відрахувань визначається по формулі:

$$A_{г} = C_{т} * N_{а} / 100, \text{ грн.}, \quad (3)$$

де $C_{т}$ – балансова вартість основних фондів, грн.;

$N_{а}$ – норма амортизації по даному виді основних фондів, %.

Номінальний фонд часу працюючих визначиться по формулі:

$$F_{н-р} = (365 - D_1) * n * T_{см} = (365 - 112) * 1 * 8 = 2024 \text{ години}, \quad (4)$$

Рухомий склад залізниць

де D_1 – кількість вихідних і святкових днів у році;
 T_{CM} – тривалість робочої зміни, година.

n – кількість змін у добі (у даному випадку $n = 1$);

Таблиця 1

Вартість основних виробничих фондів і річні амортизаційні відрахування

Найменування груп основних фондів	Первісна вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизаційних відрахувань, грн.
Промислові споруди	113740	5	5687
Технологічне обладнання	332635,2	15	49895,3
Енергетичне обладнання	2471,4	15	370,7
Вимірювальне обладнання	10053,2	25	2513,3
Транспортні засоби	13305,4	25	3326,4
Інструмент та оснастка	33263,5	15	4989,5
Виробничий і господарчий інвентар	6702,1	15	1005,3
РАЗОМ	512170,8		67787,5

Явочний штат установки контролю властивостей арматурної сталі складає 2 чоловік, у тому числі:

- оператор – 1 чоловік;
- електрик – наладчик – 1 чоловік.

Обліковий штат основних робітників визначиться:

$$Ш_C = Ш_Я * 3 * K_{CP}, \quad (5)$$

де $Ш_Я$ – явочний штат, ціл;
 3 – кількість змін у добі;
 K_{CP} – коефіцієнт облікового штату:

$$K_{CP} = f_1 * f_2 * f_3 = 1 * 1,078 * 1,03 = 1,11, \quad (6)$$

де f_1 – коефіцієнт, що враховує підміну на вихідні дні, дорівнює 1;

f_2 – коефіцієнт, що враховує підміну на відпустку, визначиться при тривалості відпустки 26 календарних днів як $1 + 26 / [365 - (26 + 8)] = 1,078$;

f_3 – коефіцієнт, що враховує підміну на невиходи по поважних причинах (2% -

хвороба, 1% - державні обов'язки), дорівнює 1,03.

Резервний штат на вихідні дні визначиться:

$$Ш_{ВД} = Ш_Я * (f_1 - 1) = 1 * (1 - 1) = 0. \quad (7)$$

Резервний штат на відпустки:

$$Ш_О = Ш_Я * (f_2 - 1) = 1 * (1,078 - 1) = 0,078. \quad (8)$$

Резервний штат на державні обов'язки і невиходи через хворобу:

$$Ш_{ГО} = Ш_Я * f_1 * f_2 * (f_3 - 1) = 1 * 1,078 * (1,03 - 1) = 0,032. \quad (9)$$

У цілому, обліковий штат визначиться:

$$Ш_C = Ш_Я + Ш_{ВД} + Ш_О + Ш_{ГО} = 1 + 0 + 0,078 + 0,032 = 1,11 \approx 1. \quad (10)$$

Розрахунок фонду заробітної плати здійснювали окремо по робітниках кожної професії.

Основна заробітна плата визначається по формулі:

$$З_T = T * B * T_{CM} * Ш_{СП}, \text{ грн.}, \quad (11)$$

де T – годинна тарифна ставка одна працюючого, грн./година;

B – кількість виходів одному працюючого в планованому періоді;

T_{CM} – тривалість однієї зміни, година;

$Ш_{СП}$ – обліковий штат ділянки.

Премії з фонду заробітної плати розраховуються по формулі:

$$З_P = З_T * P / 100\%, \text{ грн.}, \quad (12)$$

де P – розмір премії за виконання виробничої програми, %.

Додаткова зарплата за вислугу років визначається:

$$З_B = З_T * L / 100\%, \text{ грн.}, \quad (13)$$

де L – розмір винагороди за вислугу років, %

Фонд заробітної плати буде дорівнює:

$$ФЗП = З_T + З_P + З_B, \text{ грн.} \quad (14)$$

Премії з фонду матеріального заохочення за якість продукції складуть

$M = 5\%$ від $ФЗП$ робітників:

$$ФМП = ФЗП * M / 100\%, \text{ грн.} \quad (15)$$

Заробітна плата визначиться:

$$Э_{ТС} = 15 * 2024 * 0,23 * 0,18 + 0,5 * 2024 * 0,23 * 0,18 = 1299 \text{ кВт*година.}$$

Витрати електроенергії на виробниче висвітлення визначиться по формулі:

$$Э_0 = S_0 * q * F_0 * K_0 / 1000, \text{ кВт*година}, \quad (19)$$

де S_0 – освітлювана площа м^2 ;

q – питома витрата електроенергії на одиницю площі виробничих приміщень ($12...18 \text{ Вт/м}^2$);

K_0 – коефіцієнт, що враховує одночасність горіння ламп ($0,7...0,9$);

F_0 – число годин освітлення в році.

$$Э_0 = 30 * 12 * 800 * 0,7 / 1000 = 201,6 \text{ кВт*година.}$$

Витрата води на господарсько-побутові нестатки визначиться:

$$В_{ХБ} = Ш_{СП} * q * F_B, \text{ м}^3, \quad (20)$$

де $Ш_{СП}$ – обліковий штат, чіл;

q – питома витрата води на один робітника в годину, $\text{м}^3/(\text{чіл*година})$;

F_B – дійсний фонд часу роботи, година.

$$В_{ХБ} = 2 * 0,01 * 2024 = 40,5 \text{ м}^3.$$

$$ЗП = ФЗП + ФМП, \text{ грн.} \quad (16)$$

Відрахування на соціальне страхування, фонд зайнятості працівників складає $37,5\%$ від суми основної і додаткової зарплати:

$$Ф_{СОЦ} = ЗП * 37,5 / 100, \text{ грн.} \quad (17)$$

Енергетичні витрати експлуатації установки складаються з витрат на технологічну електроенергію, на електроенергію висвітлення, на технічну воду і воду на господарсько-побутові нестатки.

Розрахунок технологічної і силової електроенергії розраховували по формулі:

$$Э_{ТС} = \Sigma (P_i * K_C) * F_d, \text{ кВт*година}, \quad (18)$$

де ΣP_i – сумарна встановлена потужність усіх електроспоживачів, кВт;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, година;

K_C – коефіцієнт попиту:

$$K_C = K_{и} * K,$$

де $K_{и}$ – коефіцієнт використання потужності електроспоживачів;

K – коефіцієнт, що враховує одночасність роботи електроспоживачів.

На статтю витрат по змісту й експлуатації устаткування варто віднести витрати на допоміжні матеріали, споживані в процесі ремонту й експлуатації устаткування; електроенергію, стиснене повітря, воду, що витрачаються для приведення в дію машин і здійснення технологічних процесів.

$$\mathcal{E}_Г = (B_3 - B_Г) - E_H * K = 163048,4 \text{ грн./рік}, \quad (22)$$

де B_3 – витрати на існуючу технологію (дані депо), грн./рік;

$B_Г$ – витрати на розроблене технічне рішення, грн./рік;

E_H – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень;

K – обсяг капітальних вкладень, грн.

Прибуток ділянки визначиться по формулі:

$$П = B_3 - B_Г = 239874 \text{ грн./т.} \quad (23)$$

Питомі капітальні вкладення на величину товарної продукції:

$$K_y = K / T_{пр} = K / C_Г = 2,16 \text{ грн./грн.} \quad (24)$$

Позитивний економічний ефект при впровадженні технічного рішення буде утворений за рахунок різниці витрат при існуючій схемі викатки колісних візків з під локомотиву (за даними депо 476870 грн./рік) та з використанням розробленого устрою:

Продуктивність праці одного працівника:

$$ПТ = T_{пр} / Ч_{пп} = 118498 \text{ грн./чол.} \quad (25)$$

Оборотні кошти визначаємо в розмірі 20% від величини товарної продукції:

$$C_{об} = 0,2 * T_{пр} = 47399,2 \text{ грн.} \quad (26)$$

Рентабельність:

$$P = П_Г / (K + C_{об.}) * 100\% = 42,9 \%. \quad (27)$$

Строк окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок} = K / \mathcal{E}_Г = 3,14 \text{ року.} \quad (28)$$

Таблиця 2

Основні техніко-економічні показники статті

Показники	Одиниці виміру	Значення показників
Обсяг капітальних вкладень	грн.	512170,8
Штат ділянки контролю властивостей	чол.	2
у тому числі: робітників	чол.	2
Фонд заробітної плати	грн.	79440
Продуктивність праці 1 робітника	грн./чол.	118498
Обсяг товарної продукції	грн.	236996
Прибуток		239874
Питомі витрати на одиницю товарної продукції	грн./грн.	2,16
Рентабельність	%	42,9
Річний економічний ефект	грн.	163048,4
Строк окупності капітальних витрат	років	3,14

Основні заходи для попередження виробничих ушкоджень зводяться до суворого виконання соціально-економічних,

організаційно-технічних та санітарно-гігієнічних правил та норм.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку

1. Дана стаття присвячена розробці стенда, що дає можливість оперативно замінити колісні візки, та не потребує, при цьому, значного підняття корпусної частини одиниці залізничного транспорту.

2. Стенд може бути змонтований як в залізничному депо або поруч з ним, так і в умовах пунктів технічного огляду.

3. Розрахунок економічного ефекту від впровадження технічного рішення здійснювали для умов, коли стенд монтується поруч з будівлею залізничного депо, що не потребує значних додаткових витрат на будівництво промислових споруд. Розрахунком економічних параметрів показано, що річний економічний ефект становить 163048,4 грн. при окупності капітальних витрат на протязі 1,54 років.

Список використаних джерел

1. Фильков Н.И. Поточные линии ремонта локомотивов в депо – М.: Транспорт, 1972. – 224 с.
2. Локомотивное хозяйство: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / С.Я. Айзинбуд, В.А. Гутковский, П.И. Кельперис и др. / Под ред. С.Я. Айзинбуда. – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Організація та планування виробництва” для студ. спец. “Локомотиви”. – Х.: УкрДАЗТ, 1998. – 30 с.
5. Малоземов Н.А., Иунихин А.И., Каплунов М.П. Тепловозоремонтные предприятия. Организация, планирование и управление. – М.: Транспорт, 1979. – 264 с.
6. Левицкий А.Л., Сибаров Ю.Г. Охрана труда в локомотивном хозяйстве. – М.: Транспорт, 1989. – 216 с.
7. Солодикин А.Г., Калинин В.П. Экономика, организация и планирование на производстве. – М.: Машиностроение, 1987. – 504 с.

Фалендиш Анатолій Петрович, д-р техн. наук, професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-21-25. E-mail:

Клецька Ольга Віталіївна, аспірант кафедри теплотехніки і теплових двигунів Українська державна академія залізничного транспорту. Тел: (057)-730-10-77.

Кухарчук Марина Юріївна, магістр кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українська державна академія залізничного транспорту.

Falendysh Anatoliy Petrovich d-r science, professor department of operation and maintenance of rolling stock Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-21-25. E-mail:

Kletska Olga Vitaliivna aspirant the Department of Thermal Engineering and Heat Engines Ukraine State Academy of Railway Transport Tel.: (057) 730-10-77.

Kuharchuk Marina Urievna magistr department of operation and maintenance of rolling stock Ukraine State Academy of Railway Transport.