

Ю. В. Єжов

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
(ДП «УкрНДІВ»)
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

Ю. С. Павленко*

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
(ДП «УкрНДІВ»)
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

С. М. Полулях

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
(ДП «УкрНДІВ»)
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВОЗІВ 2ТЕ116 В УКРАЇНІ

Наведено загальні відомості щодо фактичного фізичного та морального стану парку магістральних тепловозів АТ «Українська залізниця», визначено основні напрямки його оновлення, обґрунтовано актуальність питання модернізації тепловозів типу 2ТЕ116, висвітлено історію створення, основні конструктивні особливості та основні технічні характеристики тепловоза 2ТЕ116 та його модифікацій, відомості про виробництво та експлуатацію, наведено загальний вигляд тепловоза 2ТЕ116 та окремих його модифікацій, а також відомості щодо виготовлених у різні роки модифікаціях зазначеного тепловоза та їх конструктивних виконань, обґрунтовано доцільність оновлення парку магістральних вантажних тепловозів АТ «Українська залізниця» шляхом їх модернізації, наведено вдалі приклади спільної комплексної модернізації тепловозів в європейських країнах, в результаті якої країни отримують сучасний рухомий склад з повною заміною внутрішнього обладнання, проаналізовано позитивний досвід модернізації тепловозів 2ТЕ116 протягом останніх років, наведено відомі проекти такої модернізації в Україні та Росії, визначено можливі шляхи модернізації тепловозів 2ТЕ116 в майбутньому за рахунок комплексної модернізації з продовженням терміну експлуатації та обладнанням тепловозів зазначеного типу сучасним обладнанням відомих зарубіжних світових компаній, яке відрізняє висока надійність, довговічність, економічність та продуктивність, із залученням вітчизняних підприємств, які можуть самостійно виготовляти електричні машини, компресори, колісні пари, гальмівне та допоміжне обладнання та інше, запропоновано алгоритм прийняття рішення щодо модернізації тепловоза з продовженням терміну його експлуатації з обґрунтуванням економічної доцільності модернізації та її глибини з

© Єжов Ю.В., Павленко Ю.С., Полулях С.М., 2020

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

використанням результатів технічного діагностування металоконструкцій рами тепловоза та рам його візків, результатів науково-експериментальних досліджень з визначення залишкового ресурсу зазначених елементів.

Ключові слова: *вантажний магістральний тепловоз, модернізація, продовження терміну експлуатації, залишковий ресурс металоконструкції.*

Ю. В. Ежов

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

ул. І. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

Ю. С. Павленко

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

ул. І. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

С. Н. Полулях

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

ул. І. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавської обл., 39621, Україна
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВОЗОВ 2ТЭ116 В УКРАИНЕ

Приведены общие сведения о фактическом физическом и моральном состоянии парка магистральных тепловозов АО «Украинская железница», установлены основные направления его обновления, обоснована актуальность вопроса модернизации тепловозов типа 2ТЭ116, освещена история создания, основные конструктивные особенности и основные технические характеристики тепловоза 2ТЭ116 и его модификаций, сведения о производстве и эксплуатации, приведен общий вид тепловоза 2ТЭ116 и его отдельных модификаций, а также сведения об изготовленных в разные годы модификациях данного тепловоза и их конструктивных исполнениях, обоснована целесообразность обновления парка магистральных грузовых тепловозов АО «Украинская железница» путем их модернизации, приведены удачные примеры совместной комплексной модернизации тепловозов в европейских странах, в результате которой страны получают современный подвижной состав с полной заменой внутреннего оборудования, проанализирован положительный опыт модернизации тепловозов 2ТЭ116 за последние годы, приведены известные проекты такой модернизации в Украине и России, определены возможные пути модернизации тепловозов 2ТЭ116 в будущем за счет комплексной модернизации с продолжением срока эксплуатации и оборудованием тепловозов указанного типа современным оборудованием известных зарубежных мировых компаний, которое отличает высокая надежность, долговечность, экономичность и продуктивность, с привлечением отечественных предприятий, которые могут самостоятельно изготавливать электрические машины, компрессоры, колесные пары, тормозное и вспомогательное оборудование и другое, предложен алгоритм принятия решения о модернизации тепловоза с

продлением срока его эксплуатации с обоснованием экономической целесообразности модернизации и ее глубины с использованием результатов технического диагностирования металлоконструкций рамы тепловоза и рам его тележек, результатов научно-экспериментальных исследований по определению остаточного ресурса данных элементов.

Ключевые слова: *грузовой магистральный тепловоз, модернизация, продление срока эксплуатации, остаточный ресурс металлоконструкции*

Вступ. Одна з гострих проблем українських залізниць на даний час та в перспективі – це недостатня кількість магістральних тепловозів в експлуатаційному парку. На даний час з поміж іншого типу залізничного рухомого складу магістральні тепловози мають найбільший знос, який станом на кінець 2020 р. складав 99,4 %, в той час, як зношеність маневрових тепловозів – 91,3 %, вантажних вагонів – 89,7 %, дизель-поїздів – 93 %. За оцінками Українського інституту майбутнього, до 2021 року перевищення попиту над пропозицією на локомотивну тягу складе 11 раз [1]. Вже у 2018 році в локомотивній тематиці проявилися ознаки проходження точки неповернення, коли багато підприємств не змогли своєчасно та в повному обсязі вивезти вироблену продукцію.

З відкритих джерел інформації [2] відомо, що з 2011 р. оборотність вантажних вагонів АТ «Українська залізниця» збільшилась удвічі, що свідчить про зменшення ефективності роботи АТ «Українська залізниця» в цілому. Основна причина цього – гостра нестача локомотивів.

За даними 2018 року [3], в інвентарному парку АТ «Українська залізниця» знаходяться 609 одиниць магістральних вантажних тепловозів, з них тільки 202 знаходяться в експлуатації.

При цьому на даний час парк магістральних тепловозів в Україні за своїм фізичним та моральним станом знаходиться на межі використання (тобто більшість тепловозів вичерпали свій призначений термін експлуатації, який складає 20 – 25 років), що потребує його часткового або повного оновлення.

Проблему оновлення парку магістральних тепловозів можна вирішувати або за рахунок придбання за кордоном нових сучасних локомотивів (в Україні на даний час локомотиви не виготовляються), або шляхом відновлення їх ресурсу під час проведення капітального (далі – КР) з продовженням терміну служби або капітально-відновлювального ремонту (далі – КВР) з модернізацією та продовженням терміну служби. При цьому основну частину магістральних тепловозів складають тепловози 2ТЕ116 (близько 80 % всього парку). Тому актуальним є питання модернізації саме цього типу тепловозу та його модифікацій.

Мета даної статті – навести короткий опис конструктивних особливостей та основних технічних характеристик тепловозів 2ТЕ116 та їх модифікацій, відомості про їх виробництво та експлуатацію, обґрунтувати доцільність оновлення магістральних тепловозів шляхом модернізації, висвітлити позитивний досвід останніх років в питанні модернізації тепловозів зазначеного типу, визначити можливі шляхи модернізації тепловозів 2ТЕ116 в майбутньому та надати загальну схему обґрунтування модернізації тепловоза з продовженням терміну його експлуатації.

1 Історія створення тепловоза 2ТЕ116, призначення, короткий опис конструкції, технічні характеристики, відомості про виробництво та експлуатацію

«Основними напрямками розвитку народного господарства колишнього СРСР на 1976—1980 роки» було передбачено освоєння випуску двосекційних вантажних

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

магістральних тепловозів потужністю 8000 к.с. Прототипом для створення таких локомотивів став тепловоз 2ТЕ116, який започаткував будівництво нового сімейства вантажних магістральних тепловозів, перший екземпляр якого побудували у 1971 році.

Згідно з інформацією, наведеною в [4], магістральний двосекційний тепловоз 2ТЕ116, призначений для водіння вантажних поїздів на залізницях СРСР, був сконструйований тепловозобудівним заводом ім. Жовтневої Революції, м. Ворошиловград (з 2003 р. – ПАТ «Луганськтепловоз») у співпраці з заводами: тепловозобудівним ім. Куйбишева (м. Коломна), транспортного машинобудування ім. Малишева, «Електроважмаш» ім. Леніна, «Електромашина» (м. Харків) і галузевими інститутами тепловозобудування і Міністерства колійного сполучення.

Тепловоз 2ТЕ116 складається з двох однакових однокабінних секцій, які керуються з одного (будь-якого) поста кабіни, і з'єднані автозчепленням СА-3. За потреби кожен секцію можна використовувати як окремий тепловоз. Для переходу з секції в секцію в задній стінці секцій наявні двері та перехідний майданчик, закритий гумовим суфле. Все силове і допоміжне обладнання розташоване в кузові, з тримальною головною рамою.

На тепловозі застосована дизель-генераторна установка (ДГУ) 1А-9ДГ2, яка розташована на середній частині головної рами. ДГУ складається з 16-циліндрового дизеля 1А-5Д49 і синхронного трифазного генератора ГС-501А. На тепловозах до № 728 (за винятком № 715, 717, 720, 725) були встановлені дизель-генератори 1П-9ДГ першого виконання, починаючи з № 728 (1982 р.) – другого виконання (1А-9ДГ2) з дизелями 1А-5Д49-2; останні мають сталеві колінчаті вали з противовісними на кожній щоді, блок циліндрів с плоским стиком підвісок, поршні з підвищеною газошільністю, удосконалену систему маслопостачання з двома насосами та інші покращення. Дизель і тяговий генератор змонтовані на єдиній піддизельній рамі зварної конструкції та з'єднані між собою напівжорсткою пластинчастою муфтою. Дизель 5Д49 належить до уніфікованого ряду ЧН26/26, що означає — чотиритактний з газотурбінним наддуванням, діаметр циліндра і хід поршня 260 мм. Управління дизелем — електричне, дистанційне за допомогою встановлених на регуляторі дизеля чотирьох електромагнітів. Електромагніти отримують живлення від контролера машиніста.

Схема електричної передачі — стандартна, змінно-постійного струму. Від синхронного тягового генератора також живляться асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором (АДКЗ) мотор-вентиляторів охолодження обладнання. Над ГС-501А встановлений однофазний синхронний збуджувач ВС-650 і колекторний стартер-генератор КСГ. КСГ виконує повертання дизеля для запуску, отримуючи живлення від акумуляторної батареї, а після запуску працює як генератор, виробляючи постійну напругу 110 В для заряду акумуляторної батареї, живлення кіл управління/освітлення, а також колекторних двигунів (двигунів постійного струму, ДПТ) приводу деяких агрегатів.

Тепловоз має кузов з тримальною головною рамою. Для монтажу і демонтажу обладнання дах кузова виготовлений з п'яти знімних секцій, з них три з вбудованими коробами-повітрязабірниками для очищення повітря, яке після очищення охолоджує тяговий генератор, випрямну установку і тяговий електродвигун.

Застосування роз'ємів в електричній проводці по кузову та ущільнювальних поясів даху дозволяє швидко демонтувати необхідну секцію даху, для швидкого доступу до несправного обладнання. Глушник шумів вихлопних газів з дизеля, також закріплений на знімній секції даху.

На тепловозі наявні мотор-вентилятори (МВ) з приводом від АДКЗ:

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- відцентрові МВ тягових двигунів переднього і заднього візка — 2 шт;
- відцентровий МВ охолодження випрямної установки та керованого випрямляча УВВ — 1 шт;
- осьові МВ холодильника води дизеля — 4 шт;

Двигуни вентиляторів холодильника мають зовнішній ротор — статор розташований в центрі двигуна і його полюсні наконечники обернені назовні від осі, а ротор виконаний у вигляді кільця та охоплює статор.

Привід від колекторних двигунів мають:

- мотор-компресор КТ-6Эл, який живить гальмівну систему і пневматичну автоматику — 1 шт, привід — через понижувальний редуктор;
- осьовий мотор-вентилятор витяжної вентиляції кузова — 1 шт;
- шестерний паливopідкачувальний насос — 1 шт;
- шестерний маслопрокачувальний насос. Створює тиск в масляній системі дизеля перед пуском — 1 шт;
- мотор-вентилятор калорифера опалення кабіни — 1 шт.

Основні технічні характеристики тепловоза 2ТЕ116 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. – Основні технічні характеристики тепловоза 2ТЕ116

Назва характеристики	Одиниця виміру	Значення характеристики
1	2	3
1. Тип	-	вантажний
2. Осьова формула	-	2*(3 _o – 3 _o)
3. Ширина колії	мм	1520
4. Потужність	кВт (к.с.)	2*2250,6 (2*3060)
5. Службова маса	т	2*138
6. Осьове навантаження	кН (тс)	226 (23)
7. Конструкційна швидкість	км/год	100
8. Транспортувальна швидкість	км/год	120
9. Мінімальний радіус проходження кривих	м	125
10. Діаметр колеса по колу кочення (при середньозношених бандажах)	мм	1050
11. Сила тяги тривалого режиму	кН (тс)	2*255 (2*26)
12. Швидкість тривалого режиму	км/год	24
13. Довжина по осям автозчеплення	мм	2*18150
14. Ширина	мм	3080
15. Висота від головки рейки	мм	5104
16. Запас палива	кг	2*7000
17. Запас піску	кг	2*1000
18. Запас води	кг	2*1250

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таб. 1

1	2	3
19. Запас мастила	кг	2*1000
Інформація про виробництво та експлуатацію		
Підприємство-виробник	ПАТ «Луганськтепловоз»	
Роки побудови	з 1971 р. по 2015 р.	
Всього побудовано	2160 одиниць	
Країни експлуатування	Росія, Білорусь, Естонія, Латвія, Монголія	
Перелік виготовлених модифікацій	2ТЕ116Г; 2ТЕ116М; 2ТЕ116А; 2ТЕ116У; 2ТЕ116УП; 2ТЕ116УМ; 2ТЕ116УК; 2ТЕ116УД; 2ТЕ116УР	

Загальний вигляд тепловоза 2ТЕ116, та окремих його модифікацій наведено на рисунках 1 – 7.



Рис. 1. Тепловоз 2ТЕ116

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 2. Тепловоз 2ТЕ116Г



Рис. 3. Тепловоз 2ТЕ116У

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 4. Тепловоз 2ТЕ116УМ



Рис. 5. Тепловоз 2ТЕ116УП

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис.6. Тепловоз 2ТЕ116УД



Рис.7. Тепловоз 2ТЕ116УР

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Відомості щодо модифікацій тепловоза 2ТЕ116 наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. - Відомості щодо модифікацій тепловоза 2ТЕ116

Позначення модифікації	Відомості щодо особливостей конструкції
1	2
2ТЕ116Г	Експериментальний тепловоз на газовому паливі, побудований у 1988 р. Складається з трьох секцій — двох дизельних (як на звичайному тепловозі 2ТЕ116) і однієї криогенної з газифікатором. На тепловозі застосовується газодизель-генератор 1ГДГ з електронною системою контролю, регулювання і захисту дизеля (СКРДЗ-3), наявні додаткові системи подачі води та газу, управління газовою апаратурою, контролю і захисту, сигналізації, включення газу («щит-2-1»), вентиляції електровідсіків і відсіку газової апаратури, дистанційного відчеплення дизельних секцій від криогенної.
2ТЕ116М	Модифікація тепловоза 2ТЕ116, під час якої встановлене реостатне гальмо, яке потім встановлювалося на серійних модифікаціях 2ТЕ116 і 2ТЕ116У. Особливістю електричної схеми цього тепловоза є збереження живлення асинхронних трифазних електродвигунів допоміжних машин від тягового генератора і під час електричного гальмування, а також управління режимом електричного гальмування за допомогою системи автоматичного регулювання гальмування (САРГ). Система дозволяє, автоматично підтримувати задану швидкість на спусках.
2ТЕ116А	Універсальний тепловоз, який спроектували для максимальної уніфікації з новим тепловозом 2ТЕ121, кузови секцій тепловоза мають суцільну тримальну конструкцію, виготовлені з низьколегованої сталі, а знімні блоки даху зроблені з алюмінієвого прокату. Окремо зібрані кабіни машиніста встановлені в кузовах на гумових амортизаторах. На тепловозах 2ТЕ116А № 001 і 002 були встановлені тягові електродвигуни ЕД-125Б, на тепловозах № 003 і 004 — тягові електродвигуни ЕД-118В. На сьогодні всі машини списані.
2ТЕ116УП	Вантажопасажирська модифікація, єдиний екземпляр, збудований у 1996 р. Потужність дизеля збільшена до 3600 к.с., тепловоз обладнаний реостатним гальмом і системою електроопалення рухомого складу (поїзда). Тяговий агрегат складається з тягового і допоміжного синхронних генераторів, змонтованих в одному корпусі. Допоміжний генератор через випрямляч забезпечує енергопостачання пасажирського поїзда, напругою 3000В постійного струму, потужністю 575 кВт з кожної секції при номінальному режимі. Сила тяги тривалого режиму 2*323 кН (2*33 тс), конструкційна швидкість 120 км/год.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таб. 2

1	2
2ТЕ116У	Модифікація локомотива 2ТЕ116 для РЖД, обладнана новою кабіною (по типу 2ТЕ126/136) зі встановленням кондиціонованого повітря, з реостатним гальмуванням та збільшеною потужністю двигуна до 3600 к.с. і мікропроцесорною системою управління і діагностики (МСУД).
2ТЕ116УМ	Модифікація для Монголії з покращеною системою очищення наддувного повітря і збільшеною потужністю дизелів. Побудовано близько 25 екземплярів. Тепловоз 2ТЕ116У-0062 має збільшену до 4100 к.с. потужність двигунів, у зв'язку з чим змінена задня частина даху секцій.
2ТЕ116УК	Модифікація для ТОВ «ПромТрансМенеджмент», без мікропроцесорної системи управління, потужність 3060 к.с., без кондиціонерів.
2ТЕ116УД	Модифікація з дизелем американського виробництва. Згідно з інформацією в [5], було побудовано 37 одиниць.
2ТЕ116УР	Модифікація з дизелем німецького виробництва. Згідно з інформацією в [5], вказана модифікація розроблялась, але дані про кількість виготовлених одиниць відсутні.

Згідно з інформацією, наведеною в [4], тепловози 2ТЕ116 експлуатуються в Україні на Південній, Одеській, Донецькій, Південно-Західній, Придніпровській залізницях.

2 Доцільність оновлення парку магістральних вантажних тепловозів АТ «Українська залізниця» шляхом їх модернізації. Вдалий досвід модернізації локомотивів в європейських країнах

Як відомо, 30 нових тепловозів ТЭ33АС (тепловоз з електропередачею модель 33 з асинхронним приводом), що були придбані АТ «Українська залізниця» у компанії GE Transportation, восени 2018 р. та у першому кварталі 2019 р. були доставлені в Україну та на даний час експлуатуються на українських залізницях.

Вартість зазначених тепловозів, згідно з інформацією, наведеною в [2], складає 3,9 млн. дол. без ПДВ за одиницю. Крім того, 30 млн. дол. – вартість технічного обслуговування всієї зазначеної партії тепловозів до 2027 р. Невідома також вартість ремонту вказаних тепловозів із заміною їх вузлів та агрегатів. Як показує практика, європейські та американські запчастини коштують у рази дорожче. При цьому ремонтна база нових придбаних тепловозів відсутня, її потрібно буде створювати заново. Тобто нові тепловози – є інвестицією дуже коштовною.

Як вважають окремі експерти (див. [2]), у порівнянні з придбанням нового тепловоза в більшості випадків економічна ефективність модернізації існуючого тепловоза є більшою у 2 – 3 рази. Наприклад, фактична експлуатаційна вагова норма нового тепловоза ТЭ33АС складає 3700 т при його вартості 3,9 млн. дол. без ПДВ, а модернізованого тепловоза 2ТЕ116 при вартості модернізації 1,9 млн. дол. – 7200 т.

У країнах колишнього ЄС експлуатується досить багато локомотивів, віком понад 40 років. Вони продовжують працювати і користуються популярністю через

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

свою простоту. Вказана техніка підтримується в хорошому стані шляхом правильної експлуатації, своєчасного технічного обслуговування і модернізацій. Ця робота організована на промислових підприємствах і депо, в рамках залізничних компаній кожної країни.

Ефективність та економічна доцільність модернізації тягового рухомого складу переконливо доведена світовою практикою. За інформацією [2], країни Східної Європи активно купують списані в Україні локомотиви для проведення їх модернізації, і, таким чином, збільшують свій локомотивний парк.

За останні 10 років компанія GE Transportation модернізувала більше ніж 2 тис. локомотивів для майже 30 клієнтів з різних країн. З 2015 року програма модернізації локомотивів вказаної компанії збільшилась у 20 разів. Окремі локомотиви, що проходять модернізацію на підприємствах GE Transportation, відпрацювали вже 25 років. Після модернізації вони можуть експлуатуватися ще 20 років.

Багато країн йдуть шляхом збереження у робочому локомотивному парку тепловозів старої побудови.

Заслугує уваги успішний приклад спільної комплексної модернізації 6-ти американських шестивісних тепловозів С30, виробництва компанії General Electric Company (GE Transportation) естонським оператором вантажних залізничних перевезень AS Operail та чеською компанією CZ Loko [6].

За умовами контракту 2020 р. AS Operail придбає у CZ Loko шість комплектів обладнання для проведення вказаної модернізації. Комплектуючі для модернізації 6-ти тепловозів мають бути поставлені в Естонію до початку 2021 року. Елементи конструкції тепловозів (капот, кабіна, блок управління, система охолодження, гальмівна система) виробляються на заводі CZ Loko в Йиглаві (Чехія), дизель моделі CAT 3512C HD постачається компанією Caterpillar Inc (США), а тяговий генератор моделі 1FC2 631-6B029T компанії Siemens AG (Німеччина). В цехах компанії Operail у місті Тапа (Естонія) старі тепловози розбирають, виконують капітальний ремонт візків та головної рами, відбувається фінальна збірка.

Згаданий контракт – це не перший досвід плідної співпраці AS Operail та CZ Loko. У 2019 р. був реалізований контракт з модернізації 4-х таких тепловозів, раніше – ще 3-х.

Модернізовані тепловози С30-М призначені для важких маневрових робіт на залізничних коліях 1520 мм. Встановлений дизель CAT 3512C HD має потужність 1550 кВт. Конструкція тепловоза С30-М на відміну від конструкції тепловоза С30 відрізняється висотою капоту, вага тепловоза 138 т, навантаження на вісь – 23 т, передача електрична змінно/постійного струму.

За інформацією [6], у 2019 р. один з модернізованих тепловозів AS Operail був поставлений в Україну для виконання робіт на коліях промислових підприємств («ДТЕК «Павлоградвугілля», ДП «Морський Торгівельний Порт «Південний»).

Також цікавим є досвід естонської компанії Skiness Rail [7], яка займається ремонтом та модернізацією локомотивів, а також здачею їх в оренду. Зазначена компанія співпрацює як з приватними власниками, так і з державними компаніями, наприклад з німецькою Deutsche Bahn.

В рамках такої співпраці у 2017 році Даугавпилський локомотиворемонтний завод (входить до структури Skiness Rail) підписав договір про співробітництво з Deutsche Bahn в частині виконання КР тепловозам серії BR233 (виготовлялись Виробничим об'єднанням «Ворошиловградтепловоз», Луганськ, Україна, у 1970 роках як тепловози серії ТЕ109). Тепловоз серії BR233 – магістральний вантажопасажирський односекційний 6-вісний тепловоз потужністю 3000 к.с. до даного часу вважається в Польщі та Німеччині одним з самих надійних та дешевих в експлуатації.

3 Відомі проекти модернізації тепловозів 2ТЕ116 в Україні, Росії та можливі шляхи модернізації тепловозів 2ТЕ116 сьогодні та в майбутньому

За інформацією [8], в Україні за участю СП «Полтавське проектно-конструкторсько-технологічного бюро по ремонту локомотивів» (ПКТБ РЛ) філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» для підвищення ефективності тепловозів 2ТЕ116 у поїзній роботі, рівня безпеки їх руху, поліпшення умов праці локомотивних бригад, поліпшення екологічних показників та зниження витрат палива було розроблено ряд проектів модернізації, які на даний час пройшли перевірку на практиці.

В числі зазначених проектів слід відзначити такі, що дозволили вирішити найбільш значні проблеми вказаних тепловозів в експлуатації:

1. Новітній електронний регулятор частоти обертів дизеля тепловоза 2ТЕ116 «СУДМ-01», який застосовується на заміну регулятора числа обертів типу 7РС. У 2000 році зазначений регулятор успішно пройшов випробування. Його висока надійність в експлуатації, за рахунок заміни складної механіки на електроніку, стабільність та плавність регулювання частоти обертів колінчатого вала дизеля під навантаженням та при змінах робочих режимів, вигідно відрізняє електронний регулятор «СУДМ-01» від штатного регулятора типу 7РС.

2. Однією з проблем виробничих підрозділів локомотивного господарства АТ «Українська залізниця» є механічні ушкодження (задіри) шатунних та корінних шийок колінчатих валів дизелів 1А-5Д49-2, які виникають внаслідок недотримання термінів та технології планово-попереджувальних ремонтів тепловозів 2ТЕ116 за час експлуатації. Було перевірено багато різних методів щодо відновлення робочих поверхонь шийок колінчатих валів, але за результатами випробувань різних дослідних зразків до впровадження було відібрано лише два методи:

- метод дискретного зміцнення робочих поверхонь шийок колінчатих валів, виготовлених з чавуну та сталей, що підвищує їх зносостійкість і ремонтпридатність у порівнянні з іншими методами;

- метод електродугової металізації поверхонь, що зношуються, застосовується для відновлення робочих шийок колінчатих валів дизелів.

Але, на жаль, дані методи відновлення поверхонь шийок колінчатих валів дизелів типу Д49 широкого застосування в Україні не знайшли.

3. Для підвищення ефективності очищення дизельної оливи, що значно зменшує знос деталей шатунно-поршневої групи, розподільчих валів, підшипників ковзання дизеля та підвищує його загальний моторесурс, була проведена модернізація з установлення на кожну секцію тепловоза фільтрів очищення оливи типу 6.46, з автоматичним самоочищенням, що дає можливість замінити штатні фільтри грубого очищення оливи (встановлені на дизелі) та фільтри тонкого очищення оливи (встановлені в дизельному приміщенні) на сучасні.

4. Для покращення якості очищення робочого повітря, яке сприятливо впливає на роботу шатунно-поршневої групи, зменшення опору повітряному потоку на вході в дизель та покращення його забезпечення повітрям, розроблено модернізацію повітряних фільтрів, з установлення трьохступеневої системи очищення повітря дизеля на заміну існуючої штатної двоступеневої системи очищення.

5. Для забезпечення економії дизельного палива й зменшення його витрат при експлуатації тепловоза, особливо у зимовий період, розроблено модернізацію тепловоза з встановленням підігрівачів охолоджувальної рідини дизеля, фірми «АСТ-ЛООС 116/50».

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

6. З метою підвищення надійності роботи в експлуатації системи трубопроводів силової установки тепловоза розроблено їх модернізацію з заміною штатних рухомих (телескопічних) з'єднань водяних трубопроводів дизеля на гнучкі еластичні муфти типу «FLEXMASTER».

7. Застосування зашільників з матеріалу «AF 400» на дизелях 5Д49 дозволяє збільшити строк їх експлуатації, у порівнянні зі штатними, до наступного капітального ремонту, а також забезпечити якісну герметизацію гідравлічних систем дизеля. Застосування зашільників з матеріалу «AF 400» також зменшує рівень викидів у навколишнє природне середовище.

8. Застосування на тепловозах у системі пуску дизеля конденсаторів великої ємності забезпечує нормальний пуск двигуна від штатної акумуляторної батареї, ємність якої може складати від 20 % до 30 % щодо номінальної та забезпечує можливість скорочення роботи дизеля на холостому ходу, що дає значну економію дизельного палива. Крім того, у разі встановлення нової акумуляторної батареї збільшується ресурс її роботи.

9. Проведення модернізації колісно-моторного блоку (КМБ), шляхом заміни моторно-осьових підшипників (МОП) ковзання на МОП кочення, яка знижує експлуатаційні витрати життєвого циклу тепловоза.

Заслужовують на увагу наступні проекти модернізації тепловоза 2ТЕ116, розроблені ПКТБ ЦТ:

1. Проект Т1995.00.00 «Оборудование тепловоза 2ТЭ116 для работы в трехсекционном исполнении».

Даним проектом передбачено обладнання тепловоза 2ТЕ116 для роботи в трьохсекційному виконанні з прохідною секцією з метою забезпечення можливості водіння поїздів підвищеної маси та довжини без збільшення чисельності локомотивних бригад.

2. Проект Т1933.00.00 «Разработка усовершенствованного комплекта оборудования для тепловозов 2ТЭ116 и рациональной системы ТО и ТР с целью сокращения эксплуатационных расходов».

Дана робота виконувалась за планом науково-технічного розвитку ВАТ «РЖД» спільно з головним виконавцем з комплексної модернізації тепловозів 2ТЕ116 з використанням вузлів та деталей DV Systemtechniks - ВАТ «ВНИИЖТ».

3. Проект «Установка светодиодных приборов».

Проект передбачає встановлення світлодіодних приборів, які забезпечують суттєве скорочення споживання електроенергії у порівнянні з лампами розжарювання.

4. Проекти з обладнання тепловозів 2ТЕ116 реєстраторами параметрів роботи тепловоза та обліку дизельного палива.

Система реєстрації, аналізу параметрів роботи тепловоза та обліку дизельного палива призначена для вимірювання в автоматичному режимі на борту тепловоза параметрів його роботи, а також для обліку дизельного палива в баку тепловоза та його витрати з подальшим аналізом отриманих даних та видачею рекомендацій щодо поліпшення теплотехнічного стану тепловоза, оптимізації його завантаження та зміни норм витрати дизельного палива.

Водночас необхідно відмітити, що дані проекти модернізації ПКТБ ЦТ тепловоза 2ТЕ116 базуються на подальшому використанні дизелів типу 1А-5Д49-2, тобто без заміни існуючої дизель-генераторної установки.

Що стосується можливих шляхів дійсної модернізації тепловозів 2ТЕ116 сьогодні та в майбутньому, то слід надавати перевагу комплексної модернізації з продовженням терміну експлуатації та обладнанням зазначених тепловозів дизель-генераторними установками виробництва таких зарубіжних світових компанії як

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Caterpillar, Wabtec, Cummins - одними з головних виробників дизельних двигунів в світі, які відрізняє висока надійність, довговічність, економічність та продуктивність. Зазначені компанії могли б поставляти в Україну тягову установку (а можливо тільки сам дизель) та систему управління, а вітчизняні підприємства, такі як завод ДП «Електроважмаш», ПАТ «НВП «Смілянський електромеханічний завод», ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», ТОВ «ПОЛТАВСЬКИЙ КОМПРЕСОРНИЙ ЗАВОД» можуть самостійно виготовляти електричні машини (головні генератори, електродвигуни), компресори, колісні пари, допоміжне обладнання, елементи гальмівної передачі та інше.

Так працюють європейські залізниці. За інформацією [1], залізниці Прибалтики та Угорщини для модернізації старих тепловозів типу М62 (які експлуатуються і в Україні) укладають контракти з компанією Caterpillar на встановлення нових потужних тягових систем. В Чехії на тепловози 2М62 встановлюють дизелі MTU (Німеччина) та здійснюють зміну дизайну кузова тепловоза та кабін машиністів. В Польщі старі М62 переобладнають в сучасний рухомий склад з повною заміною внутрішнього обладнання.

Слід враховувати, що в Україні виробляються всі ключові компоненти локомотивів, крім дизельних двигунів і тягових перетворювачів. Але і це питання часу та бажання. За кошти, витрачені на придбання одного тепловоза GE TE33AC, можна провести глибоку модернізацію трьох найбільш затребуваних на залізницях магістральних тепловозів 2TE116. Крім того, немає необхідності закуповувати обладнання, інструмент та оснащення для ТО і КР, можливе використання наявної інфраструктури. Роботи з модернізації можна організувати паралельно на декількох ремонтних заводах за єдиним проектом або однотипними проектами.

При цьому, як вважають експерти, проблемне питання з магістральними тепловозами в Україні можна вирішити за два – три роки. Засоби для проведення таких робіт, за інформацією [1] пропонував Німецький банк KfW ще у 2016 році в розмірі 60 млн. євро. При цьому, заходи з контролю за цільовим використанням фінансів були досить жорсткі. Але, на жаль, профільне міністерство та керівництво АТ «Українська залізниця» у той час відхилили цю пропозицію.

Вищевикладене свідчить про те, що для України у її важкому економічному стані при оновленні парку магістральних тепловозів пріоритетним повинне бути не придбання зарубіжного рухомого складу, а покупка передових зарубіжних та вітчизняних технологій, сучасних комплектуючих для використання їх під час модернізації існуючого тягового рухомого складу, у т.ч. магістральних тепловозів 2TE116.

4 Обґрунтування рішення про модернізацію тепловоза з продовженням терміну його експлуатації

Рішення про модернізацію магістрального тепловоза, в т.ч. 2TE116, повинно мати обґрунтування її економічної доцільності та глибини.

Враховуючи те, що основними несучими елементами металоконструкції тепловоза 2TE116 являються його рама та рами його візків, в першу чергу, слід визначити залишковий ресурс зазначених елементів, який визначається за результатами спеціальних науково-експериментальних досліджень, які мають назву «Технічне діагностування металоконструкцій тепловоза».

Вказане технічне діагностування повинно включати:

- обстеження технічного стану металоконструкції рами кузова тепловоза та рам його візків з використанням методів та засобів неруйнівного контролю;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- проведення ресурсних випробувань зразка кузова тепловоза аналогічного типу та періоду побудови.

Завданням обстеження технічного стану рам тепловозів та рам їх візків є виявлення пошкоджень та несправностей металоконструкцій зазначених елементів, а також визначення фактичних мінімальних значень їх товщини.

Завданням ресурсних випробувань є дослідження міцності рами кузова зразка тепловоза аналогічного типу і періоду побудови та експериментальне визначення його залишкового ресурсу.

Обстеження технічного стану рам тепловозів та рам їх візків включає:

обстеження технічного стану металоконструкцій візуально-оптичним методом з метою визначення місць механічних пошкоджень, їх характеру та геометричних параметрів;

виявлення дефектів в елементах металоконструкцій, які неможливо виявити візуально-оптичним методом, іншими методами неруйнівного контролю (магнітопорошковим, капілярним або іншими);

визначення ступеня корозійного пошкодження основних несучих елементів металоконструкцій.

Ресурсні випробування має проводити випробувальний центр, акредитований в Національному агентстві з акредитації України (далі – НААУ) на право проведення таких випробувань.

За результатами обстеження технічного стану металоконструкцій тепловоза визначають ступінь корозійного пошкодження його елементів шляхом порівняння фактичних та номінальних товщин, проводять аналіз виявлених несправностей з метою визначення виду ремонту, при якому виявлені несправності можуть бути усунуті. Аналіз проводять відповідно до вимог чинних нормативних документів, керівництв та правил поточного та капітального ремонтів.

За результатами ресурсних випробувань встановлюється залишковий ресурс металоконструкції тепловоза аналогічного типу та періоду побудови.

Визначення залишкового ресурсу рами кузова тепловоза, який пройшов технічне діагностування, виконують експертним методом з урахуванням наступного:

- відсутність (або наявність) пошкоджень рами кузова, за наявності яких тепловоз підлягає виключенню з інвентарного парку;

- можливість усунення виявлених пошкоджень під час ремонту;

- міцність та залишковий ресурс металоконструкції рами зразка кузова тепловоза аналогічного типу та років побудови за результатами ресурсних випробувань;

- залишковий ресурс рами кузова тепловоза за ступенем корозійних пошкоджень.

Визначений експертним методом залишковий ресурс рами кузова тепловоза є підставою не тільки для продовження терміну його експлуатації, але і для вирішення питання доцільності та глибини його модернізації.

Тільки після проведення тепловозу технічного діагностування за вищезазначеною схемою рішення про його модернізацію з продовженням терміну експлуатації можна вважати обґрунтованим.

Висновки.

1. На даний час парк магістральних тепловозів в Україні за своїм фізичним та моральним станом знаходиться на межі використання, що потребує його часткового або повного оновлення, при цьому в цілому по АТ «Українська залізниця» спостері-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

гається гостра нестача тягового рухомого складу, що веде до зменшення ефективності роботи АТ «Українська залізниця» в цілому.

2. Проблему оновлення парку магістральних тепловозів можна вирішувати або за рахунок придбання за кордоном нових сучасних локомотивів (в Україні на даний час локомотиви не виготовляються), або шляхом відновлення їх ресурсу під час проведення капітального (далі – КР) з продовженням терміну служби або капітально-відновлювального ремонту (далі – КВР) з модернізацією та продовженням терміну служби.

3. Ефективність та економічна доцільність модернізації існуючого тягового рухомого складу, у порівнянні з придбанням нового, переконливо доведена світовою практикою. Країни Східної Європи активно купують списані в Україні локомотиви для проведення їх модернізації, і, таким чином, збільшують свій локомотивний парк. Багато країн йдуть шляхом збереження у робочому локомотивному парку тепловозів старої побудови.

4. Заслугує уваги успішний приклад спільної комплексної модернізації 6-ти американських шестивісних тепловозів С30, виробництва GE естонським оператором вантажних залізничних перевезень AS Operail та чеською компанією CZ Loko, а також досвід естонської компанії Skinest Rail в частині виконання КР тепловозам серії BR233 (виготовлялись ПАТ «Луганськтепловоз» у 1970 роках як тепловози серії TE109 – попередник тепловоза 2TE116).

5. В Україні за участю СП «Полтавське проектно-конструкторсько-технологічного бюро по ремонту локомотивів» (ПКТБ РЛ) для підвищення ефективності тепловозів 2TE116 у поїзній роботі, рівня безпеки їх руху, поліпшення умов праці локомотивних бригад, поліпшення екологічних показників та зниження витрат палива було розроблено більше 10-ти проектів модернізації, які на даний час пройшли перевірку на практиці.

6. Під час модернізації тепловозів 2TE116 як сьогодні, так і в майбутньому, слід надавати перевагу комплексній модернізації з продовженням терміну експлуатації та обладнанням зазначених тепловозів дизель-генераторними установками виробництва таких зарубіжних світових компанії як Caterpillar, Wabtec, Cummins, які могли б поставити в Україну тягові установки (або тільки самі дизелі) та системи управління. Все інше (електричні машини, компресори, колісні пари, допоміжне обладнання, елементи гальмівної передачі) можуть самостійно виготовляти українські підприємства. В подальшому необхідно зосередити дослідження в напрямку обґрунтування доцільності виконання поліпшеної модернізації та її глибини з урахуванням результатів технічного діагностування металоконструкції рами тепловоза та рам його візків, визначення залишкового ресурсу металоконструкцій.

7. Враховуючи те, що в Україні виробляються майже всі ключові компоненти локомотивів (крім дизельних двигунів і тягових перетворювачів), наявна необхідна інфраструктура та виробничі потужності для КР та КВР тепловозів, роботи з модернізації тепловозів 2TE116 можна організувати паралельно на декількох ремонтних заводах за єдиним проектом або однотипними проектами.

8. Для України у її важкому економічному стані при оновленні парку магістральних тепловозів пріоритетним повинне бути не придбання зарубіжного рухомого складу, а покупка передових зарубіжних і вітчизняних технологій, сучасних комплектуючих для використання їх під час модернізації існуючого тягового рухомого складу, у т.ч. магістральних тепловозів 2TE116. Модернізація магістральних тепловозів 2TE116 може суттєво допомогти зняти гостроту проблеми з локомотивною тягою в Україні.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ЛІТЕРАТУРА

1. Чи може Україна випускати сучасні локомотиви [електронний ресурс] – Режим доступу: railexpo.ua.com › novyny , 05/02/2019.
2. Модернизация vs закупка. Как эффективнее закрыть потребность в локомотивах [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua › articles › , 11/02/2020.
3. Стало известно, сколько магистральных тепловозов у "Укрзализныци" на ходу [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua › news › ,03/03/2018.
4. Тепловоз 2TE116 – Вікіпедія [електронний ресурс] – Режим доступу: uk.wikipedia.org › wiki ›
5. Дела текущие [електронний ресурс] – Режим доступу: mikul-a.livejournal.com › , 05/03/2014.
6. Эстонский Operail и чешская CZ Loko модернизируют еще 6 американских тепловозов [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua › news › 14/01/2020.
7. В Германии, Польше и странах Балтии ж/д операторы идут по пути модернизации локомотивов, - эксперты [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua › news › 12/02/2020.
8. Матяш В. О. Підвищення ефективності роботи тепловоза серії 2TE116 шляхом його модернізації / В. О. Матяш, М. М. Бова // Залізничний транспорт України. 2018. № 1. С. 57-63. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2018_1_11.
9. Модернизация тягового подвижного состава [електронний ресурс] – Режим доступу: www.pkbct.ru › services ›

Yu. V. Yezhov

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute (DP "UkrNDIV")
33, I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

Yu. S. Pavlenko

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute (DP "UkrNDIV")
33, I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

S. M. Poluliakh

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute (DP "UkrNDIV")
33, I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
+38 (05366) 6 12 57, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

CONSIDERATIONS ON MODERNIZATION OF 2TE116 DIESEL LOCOMOTIVES IN UKRAINE

The paper presents the general information on the actual physical and moral condition of main locomotives fleet of JSC "Ukrainian Railways", the main directions of its renewal are determined, the urgency of modernization of locomotives type 2TE116 is substantiated, the history of construction, main design features and main technical characteristics of locomotive 2TE116 and its modification, information on the production and operation are specified, the general view of the locomotive 2TE116 and its individual modifications is shown, as well as information on the modifications of the above-mentioned locomotive constructed in different years and their designs are presented, the feasibility of renovation of the fleet of main freight locomotives JSC "Ukrainian Railways" by their modernization is substantiated, successful examples of joint complex modernization of locomotives in European countries resulting into the situation when countries receive mod-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ern rolling stock with completely replaced internal equipment are introduced, , the positive experience of modernization of 2TE116 locomotives during the last years is analyzed, the known projects of such modernization in Ukraine and Russia are described. Possible ways of modernization of 2TE116 diesel locomotives in the future due to complex modernization with prolongation of service life and equipment of locomotives of the specified type with modern facilities of known foreign world companies which provide high reliability, durability, economy and productivity with the involvement of domestic enterprises that can independently manufacture electric machines, compressors, wheel sets, braking and auxiliary equipment, etc. are defined. The paper suggests the algorithm of decision-making on modernization of the locomotive with prolongation of its operation accompanied by substantiation of economic expediency of modernization and its scope, using results of technical diagnostics of metal structure of the locomotive frame and bogie frames, results of scientific and experimental researches on definition of residual resource.

Keywords: *main-line diesel locomotive, modernization, extension of service life, residual life of metal structure*

REFERENCES

1. Can Ukraine produce modern locomotives [Chy mozhe Ukrayina vypuskaty suchasni lokomotyvy [electronic resource] –Available at: railexpoua.com ›novyny, 5 February, 2019.
2. Modernizaciya vs zakupka. Yak efektyvnishe zakryty potrebu v lokomotyvah. [Modernization vs purchase. How to more effectively close the need for locomotives] [electronic resource] - Available at: cfts.org.ua ›articles, 11 February, 2020.
3. Stalo vidomo, skilky mahistralnykh teplovoziv v "Ukrzaliznytsi" na khodu [It has become known how many main locomotives of Ukrzaliznytsia is running] [electronic resource] -Available at: cfts.org.ua ›news, 3 March, 2018.
4. Teplovoz 2TE116 [Diesel locomotive 2TE116] - Wikipedia [electronic resource]. Available at: uk.wikipedia.org
5. Spravy potochni [Current affairs] [electronic resource] Available at: mikul-a.livejournal.com ›, 5 March, 2014.
6. Estonskii Operail i cheshska CZ Loko modernizuiut shche 6 amerikanskykh teplovoziv [Estonian Operail and Czech CZ Loko upgrade 6 more American locomotives] [electronic resource] Available at: cfts.org.ua ›news, 14 January, 2020.
7. U Nimechchyni, Polshchi ta krainakh Baltii zh/d operatory idut po shliakhu modernyzatsii lokomotyviv, - eksperty [In Germany, Poland and the Baltic States, railway operators are on the path of modernization of locomotives, experts] [electronic resource] - Available at: cfts.org.ua ›news 12 February, 2020.
8. Matiash V.O. (2018), «Pidvyshchennia efektyvnosti roboty teplovoza serii 2TE116 shliakhom iogo modernyzatsii» [Improving the efficiency of the locomotive series 2TE116 through its modernization], Railway Transport of Ukraine, 1.
9. Modernyzatsiia tyagovogo rukhomogo skladu [Modernization of traction rolling stock] [electronic resource]. Available at: www.pkbct.ru ›services.