

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет Львівського інституту  
(назва факультету)

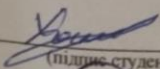

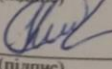
Кафедра «Рухомий склад залізниць і колія»  
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи  
бакалавра  
(ступінь вищої освіти)

на тему: Удосконалення системи експлуатації маневрових локомотивів у пункті обороту Самбір

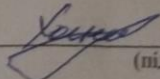
за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство  
зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ЛГ19117

Керівник:	 (підпис студента)	/ Святослав ХАНИК / (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	 (підпис)	/ доцент Ярослав БОЛЖЕЛАРСЬКИЙ / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
	 (підпис)	/ викладач Іван КРАВЕЦЬ / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

  
(підпис)

Львів – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of the Lviv institute

---

(faculty)

Railways rolling stock and track

---

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

bachelor

(higher education degree)

on the topic: Improving the system of operation of shunting locomotives at the Sambir turning point

---

according to educational curriculum Locomotives and locomotive economy

in the Speciality: 273 "Railway transport"

(speciality and its code)

Done by the student of the group: LG19117 / Sviatoslav KHANYK /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Yaroslav BOLZHELARSKYI /

(position, name, surname)





Normative controller :

/ lecturer Ivan KRAVETS /

(position, name, surname)

## ЗМІСТ

ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП .....	8
<b>1 РОЗРОБКА ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Загальні заходи з підвищення ефективності експлуатації маневрових локомотивів .....	10
1.2 Пропозиції щодо впровадження додаткових якісних показників використання маневрових локомотивів .....	12
1.3 Шляхи підвищення надійності маневрових локомотивів.....	16
<b>2 ПРОЕКТУВАННЯ ПТОЛ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ У ПУНКТІ ОБОРОТУ САМБІР .....</b>	<b>21</b>
2.1 Розрахунок показників ремонту та обґрунтування необхідності ПТОЛ.....	21
2.2 Розрахунок основних параметрів ПТОЛ.....	25
2.3 Загальні пропозиції з технічного оснащення ПТОЛ та організації його роботи .....	31
<b>3 ПРОПОЗИЦІЇ З МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ .....</b>	<b>34</b>
3.1 Удосконалення технологічного обладнання для проведення екіпування локомотивів .....	34
3.2 Модернізація верстата для обточування колісних пар.....	38
3.3 Удосконалення технології очищення масляних фільтрів.....	41
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....</b>	<b>46</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>48</b>

0041.190554.01.ВКР.ПЗ								
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Удосконалення системи експлуатації маневрових локомотивів у пункті обороту Самбір	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Святослав ХАНИК		10.06.22				
Консульт								
Перічник		Я. БОЛЖЕЛАРСЬКИЙ		10.06.22				
І. контр.		Іван КРАВЕЦЬ		17.06.22				
ав.каф.		Олена БАЛЬ		20.06.22				
<b>ЛІ УДУНТ</b>								

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(рівень освіти)

49 с., 7 рис., 2 табл., 0 додатків, 26 джерел.

Об'єкт розробки – система технічної експлуатації маневрових локомотивів.

Мета роботи – підвищення ефективності використання маневрових локомотивів шляхом організації пункту технічного огляду (ПТОЛ) у оборотному депо Самбір.

Методи дослідження – аналізу та синтезу, розрахунку параметрів пунктів технічного обслуговування локомотивів.

Проаналізовано систему технічної експлуатації маневрових локомотивів, які закріплені за пунктом обороту Самбір. Запропоновано впровадити нові якісні показники використання маневрових локомотивів. Розроблені шляхи підвищення надійності маневрових локомотивів. Запропоновано організувати ПТОЛ у пункті обороту Самбір. Розраховано основні технічні параметри ПТОЛ, запропоновано відповідне технічне оснащення.

Ключові слова: МАНЕВРОВІ ТЕПЛОВОЗИ, СИСТЕМА ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ, ПОКРАЩЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ

**ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АЛСН	Автоматична локомотивна сигналізація
ДНУЗТ	Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
ККД	Коефіцієнт корисної дії
ПНВТ	Паливний насос високого тиску
ПР	Поточний ремонт
ПТОЛ	Пункт технічного обслуговування локомотивів
СРСР	Бувше державне утворення, у яке входила Україна
ТМС	Технічний миючий засіб
ТО	Технічне обслуговування
ТРС	Тяговий рухомий склад
УДУНТ	Український державний університет науки і технологій

						Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Маневрова робота - це неминуча ланка процесу перевезень, що забезпечує фор-мування поїздів, розставлення вагонів під розвантаження та інші види операцій по обробці составів.

Приблизно четверта частина усіх витрат на сортувальних станціях і 25% усього експлуатаційного парку локомотивів припадає на маневрову роботу. Тому маневрова робота на станціях має значний вплив на процес перевезень і у значній мірі визначає його ефективність [1].

Маневрові локомотиви приписані до основних локомотивних депо, однак в силу специфіки роботи значна частка їх закріплена за оборотними депо, ПТОЛ, а окремі з них – за віддаленими станціями. Одним з таких оборотних депо, яке забезпечує маневрову роботу на значній кількості станцій західної частини Львівської області є оборотне депо Самбір.

Розвиток депо Самбір супроводжувався періодами злетів і падінь – від крупного основного депо, де проводився піднімальний ремонт паровозів до оборотного депо або й до періодів повного закриття.

У той же час депо розташоване у безпосередній близькості від двох прикордонних переходів і є важливим пунктом обороту як для поїзних локомотивів на лінії Львів-Ужгород так і для передаточних локомотивів, які здійснюють транскордонний рух на територію Польщі. Питання відновлення колишньої ремонтної потужності депо поставало неодноразово, а у теперішній час, у зв'язку з процесами євроінтеграції, набуло особливої актуальності. Депо Самбір у перспективі може стати важливим пунктом обороту локомотивів на лінії Держкордон - Самбір-Стрий-Чернівці-Держкордон, яка найкоротшим шляхом, в обхід Карпатських гір, сполучить Західну Європу з Південною.

Ефективність використання маневрових тепловозів аналізується у значній кількості робіт, серед яких слід виділили [2-8] та ін.

Гавриленком М.К. у роботах [3, 4] наведена методика визначення маневрових якостей тепловозів. Ці якості характеризуються: здатністю енергетичної мережі і системи керування забезпечити високу продуктивність і

						Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

високий ККД на несталих режимах, що характерні для маневрової роботи; прискорюючими і сповільнюючими зусиллями при виконанні окремих елементарних пересувань; зміною сили тяги при переходах з одного з'єднання тягових двигунів на інше; зручністю і простотою керування, швидкістю реверсування і безвідмовністю системи, що впливає на продуктивність праці і безпеку руху поїздів.

Також значна кількість робіт присвячена вирішенню задачі розробки систем і методів діагностування експлуатаційного стану тепловозів, що дозволяють своєчасно виявити, скоротити час на пошук і усунення несправностей.

Теоретичні положення та досвід використання діагностичних систем систематизовано у роботах вітчизняних авторів [9-16], за кордоном – [56-58].

В усіх цих роботах автори підтверджують актуальність питання підвищення ефективності використання маневрових тепловозів.

Таким чином можна стверджувати, що обрана тема випускної кваліфікаційної роботи є актуальною.

Метою даної дипломної роботи є підвищення ефективності використання маневрових локомотивів шляхом організації пункту технічного обслуговування (ПТОЛ) у оборотному депо Самбір. Для досягнення вказаної мети необхідно розробити проект критого пункту технічного обслуговування локомотивів та відповідні технологічні процеси, підібрати та удосконалити технологічне обладнання.

						Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

# 1 РОЗРОБКА ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ

## 1.1 Загальні заходи з підвищення ефективності експлуатації маневрових локомотивів

Маневрова робота на станціях здійснюється у відповідності до Правил технічної експлуатації залізниць України [3], технічно-розпорядчого акту і технологічного процесу станції і забезпечує своєчасне формування і розформування поїздів, причеплення і відчеплення вагонів, їх подачу, перестановку і прибирання після вантажних операцій з найменшою затратою часу і найкращим використанням маневрових засобів, але не за рахунок інших станційних процесів.

Тобто, технологія маневрової роботи повинна бути побудована таким чином, щоб забезпечити оптимальний режим роботи усієї станції у цілому.

Маневрова робота на станціях може бути класифікована по ряду ознак: складності, призначенню і характеру. При виконанні простих маневрів величина маневрового складу залишається незмінною, а при складних маневрах величина складу змінюється.

Вимірювачем об'єму маневрової роботи і продуктивності маневрових локомотивів є маневрова операція яка може складатися з декількох приблизно однорідних маневрових переміщень, що визначають призначення даної операції.

Маневрові операції складаються з піврейсів і рейсів. Маневровим піврейсом називається переміщення локомотива з вагонами чи одного локомотива без зміни напрямку руху. Маневровий рейс – це переміщення маневрового складу чи одного локомотива з однієї колії на іншу зі зміною напрямку руху.

Об'єм роботи, що виконується локомотивом на протязі доби не є величиною сталою не дивлячись на конкретизацію маневрового району чи виду роботи. Необхідно якомога точніше охарактеризувати об'єм роботи і з кількісної, і з якісної сторони.

						Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Кількісну оцінку об'єму роботи доцільно подавати як характерний набір піврейсів, що відображає або добовий об'єм роботи, або деякий елементарний об'єм, що багатократно повторюється на протязі доби.

Якісна оцінка об'єму роботи виражається в характеристиках піврейсів (довжині переміщення, масі маневрового составу, ухилі колії на довжині піврейсу), які встановлюються натурними спостереженнями, або шляхом моделювання маневрових процесів.

Безпосередньо з оцінкою об'єму роботи пов'язане визначення кількості вагонів, що приймають участь у маневрах. Для деяких видів робіт, наприклад розпуск составів з гірки чи розформування (формування) составів з витяжки, кількість вагонів, що затримуються при маневрових операціях, практично прямо пропорційна до об'єму роботи (дорівнює добутку середньої кількості вагонів в составі на кількість перероблених составів).

При змішаному характері роботи маневрового локомотива середня кількість вагонів, що приймає участь на протязі доби в маневрах, може бути визначена або за об'ємом переробки, або спеціальними дослідженнями. Тобто, техніко-економічним розрахункам повинні передувати вивчення умов проведення маневрів і обробка досить значної кількості даних, що дозволяють встановити необхідний об'єм роботи і кількість вагонів, що приймають участь на протязі доби в маневрах.

Не менш важливим є також розробка обчислювальних процедур, які б дозволяли визначати по встановленій розрахунковій одиниці маневрової роботи такі показники як чистий час переміщення на протязі доби, час роботи локомотива без тяги і затрати механічної роботи [4]

Стан та ефективність використання маневрових локомотивів залежать від рівня організації його технічної експлуатації, обслуговування та ремонту. Ефективність роботи кожної системи забезпечується якістю роботи її складових елементів.

Методи поліпшення системи технічної експлуатації маневрових локомотивів можна розділити на дві великі групи, які показані на листі

						Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

графічної частини: підвищення середньоексплуатаційної економічності тепловозів та покращення показників їх ремонту.

В сучасних умовах, коли оцінка якості функціонування локомотивного господарства все більше визначається економічними критеріями, значну увагу слід надавати паливній економічності локомотивів та їхній надійності.

Необхідно також відзначити, що загально прийнята система показників використання локомотивів не дозволяє повністю оцінити ефективність використання маневрових локомотивів. З усіх показників роботи депо маневрового руху стосуються лише декілька.

Експлуатаційні витрати в техніко-економічних розрахунках для маневрового руху відносять на кількість локомотиво-годин маневрової роботи. В той же час вимірювач „локомотиво-години” не оцінює роботу маневрового тепловоза. Він лише показує час знаходження локомотива в розпорядженні диспетчерського апарату. Вченими бувшого СРСР уже досить давно запропоновано експлуатаційні витрати у маневровому русі відносити на вимірювач  $10^4$  дотичних кінських сил на годину.

Зважаючи на вищесказане, у локомотивному депо Стрий для оцінки ефективності використання маневрових тепловозів пропонується впровадження та облік ряду додаткових показників, які розглянуті нижче.

## **1.2 Пропозиції щодо впровадження додаткових якісних показників використання маневрових локомотивів**

*Робота на ободі колеса (дотична робота).*

У праці В.С. Молярчука [17] зауважено, що спільним при розрахунку величини енергетичних затрат для тягових засобів є необхідність визначення кількості теплової чи електричної енергії, що компенсує механічну роботу, яка проводиться при переміщенні вантажів і пасажирів.

Дану роботу у загальному вигляді можна подати як:

						Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$A = \int_0^L R_i dL. \quad (1.1)$$

Якщо визначати роботу за годинний період і швидкість представити у км/год, а також прийняти для усієї ділянки середню величину опору  $R$ , то:

$$A_h = 1000 R v. \quad (1.2)$$

Робота, що виконується тепловозом, дорівнює добутку його потужності на час руху [17]. Уводячи в розрахункову формулу питому силу тяги отримаємо вираз для визначення дотичної роботи маневрового тепловоза:

$$A = \sum_{i=1}^n f_{kpi} \cdot Q \cdot v_{cpi} \cdot \Delta t_{pi}, \quad (1.3)$$

де  $n$  - кількість інтервалів інтегрування, на яких значення швидкості та питомих прискорюючих і сповільнюючих сил приймається сталим;

$f_{kpi}$  - питома сила тяги, Н/кН;

$Q$  - вага складу, кН;

$v_{cpi}$  - середня швидкість в інтервалі інтегрування, м/с;

$\Delta t_{pi}$  - приріст часу розгону, с.

Аналіз порядку проведення тягових розрахунків показує, що у кожному інтервалі інтегрування, значення швидкості та питомих прискорюючих і сповільнюючих сил залишаються величинами сталими і залежать від ваги складу  $Q$ , тобто для кожного інтервалу  $f_{kp} = f(Q)$ ,  $\Delta l_p = f(Q)$ ,  $\Delta t_p = f(Q)$ .

Наведені вище результати досліджень свідчать, що виконана маневровим тепловозом дотична робота є функцією багатьох змінних, і для її аналізу доцільно використати один із методів опису багатовимірних поверхонь.

						Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

У дотичну роботу на ободі колеса маневрового тепловоза перетворюється лише частина роботи дизеля. Взаємозв'язок між даними величинами описується залежністю:

$$A_{\text{диз}} = A + A_{\text{втр}}, \quad (1.4)$$

або

$$A_{\text{диз}} = \frac{E_{\text{ген}}}{\eta_{\text{ген}}} + E_{\text{допмаш}}, \quad (1.5)$$

де  $A_{\text{диз}}$  - робота дизеля, кВт·год;

$A$  - дотична робота тепловоза, кВт·год;

$A_{\text{втр}}$  - робота подолання втрат на привід допоміжних машин тепловоза, у головному генераторі та тягових електродвигунах, кВт·год.

$E_{\text{ген}}$  - кількість електроенергії, що вироблена головним генератором тепловоза, кВт·год;

$\eta_{\text{ген}}$  - ККД головного генератора;

$E_{\text{допмаш}}$  - кількість енергії, що затрачена на привід допоміжних машин, кВт·год.

$$A_{\text{втр}} = N_{\text{втр}} \cdot (t_{\text{зм}} - t_{\text{хн}}). \quad (1.6)$$

Для встановлення значення  $A_{\text{втр}}$  необхідне визначення потужності, що витрачається на привід допоміжних агрегатів тепловоза, ККД головного генератора та ККД тягових електродвигунів.

У загальному випадку ефективна потужність дизеля  $N_e$  є сумою наступних величин:

						Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$N_e = N_2 + N_{в.х.} + N_{в.д.} + N_k + N_3 + N_{доп.ген}, \quad (1.7)$$

де  $N_2$  - потужність, що споживається головним генератором, кВт;

$N_{в.х.}$  - потужність, що споживається вентиляторами холодильника, кВт;

$N_{в.д.}$  - потужність, що споживається вентиляторами охолодження тягових електродвигунів, кВт;

$N_k$  - потужність, що споживається компресором, кВт;

$N_3$  - потужність, що споживається збудником;

$N_{доп.ген}$  - потужність, що споживається допоміжним генератором.

Значення параметрів, що входять до виразу (1.7) визначаються за даними заводів-виробників.

Сумарна потужність допоміжних машин на низьких позиціях виявляється співставною по величині з потужністю, що розвивається на клеммах головного генератора. У технічній літературі, як правило, не наводяться дані про потужність допоміжних машин тепловоза та втрати потужності у передачі на низьких позиціях. В той же час потужність деяких допоміжних машин (наприклад компресора, вентиляторів охолодження тягових електродвигунів, вентилятора холодильника) значно залежить від технічного стану цих агрегатів, параметрів оточуючого середовища, умов роботи тепловоза і т.і. По причинах, що викладені вище, визначення ефективної потужності дизеля  $N_e$  за виразом (1.7) є коректним лише на режимах, близьких до номінального.

Значення ККД головного генератора та тягових електродвигунів змінюються у залежності від навантаження, режиму роботи, температури обмоток, можуть коливатися у значних межах, тому встановлення фактичних значень цих величин на практиці утруднене.

Я.В. Болжеларським у роботі [1] пропонується визначати фактичні сумарні втрати потужності на привід допоміжних агрегатів тепловоза та у тягових

						Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

електричних машинах шляхом співставлення питомої ефективної витрати палива, що розрахована за універсальними багатопараметровими характеристиками дизеля, та фактичної витрати палива. Даний метод також описаний у роботі [18].

#### *Годинна переробка вагонів*

Кінцевим продуктом роботи маневрового тепловоза є розформування деякої кількості составів, що прибувають на станцію на протязі певного часу. Виходячи з цього одиницею роботи маневрового тепловоза повинна бути прийнята годинна переробка вагонів  $n$ , ваг/год., яка являє собою кількість вагонів, які маневровий локомотив переробляє за одну годину. Визначення даного параметру є утрудненим, тому у теперішній час об'єм виконаної роботи у маневровому русі обліковується у локомотиво-годинах.

Безпосередньо з оцінкою об'єму роботи пов'язане визначення кількості вагонів, що приймають участь у маневрах. Для деяких видів робіт, наприклад розпуск составів з гірки чи розформування (формування) составів з витяжки, кількість вагонів, що затримуються при маневрових операціях, практично прямо пропорційна до об'єму роботи (дорівнює добутку середньої кількості вагонів в составі на кількість перероблених составів).

При змішаному характері роботи маневрового локомотива середня кількість вагонів, що приймає участь на протязі доби в маневрах, може бути визначена або за об'ємом переробки, або спеціальними дослідженнями. Тобто, техніко-економічним розрахункам повинні передувати вивчення умов проведення маневрів і обробка досить значної кількості даних, що дозволяють встановити необхідний об'єм роботи і кількість вагонів, що приймають участь на протязі доби в маневрах.

Від годинної переробки вагонів залежить норма витрати дизельного палива [19, 20].

						Арк.
						16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

### 1.3 Шляхи підвищення надійності маневрових локомотивів

Основним шляхом покращення показників надійності маневрових тепловозів є впровадження засобів технічної діагностики.

Технічне діагностування - це процес визначення технічного стану об'єкта діагностування з визначеною точністю, з вказівкою при необхідності місця, виду та причин дефектів. Поряд з підвищенням безвідмовності і ремонтпридатності діагностування збільшує також довговічність виробу, його ресурс, зменшує трудові витрати на обслуговування й ремонт.

Процес діагностування можна розглядати як специфічний процес керування, ціль якого - визначення технічного стану об'єкта для цілеспрямованих керуючих впливів на нього.

Об'єкт, засоби діагностування і, при необхідності, виконавці, що здійснюють діагностування за правилами, установленими відповідною документацією, утворюють систему технічного діагностування.

При діагностуванні варто розрізняти робочі впливи, що впливають на об'єкт при його функціонуванні (функціональне діагностування) і тестові впливи на об'єкт, що подаються тільки для цілей діагностування (тестове діагностування). Системи діагностування можуть бути локальні або загальні універсальні або спеціалізовані: убудованого діагностування або зовнішніх засобів; автоматичні, автоматизовані або ручні. Вбудовані засоби діагностування, розроблювальні на стадії проектування локомотивів, забезпечують безперервний контроль робочих або діагностичних параметрів устаткування локомотивів у процесі їхньої експлуатації. До таких засобів відносяться: амперметри, швидкостеміри, термометри.

Впровадження системи діагностування в практику обслуговування та ремонту тепловозів дозволяє істотно підвищити їхню експлуатаційну надійність, скоротити витрату паливо-енергетичних ресурсів.

Технічне діагностування тепловозів дає можливість визначити їхній стан не тільки в даний момент, але прогнозувати його. Рішення цієї задачі дає можливість перейти до технічного обслуговування та ремонту тепловозів по їх

						Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

технічному стані.

Як показує аналіз статистичних даних по локомотивному депо Стрий, а також робіт [2, 18], близько 50% відмов у тепловозів ЧМЗЗ приходить на дизель. Основні причини відмов: несвоєчасне та неякісне виконання поточного ремонту і технічного обслуговування; порушення режимів експлуатації; незадовільний відхід і недостатня кваліфікація локомотивних бригад при виявленні та усуненні несправностей; конструктивні недоліки і недостатня якість капітальних ремонтів, старіння тепловозного парку.

Відомо також, що найбільші трудові та матеріальні витрати при усуненні відмов також приходить на дизель. Пошук і усунення несправностей в дизелі займає 50-80% загального часу простою тепловоза в ремонті. У зв'язку з цим особливу важливість здобуває прогнозування залишкового ресурсу вузлів і систем дизеля, а також своєчасне виявлення їхнього критичного робочого стану.

З погляду теорії діагностики дизель являє собою енергомеханічний однофункціональний об'єкт діагностування безперервної дії, що може бути представлений у виді блокової функціональної моделі. Ця модель побудована на основі причинно-наслідкових зв'язків функціональних експлуатаційних параметрів дизеля в цілому (потужність -  $W_e$ , частота обертання -  $n_o$ , питома витрата палива -  $b_e$ ) і функціональних параметрів його підсистем.

Якість роботи тепловозних дизелів визначається, у першу чергу, характером протікання сумішоутворення, згоряння й розширення. Ці процеси, у свою чергу, як було показано вище, залежать від технічного стану паливної апаратури, циліндро-поршневої групи і газорозподільного механізму. Саме на ці системи й механізми припадає найбільша кількість відмов. Несправності цих систем і механізмів приводять до підвищення витрат палива, збільшення шкідливих викидів в навколишнє середовище, утрудненого впуску повітря, підвищеного зношення цих та інших систем дизеля.

При аналізі даних непланових ремонтів локомотивного депо, виявлено, що несправності циліндрових втулок складають близько 20 % від загального числа

						Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

відмов по дизелю. Основним з них є: тріщини в тілі втулки і по адаптерному отвору, тріщини в сорочці втулки. Причинами цих несправностей є: порушення теплового режиму роботи дизеля, збільшення корозії, ерозії та відкладення накипу у водяній порожнині.

Несправності системи повітропостачання складають більше 9 % від числа відмов по дизелю, а несправності паливної апаратури складають більше 10 % числа відмов.

Несправності паливної апаратури, викликані зміною регулювальних характеристик паливних насосів високого тиску (ПНВТ) і форсунок, а також зношенням робочих поверхонь їхніх деталей, значною мірою змінюють потужність і економічні показники роботи тепловоза.

Неоднакове зношення плунжерних пар і нагнітальних клапанів паливних насосів високого тиску збільшує нерівномірність подачі палива по циліндрах, що приводить до різних навантажень циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму.

На техніко-економічні й експлуатаційні показники роботи тепловозних дизелів значний вплив має також стан деталей газорозподільного механізму, що визначає якість процесів сумішоутворення, згоряння і розширення в циліндрах.

Основна вимога до газорозподільного механізму - це забезпечення правильного кінематичного зв'язку деталей, їхня нормальна взаємодія, що гарантує стабільність фаз газорозподілу. При зносі деталей і всякого роду розрегулюваннях зазначені вимоги не забезпечуються і, отже, такі показники та параметри дизеля, як потужність, витрати палива, термін служби клапанів погіршується.

Як відомо «ресурс» дизеля до капітального ремонту визначається зносом деталей циліндро-поршневої групи. Циліндрові втулки, поршні і кільця одночасно піддаються абразивно-механічному, корозійно-механічному і молекулярно-механічним видам зношення.

Технічний стан циліндро-поршневої групи впливає на протікання процесів сумішоутворення, горіння й розширення. Зношення циліндро-поршневої групи

						Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

зменшує потужність дизеля, приводить до збільшення витрат палива, шкідливих викидів, зменшення щільності циліндрів, прориву газів у картер, підвищеній витраті дизельного масла, попадання палива в масло.

Аналіз літературних джерел, присвячених діагностуванню дизелів [9, 11, 12] дозволив зробити висновок, що найбільша кількість інформації про технічний стан дизелів несуть у собі індикаторна діаграма, діаграма зміни тиску в паливній системі високого тиску, температура відпрацьованих газів, а також такі інтегральні параметри, як потужність і питомі витрати дизельного палива. Усі ці параметри залежать від ряду факторів, які можна розбити на дві групи:

- фактори, які зазнають суттєвих змін при експлуатації (кут випередження подачі палива, фізико-хімічні властивості палива, тиск затягування голки форсунки, нерівномірність подачі палива паливними насосами високого тиску, якість роботи газорозподільного механізму, число обертів колінчатого вала дизеля та ін.);

- фактори, що практично не змінюються в експлуатації (ступінь стиску, розміри циліндра, співвідношення діаметру циліндра й ходу поршня, закон руху поршня, тактність, співвідношення фаз газорозподілу, параметри системи охолодження двигуна та допоміжних систем ).

Для вивчення впливу умов експлуатації на перераховані фактори, необхідно виявити ті несправності і відмови, що найбільше впливають на нормальне протікання робочого процесу в циліндрах дизеля.

Кожна конкретна несправність впливає на роботу двигуна по різному, наприклад, у міру збільшення обертів колінчатого валу або навантаження кількісна характеристика несправності, виражена в діагностичному параметрі, може збільшуватись або зменшуватись.

						Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		



Таблиця 2.1 - Міжремонтні терміни та простой у ремонтах для тепловозів ЧМЭЗ

Показник	Значення по видах ремонту та ТО						
	ТО-2	ТО-3	ПР-1	ПР-2	ПР-3	КР-1	КР-2
Міжремонтний термін	72 год	45 діб	8,5 міс	-	30 міс	8,5 р	17 р
Простій у ремонті	1,5 год	12 год	24 год	4 доби	6 діб	25 діб	30 діб

Примітка: необхідність виконання тепловозам ПР-2 визначається комісією депо враховуючи фактичний стан шатунно-поршневої групи дизеля.

Річну програму ремонту маневрових локомотивів визначають по формулах:

$$M_{\text{КР-2}} = \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{КР-2}}}; \quad (2.1)$$

$$M_{\text{КР-1}} = \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{КР-1}}} - \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{КР-2}}}; \quad (2.2)$$

$$M_{\text{ПР-3}} = \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{ПР-3}}} - \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{КР-1}}}; \quad (2.3)$$

$$M_{\text{ПР-1}} = \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{ПР-1}}} - \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{ПР-3}}}; \quad (2.4)$$

$$M_{\text{ТО-3}} = \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{ТО-3}}} - \frac{M_{\text{ман}}}{T_{\text{ПР-1}}}, \quad (2.5)$$

де  $M_{\text{ман}}$  –кількість маневрових локомотивів,  $M_{\text{ман}} = 14$  од.;

						Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$T_{KP}, T_{PP}, T_{TO}$  – установлені міжремонтні строки для кожного виду ремонту, років.

Проведемо розрахунок по річній програмі ремонту маневрових локомотивів, закріплених за оборотним депо Самбір:

$$M_{KP-2} = \frac{14}{17} = 0,82 \text{ лок.};$$

$$M_{KP-1} = \frac{14}{8,5} - \frac{14}{17} = 0,82 \text{ лок.};$$

$$M_{PP-3} = \frac{14}{2,5} - \frac{14}{8,5} = 3,95 \text{ лок.};$$

$$M_{PP-1} = \frac{14}{0,71} - \frac{14}{2,5} = 14 \text{ лок.};$$

$$M_{TO-3} = \frac{14}{0,123} - \frac{14}{0,71} = 94,1 \text{ лок.};$$

$$M_{TO-2} = \frac{14}{0,00822} - \frac{14}{0,123} = 1589 \text{ лок.}$$

Фронтом ремонту називається кількість локомотивів що одночасно перебувають у даному виді ремонту. Фронт ремонту обчислюється по формулі:

$$f_i = \frac{M_i \cdot t_i}{D_p}, \quad (2.6)$$

де  $M_i$  – річна програма одного виду ремонту;

						Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$t_i$  – простій локомотива на ремонті даного виду, діб (приймаємо згідно з табл. 2.1);

$D_p$  – розрахункова кількість робочих днів у році.

Проведемо розрахунок фронту ремонту по заданих видах ремонту

$$f_{KP-2} = \frac{0,82 \cdot 30}{365} = 0,0674 \text{ лок.};$$

$$f_{KP-1} = \frac{0,82 \cdot 25}{365} = 0,0561 \text{ лок.};$$

$$f_{PP-3} = \frac{4 \cdot 6}{260,4} = 0,0922 \text{ лок.};$$

$$f_{PP-1} = \frac{14,1 \cdot 1}{260,4} = 0,0541 \text{ лок.};$$

$$f_{TO-3} = \frac{94,1 \cdot 0,5}{365} = 0,129 \text{ лок.};$$

$$f_{TO-2} = \frac{1589 \cdot 0,0625}{365} = 0,272 \text{ лок.}$$

Визначаємо відсоток несправних маневрових локомотивів у деповському ремонті  $\alpha_{ден}$ , %:

$$\alpha_{ден} = \frac{f_{PP-3} + f_{PP-1} + f_{TO-3}}{M_{ман}} \cdot 100, \quad (2.7)$$

						Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$\alpha_{\text{ден}} = \frac{0,0922 + 0,0541 + 0,129}{14} \cdot 100 = 1,97\%.$$

Визначаємо відсоток несправних маневрових локомотивів у заводському ремонті  $\alpha_{\text{зав}}$ , %:

$$\alpha_{\text{зав}} = \frac{f_{\text{КР-2}} + f_{\text{КР-1}}}{M_{\text{МАГ}}} \cdot 100, \quad (2.8)$$

$$\alpha_{\text{зав}} = \frac{0,0674 + 0,0561}{14} \cdot 100 = 0,88\%.$$

Визначаємо загальний відсоток несправних маневрових локомотивів для оборотного депо Самбір  $\alpha_{\text{заг}}$ , %:

$$\alpha_{\text{заг}} = \frac{f_{\text{КР-2}} + f_{\text{КР-1}} + f_{\text{ПР-3}} + f_{\text{ПР-1}} + f_{\text{ТО-3}}}{M_{\text{ман}}} \cdot 100, \quad (2.9)$$

$$\alpha_{\text{заг}} = \frac{0,0674 + 0,0561 + 0,0922 + 0,0541 + 0,129}{14} \cdot 100 = 2,85\%.$$

## 2.2 Розрахунок основних параметрів ПТОЛ

*Визначення кількості ремонтних позицій.* При стаціонарному методі ремонту необхідна кількість ремонтних позицій ПТОЛ визначається у залежності від річної програми ремонту та часу знаходження у ремонті за формулою [25]:

$$A_i = \frac{M_i}{D_p} \cdot \frac{t_i}{24} \cdot \psi, \quad (2.10)$$

						Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

де  $\psi$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність постановки локомотивів на ремонт, приймаємо  $\psi = 1,2$ ;

$$A_{\text{ГО-2}} = \frac{1589}{365} \cdot \frac{0,0625}{24} \cdot 1,2 = 0,01 \text{ поз};$$

$$A_{\text{ГО-3}} = \frac{94,1}{365} \cdot \frac{0,5}{24} \cdot 1,2 = 0,01 \text{ поз.}$$

Як видно з результатів розрахунку, для проведення ГО-3 та ГО-2 маневрових локомотивів у проектуваному ПТОЛ достатньо передбачити дві позиції.

*Розрахунок розмірів цеху.* Довжина будівлі ПТОЛ при встановленні двох тепловозів на одну колію:

$$L_{\text{здПТОЛ}} = 2l_{\text{лок}} + 2(a + b) + c + e, \quad (2.11)$$

де  $l_{\text{лок}}$  – довжина локомотива по осях автозчепів, для ЧМЭЗ  $l_{\text{лок}} = 17,22$  м

$a$  – відстань від осі автозчепу до краю канави,  $a = 1,2$  м;

$b$  – відстань від краю канави до торцевої стіни, приймемо  $b = 3$  м;

$d$  – відстань від візка до осі автозчепу локомотива, приймемо  $d = 1$  м;

$c$  – половина окружності колеса локомотива, приймемо  $c = 2$  м;

$e$  – відстань між локомотивами, що встановлені на одній колії,  $e = 2$  м.

$$L_{\text{здПТОЛ}} = 2 \cdot 17,22 + 2(1,2 + 3) + 2 + 2 = 46,8 \text{ м.}$$

За умовами уніфікації споруд довжина будівлі ПТОЛ повинна бути кратною 6 або 12 м. Приймемо довжину будівлі  $L_{\text{здПТОЛ}} = 48$  м.

						Арк.
						26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Оскільки у оборотному депо Самбір проходять технічне обслуговування ТО-2 також і магістральні тепловози 2М62 передбачимо для них окрему колію ПТОЛ також з двома ремонтними позиціями (по одній на кожен секцію).

Ширину будівлі ПТОЛ приймемо згідно норм уніфікації споруд  $B_{з\text{дПТОЛ}} = 24$  м. Відстань між коліями приймемо згідно рекомендацій [25] 6 м.

За результатами розрахунку розроблено проект ПТОЛ, наведений на листі графічної частини.

*Визначення добової витрати енергоресурсів.* Розрахунок потреб палива для депо визначається на підставі добової витрати дизельного пального маневровими тепловозами по формулі

$$E_{n.\text{доб}}^M = M_e^M \cdot e_{\text{дн}}^M \cdot t_M \cdot 10^{-3}, \quad (2.12)$$

де  $e_{\text{дн}}^M$  – норма витрати дизельного палива в маневровому русі, для тепловозів ЧМЭЗ оборотного депо Самбір  $e_{\text{дн}}^M = 21$  кг/год;

$t_M$  – тривалість роботи маневрового локомотива за добу,  $t_M = 23,5$  год.

$$E_{n.\text{доб}}^M = 14 \cdot 21 \cdot 23,5 \cdot 10^{-3} = 6,91 \text{ т.}$$

*Визначення місткості паливного складу.* Запас палива визначається по формулі:

$$E_{\text{зан}} = K_m \cdot E_{n.\text{доб}} \cdot T_{\text{зан}} + E_{n.\text{дор}}, \quad (2.13)$$

де  $K_m$  – температурний коефіцієнт, який враховує збільшення витрат палива в зимовий період,  $K_m = 1,05$  [4];

$T_{\text{зан}}$  – кількість днів, на які передбачається запас, приймем  $T_{\text{зан}} = 30$  діб;

						Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$E_{n.дор}$  – запас дизельного пального, який являється резервом дороги, прийємо 10% від розрахованого запасу.

$$E_{зан} = 1,05 \cdot 6,91 \cdot 30 + 1,05 \cdot 6,91 \cdot 30 \cdot 0,1 = 239 \text{ т.}$$

Загальний об'єм запасу дизельного пального, м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{E_{зан}}{\rho}, \quad (2.14)$$

де  $\rho$  – густина палива, прийємо  $\rho = 0,83 \text{ т/м}^3$ .

$$V = \frac{239}{0,83} = 288 \text{ м}^3.$$

У теперішній час резервуарний парк оборотного депо Самбір складається з чотирьох резервуарів – двох для дизельного палива та двох для дизельного масла.

Усі резервуари для дизельного палива наземного типу, горизонтального розташування, циліндричної форми зі сферичними днищами. Сумарний об'єм резервуарів для зберігання дизельного палива становить 535,9 м<sup>3</sup>, що достатньо для забезпечення планованого об'єму перевезень та маневрової роботи.

Нами пропонується повна реконструкція екіпірувального господарства депо Самбір. План пункту екіпірування наведений на листі 4.

*Визначення потреб дизельного масла.* Дизельне масло на експлуатацію локомотивів нормується у відсотках від витрати дизельного пального. Добова витрата масла, кг  $i$ -ої серії тепловозу визначається по формулі:

$$E_{д.м.доб} = \sum E_{n.доб.i} \cdot 0,01e_{д.м.i}, \quad (2.15)$$

						Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

де  $e_{\text{д.м.і}}$  – норма витрат дизельного масла тепловозами  $i$ -ої серії для експлуатаційних потреб (у%) від витрати дизельного пального,  $e_{\text{д.м.і}} = e_{\text{д.м.і}} = 1,5\%$  для ЧМЭЗ.

$$E_{\text{д.м.доб}} = 6,91 \cdot 0,01 \cdot 1,5 = 0,104 \text{ т.}$$

*Визначення потреб піску.* Для маневрових локомотивів використаємо норму витрати піску  $0,07 \text{ м}^3$  на один локомотив в добу. Загальна добова витрата піску маневровими локомотивами буде:

$$P_{\text{м}} = 0,07 \cdot 14 = 0,98 \text{ м}^3.$$

У відповідності до норм технологічного проектування сирий пісок складається на відкритій площадці біля будівлі піскосушилки. Корисну ємність складу сирого піску визначають по створюваному на зимовий період запасу у відповідності з добовою витратою:

$$W = 30,4 \cdot P_{\text{м}} \cdot M \cdot \alpha \cdot h, \quad (2.16)$$

де  $M$  – кількість місяців запасу, прийmemo  $M = 4$

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує відходи сирого піску при його переробці і витрати на господарчі потреби депо,  $\alpha = 1,15$ ;

$h$  – коефіцієнт збільшення витрати піску локомотивами в зимовий період по відношенню до середньорічного, прийmemo  $h = 1,3$ ;

30,4 – розрахункова кількість діб у місяці [24].

$$W = 30,4 \cdot 0,98 \cdot 4 \cdot 1,15 \cdot 1,3 = 178 \text{ м}^3.$$

						Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

*Визначення потреби охолоджуючої води.* Норма витрати охолоджуючої води для маневрових тепловозів буде складати:

$$B_m = e_e^m \cdot M_e, \quad (2.17)$$

де  $e_e^m$  – норма витрати води для маневрових тепловозів,  $e_e^m = 10$  л/добу.

$$B_m = 10 \cdot 14 = 140 \text{ л/добу.}$$

*Розробка графіка екіпірування локомотивів.* Екіпіруванням називається комплекс операцій по підготовці локомотива до чергового рейса і постачання його матеріалами, що забезпечують нормальне функціонування агрегатів. До екіпірувальних операцій відносяться: постачання тепловоза паливом, водою, піском, мастильними й обтиральними матеріалами; підготовка до рейсу - зовнішнє очищення й обмивка локомотива, обдування тягових електродвигунів і електричної апаратури. Більшість екіпірувальних операцій приурочується до моменту проведення чергового технічного обслуговування ТО-2 і ТО-3 і перебування тепловоза в основному чи оборотному депо. Лише такі операції, як піскопостачання і паливопостачання, при необхідності можуть виконуватися також на проміжних дільничних станціях.

На екіпірувальні операції затрачається до 15% часу обороту тепловоза, і скорочення цього часу збільшує корисну роботу локомотивів, підвищує ефективність їхнього використання. Середня тривалість екіпірувальних операцій для однієї секції тепловоза ЧМЭЗ (без врахування часу на переміщення локомотива по екіпірувальних коліях) наведена у табл. 2.1.

Паливопостачання, постачання піском, водопостачання і постачання мастильними й обтиральними матеріалами можуть сполучатися за місцем і часом [21-23]. Графік екіпірування наведений на рис. 2.1.

						Арк.
						30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Тривалість екіпірувальних операцій для тепловоза ЧМЭЗ

Назва операції	Тривалість, хв
Постачання дизельним паливом	13 - 15
Забезпечення мастильними та обтиральними матеріалами	4
Заливання охолоджуючої води	10
Завантаження піску	4 - 5
Очищення, обмивання	10 - 20

Операція	Тривалість операції, хв	Час, хв						
		5	10	15	20	25	30	35
Приймання і здавання	30	X	X	X	X	X	X	X
Набір масла	5	X						
Набір палива	10		X	X				
Набір води	10			X	X	X		
Змащення	15		X	X	X			
Набір піску	10					X	X	
Перевірка АЛСН	5							X
Загальний час просою	35	X	X	X	X	X	X	X

Рисунок 2.1 – Графік екіпірування однієї секції тепловоза ЧМЭЗ на ПТОЛ станції Самбір

### 2.3 Загальні пропозиції з технічного оснащення ПТОЛ та організації його роботи

За результатами розрахунку основних параметрів ПТОЛ у оборотному депо Самбір для виконання технічного обслуговування ТО-2 передбачаємо комплексну бригаду у складі 11-12 слюсарів другого-червертого розряду, очолювану майстром.

Для високоякісного виконання технічного огляду локомотивів у встановлені терміни, вирішальне значення має наявність на пункті технічного огляду необхідного технологічного оснащення, незнижуваного мінімуму запасних частин і матеріалів, а також підтримка їх на встановленому рівні.

Дослідження, виконані по вивченню і узагальненню досвіду роботи кращих пунктів технічного огляду (ПТО) локомотивів, виявили необхідність впровадження на пунктах технічного огляду ряду спеціальних пристроїв. До них, в першу чергу, відносяться пристрої обмивки та обдування, які повинні розміщуватися перед оглядовими канавами пунктів технічного огляду [21-23, 25].

Оглядові канали ПТОЛ будуть обладнані низьковольтним освітленням і пристроєм для його автоматичного включення і виключення, мережею очищеного стиснутого повітря для обдування устаткування локомотивів, трубопроводом для централізованої заправки мастилом моторно-осьових підшипників.

У приміщенні ПТОЛ передбачаємо джерела постійного струму зниженої напруги (не більше 250 В) для введення і виведення локомотивів, живлення тягових електродвигунів при зачищуванні колектора; постійного струму напругою 50 В для перевірки кіл управління, освітлення, зарядки акумуляторних батарей, підключення електрогайковертів для відкручування болтів гальмівної тяги; постійного струму напругою 75 В для зарядки акумуляторної батареї тепловоза; змінного струму напругою 380 В для приведення в дію електродомкратів, приводів воріт та інших механізмів.

У ПТОЛ передбачаємо пости зварювання та пристосування для перевірки дії АЛСН, електродомкрати вантажопідйомністю 35 т і гідравлічні домкрати з пневматичним приводом.

Зміна гальмівних колодок, особливо взимку, є досить трудомістким процесом. Тому нами пропонується максимально механізувати процес відкручування і закручування гвинтів гальмівної тяги за допомогою електричних гайковертів стаціонарного і пересувного типу.

						Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

З метою підвищення продуктивності і забезпечення охорони праці на ПТОЛ передбачаємо оглядові майданчики, що розміщуються по всій довжині стійл — ремонтних позицій. Ці майданчики будуються на висоті 1,9 м від головки рейки (для зручного входу в кузов локомотива). На висоті 4 м передбачаємо майданчики для обслуговування дахового устаткування, які забезпечені запобіжними бар'єрами на рівні даху локомотива.

Передбачаємо заглиблення підлоги на 0,55 м від головки рейки. Освітлення оглядових каналів на пунктах технічного огляду виконуємо посиленням до 150 лк.

Нами пропонується також підведення системи дистильованої (підготовленої) води до колонок, розміщених між оглядовими каналами, а також укладання трубопроводу від водопідготовчої установки до оглядових стійл для доливки охолоджуючої води в систему дизелів тепловозів.

На ПТОЛ передбачаємо пристрої для сушіння тягових електродвигунів після відстою локомотивів при низьких температурах більше однієї години, а також автоматичну електронну установку для повного контролю стану електроустаткування і електричних кіл (перевірка цілісності електричної ізоляції і вимірювання величини її опору).

Збільшення об'єму і ускладнення характеру робіт з технічної підготовки локомотивів до роботи обумовлюють необхідність істотного поліпшення оперативного керівництва і здійснення безперервного контролю з боку чергового по депо за виконанням графіка екіпіровки і технічного огляду і підготовки локомотивів до експлуатації. В цьому випадку, окрім широкого використання двостороннього радіозв'язку, вельми ефективним засобом може бути контроль з боку чергового по депо за роботою екіпірувального і ремонтного персоналу по телебаченню.

У робочому приміщенні чергового по депо доцільно мати шість — вісім телевізійних екранів для фіксації наступних зображень: екіпірувальних позицій (два плани); колій заходу, виходу і відстою (три плани); обмивальних і поворотних пристроїв; стійл для огляду локомотивів [2].

						Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## **3 ПРОПОЗИЦІЇ З МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ**

### **3.1 Удосконалення технологічного обладнання для проведення екіпірування локомотивів**

Екіпіруванням називається комплекс робіт по постачанню локомотивів паливом, змащувальними маслами і обтиральними матеріалами, піском, водою а також по зовнішньому очищенню (обмиванню) локомотивів і обдуванню тягових електродвигунів і електричної апаратури тепловозів [21-23].

Нами пропонується створення об'єднаного пункту екіпірування та технічного огляду у оборотному депо Самбір згідно рекомендацій, наведених у [26]. Операції екіпірування і технічного огляду тепловозів будуть поєднані по місцю і часу і регламентовані графіком технологічного процесу.

Графік технологічного процесу екіпірування розроблений на основі хронометражу операцій з урахуванням графіка технічного огляду і оснащеності пункту екіпіровки.

У склад екіпірувального господарства оборотного депо Самбір будуть входити пристрої для зливу, зберігання, підігріву і подачі дизельного палива та масла на тепловоз; для зберігання і видачі обтиральних матеріалів; для сушіння, зберігання піску і механізованої його подачі; пристрої для приготування і подачі води для охолодження дизелів тепловозів; пристрої для приготування води для заправки акумуляторних батарей; пристрої по обмиванню і продуванню тепловозів, а також оглядові канали для огляду ходових частин.

Для скорочення капітальних витрат і експлуатаційних витрат при проектування екіпірувальних пристроїв оборотного депо Самбір виконувались наступні основні вимоги.

- забезпечити компактність екіпірувального господарства і максимально скорочувати протяжність транспортних комунікацій (трубопроводів, шляхів подачі цистерн під злив нафтопродуктів і т. д.);

						Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- організувати потокове переміщення локомотивів в процесі екіпіровки без зворотних заїздів і без зустрічних рухів;

- дотримувати правил і норми будівельного проектування.

Розміщення комплексу екіпірувальних пристроїв в депо передбачено з таким розрахунком, щоб витрата часу на екіпіровку локомотивів була найменшою і забезпечувалися нормальні умови праці, а також вимоги протипожежної безпеки. Нами передбачається виконання на одній позиції усього об'єму екіпірувальних операцій, окрім обмивання.

Для прискорення процесів підготовки локомотивів до роботи важливе значення мають механізація і автоматизація екіпірувальних процесів.

З метою удосконалення процесу екіпірування локомотивів нами пропонується впровадити у локомотивному депо Самбір автоматизований екіпірувальний комплекс (рис. 2.2)

Екіпірувальний комплекс працює наступним чином. На рамі установки 15 зварної конструкції встановлений візок 21, що переміщається по ходових коліях (швелер №8) за допомогою горизонтально вбудованого в його раму гідроциліндра 20. При цьому шток гідроциліндра 20 сполучений шарнірно з упорною стійкою 22, привареною до рами установки.

На рамі візка змонтовані: паливозаправочний пістолет 18, встановлений під кутом 35° до горизонту за допомогою самоцентрируючої направляючої 17 і гідроциліндра 19; штанга контрольна 11 із закріпленням на ній кінцевим вимикачем 12, переміщається в двох квадратних направляючих за допомогою гідроприводу 23; масло- і водозаправочні пістолети 4 і 6, що мають єдиний гідропривід 24. Водо- і маслоприймачі 5, 9 закріплені на паливному баку за допомогою швелера №18. Крім того, до патрубку горловини паливного бака приварена у вертикальному і фіксованому (відносно отвору) положенні сталеві пластина 13 (базовий упор). Пістолети масла і води мають однакову конструкцію. Екіпіровка проводиться таким чином. Тепловоз встановлюється по відношенню до вихідної позиції екіпірувальної установки в межах фіксованої "червоної смуги" на візку шириною 270 мм, що відповідає вимозі

						Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$X = 80-350$  мм. При подачі команди на заправку штанга контрольна 11 з датчиком 12 висувається у бік паливного бака, у кінці ходу датчиком переміщення подається наступна команда на переміщення візка уздовж тепловоза до зіткнення з упором 13. Це відповідає умові стикування. Контроль щільності стикування масло- і водозаправного пістолетів забезпечується завдяки блокувальним пристроям.

Граничний рівень води в розширювальному баку відстежується контрольним водоприймачем 5, рівень масла в картері дизеля - за допомогою спеціального датчика, сигнал від якого передається до установки за допомогою електромагніту 10 і геркона 8. Повернення візка в початкове положення здійснюється в зворотній послідовності. Модернізація тепловозів без особливих утруднень може бути виконана як в умовах заводу, так і у великих депо. Тепловози нових проектів повинні відповідати умовам автоматизованої заправки не лише паливом, маслом і водою, але і піском.

Одним з елементів установки для автоматизованого екіпірування є водозаправний пристрій (рис. 2.3). Пристрій встановлюється на рамі тепловоза 1 із закріпленням на ній водоприймачем 2, що має два глухі технологічні отвори 3 для зборки з рамою 1. У корпусі 4 водозаправного пістолета (у циліндричній частині) по ковзаючій посадці встановлений поршень (клапан) 5, який за допомогою різьби сполучений зі штуцером 6 підведення охолоджуючої води, включає гвинт 7, пружину 8, клапан кульковий 9.

Поршень 5 підпирається пружним елементом (пружиною) 11 та упором 12. Упор 12 пов'язаний з регульованим гвинтом 13. Гвинт-фіксатор 14, пов'язаний різьбою з поршнем 5, який визначає його граничне положення. Щільність стикування забезпечують гумові кільця 15, встановленні відповідно в кінчному водоприймачу 2 і підпружиненому поршні 5. Датчик 16 контролю стикування закріплений на кільцевій площині конусної частини 4 корпусу пістолета. Штуцер 17 із зворотним клапаном сполучає водоприймач конусний 2 з рамою 1 тепловоза.

						Арк.
						36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Пристрій стикування водозаправного пістолета з тепловозом (системою охолодження дизеля) працює таким чином. Заздалегідь тепловоз з конічним водоприймачем 2 фіксується на позиції екіпіровки (заправки паливом, водою і маслом) відносно пересувного візка з приводним водозаправним пістолетом. При цьому консольна підвіска приводу забезпечує можливість самоцентрування пістолета відносно водоприймача, завдяки конусній частині 4 корпусу. У початковому положенні конусна частина 4 корпусу пістолета знаходиться на відстані 150 мм від водоприймача 2 тепловозу. На рис. 2.2 цей пристрій показаний в проміжному положенні, тобто між початковим положенням і кінцем стикування.

Після подачі команди на стикування пістолет переміщається у бік водоприймача і, стикаючись відповідними конічними поверхнями, упирається кільцевою площиною конічної частини 4 в раму 1 тепловоза. При цьому контактний датчик 16 подає команду на відключення приводу пістолета. Одночасно в процесі руху пістолета підпружинений поршень (клапан) 5 через ущільнення (гумові кільця) 15 притискається до водоприймача 2. При цьому поршень 5 в процесі руху пістолета, долаючи силу пружності пружини 11, віджимається назад, забезпечуючи досить щільний контакт водозаправного пістолета з водоприймачем тепловоза. Завдяки гвинту-фіксатору 14 запобігається можливість повороту поршня 5 навколо своєї осі, що виключає зовнішнє тертя гумових кілець і в результаті підвищується надійність стикування. Необхідна щільність контакту ущільнення гумових кілець досягається за допомогою регульованого затягування болтом 13. При цьому спрацьовування датчика 16 контролю стикування забезпечує подачу рідини під тиском при віджатому кульковому клапані 9, через осьовий канал поршня 5, штуцер водоприймача із зворотним клапаном - в систему охолодження дизеля. Команда на зворотний хід пістолета подається після досягнення заданого рівня води в розширювальному баку тепловоза. При цьому перевищення допустимого рівня в баку призводить до появи рідини у вистовій трубці

						Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

тепловоза, яка створює гальванічний зв'язок в контактах датчика рівня, також пов'язаного з привідним візком.

Іншим необхідним елементом проекрованої системи автоматичного екіпірування є автоматичний паливозаправочний зливний пристрій (рис. 2.4). Пристрій містить корпус 1 у вигляді труби з вікном зливу, поплавцевий датчик 2 рівня з постійним магнітом, встановлений в стакані 3, сполучений зі штуцером 4. Усередині штуцера розміщений кабель 5, що фіксується гайкою 6, виводи проводів 7 якого пов'язані з герметичним контактом 8, укріпленим через еластичні прокладки на штуцері 4 за допомогою різьбової втулки 9. На верхньому торці поплавця 2 укріплений постійний магніт 10. На корпусі 1 рухомо встановлена намагнічена втулка 11 з фіксатором 12, пружиною 13, що притискається до корпусу і гвинтом 14, вбудованим усередині ручки 15. Корпус у верхній частині з'єднаний з живлячим паливопроводом 15. У нижній частині стакана 3 є отвори, що сполучають порожнину паливного бака з демпферною камерою 17.

Пристрій працює наступним чином. Переміщенням втулки 11 з ручкою 15 уздовж корпуса 1 фіксатор 12 встановлюють на заданій відстані від герметичного контакту 8, що відповідає рівню заправки палива в бак. Наконечник вставляють в бак, при цьому намагнічена втулка 11 щільно притискається до горловини, і включають органи подачі палива. Паливо через паливопровід 16 і корпус 1 поступає в бак і поплавець 2 починає підніматися. При дотиканні постійного магніта 10 з герметичним контактом 8, останній замикається і органи паливоподачі припиняють роботу.

### 3.2 Модернізація верстата для обточування колісних пар

З метою виключення ручної підгонки профілю при безкопірній обробці нами пропонується модернізувати верстат А-41. З цією метою на супортах необхідно встановити чотирьохпозиційні револьверні головки, що дозволяють проводити обробку по комбінованій схемі як при подовжній, так і при поперечній подачі. Різцевий блок кожної позиції містить по 3-4 стандартних

						Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

змінних пластини, дві пластини для чистової обробки гребеня піддаються заточуванню для копіювання профілю при радіальній подачі.

Одним з факторів, що знижують інтенсивність зношування бандажів колісних пар, зокрема їх гребенів, є якість механічної обробки поверхонь кочення. Досвід експлуатації локомотивів показує, що колеса, ретельно обточені до гладкої поверхні кочення, зношуються менш інтенсивно, ніж ті, що мають нерівності.

З метою забезпечення необхідної чистоти поверхні колісної пари, необхідно строго дотримуватись режимів обточування. В першу чергу слід добиватися рівномірного обертання колісної пари. При виконанні даної операції на верстаті А-41 тяговий електродвигун, отримуючи живлення від зовнішнього джерела, обертає колісну пару, яка обточується. Живлення від вказаного джерела здійснюється через випрямні пристрої, які, у свою чергу, можуть бути як нерегульованими по напрузі, так і регульованими (із застосуванням мостів тиристорів).

У разі використання нерегульованого випрямного пристрою, частота обертання електродвигуна і, відповідно, колісної пари не постійна. Вона залежить від коливань напруги в живлячій мережі, від сили опору різанню металу на верстаті, від маси і характеристики тягового двигуна, а також ряду інших факторів.

На противагу цьому, регульовані випрямні пристрої, оснащені тиристорним приводом з електронним блоком управління для реалізації зворотного зв'язку з частотою обертання валу двигуна, не мають перерахованих недоліків і забезпечують рівномірне обертання оброблюваної колісної пари при її обточуванні.

Нами пропонується для впровадження на ПТОЛ оборотного депо Самбір удосконалений тиристорний привід до верстата для обточування колісних пар А-41. Живлення тягового двигуна і управління режимом його роботи здійснюються від стаціонарної силової установки. Блок-схема електричної

						Арк.
						39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

частини цієї установки приведена на рис. 3.1. Тяговий двигун живиться від мережі трифазної змінної напруги через силовий трансформатор і випрямляч.

Регулювання швидкості обертання тягового двигуна, а, отже, і колісної пари в процесі обточування досягається зміною величини постійної напруги, що поступає від випрямляча. Тиристори, що входять до складу випрямляча, які регулюють вихідну напругу, управляються електронним блоком управління тиристорами (ЕБУТ). Завдяки цьому блоку і забезпечується необхідна (постійна) частота обертання тягового двигуна і колісної пари.

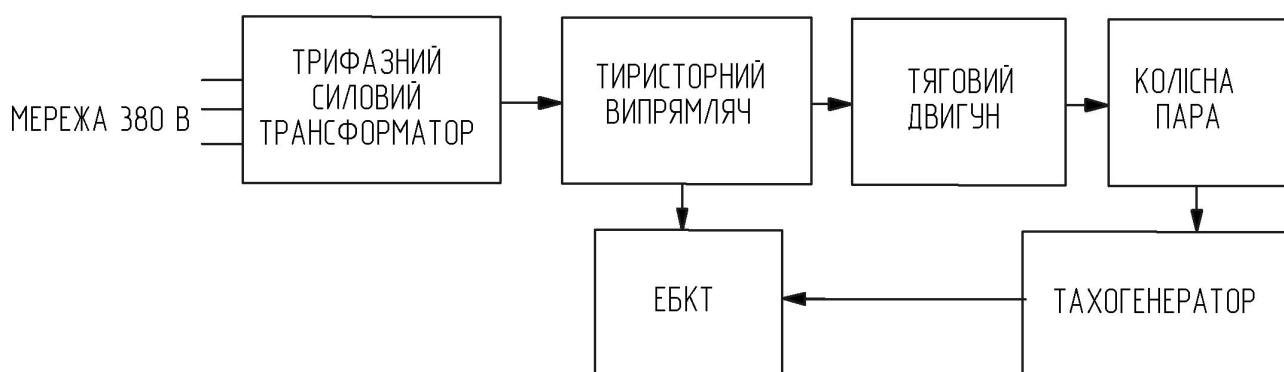


Рисунок 3.1 – Блок схема електричної частини модернізованого приводу

Блок управління тиристорами розроблений на сучасній електронній базі і має наступний принцип роботи. Формувач стробуючого імпульсу з фази 1 (рис. 3.2) формує сигнал початку циклу управляючої фази 2. Цим сигналом запускається управляючий формувач часових інтервалів, який у свою чергу запускає формувачі управляючих імпульсів  $\phi 1$   $\phi 2$  і  $\phi 3$ .

Дані імпульси через пристрої узгодження подаються на електроди управляючих тиристорів. Для стабілізації оборотів обертання колісної пари застосовується зворотний зв'язок. Пристрій порівняння формує сигнал похибки з опорної напруги і напруги тахогенератора. Сигнал похибки управляє формувачем часових інтервалів.

Блок управління забезпечує всі необхідні режими роботи, відрізняється високою стабільністю заданих параметрів.

Застосування представленого пристрою дозволяє за рахунок підвищення чистоти оброблюваної поверхні і отримання більшої точності формування профілю збільшити пробіги між обточуваннями на 10-12%. В результаті зменшується потреба в цих операціях. Практика показує, що поверхня, оброблена з більшою чистотою, менш схильна до дефектів.

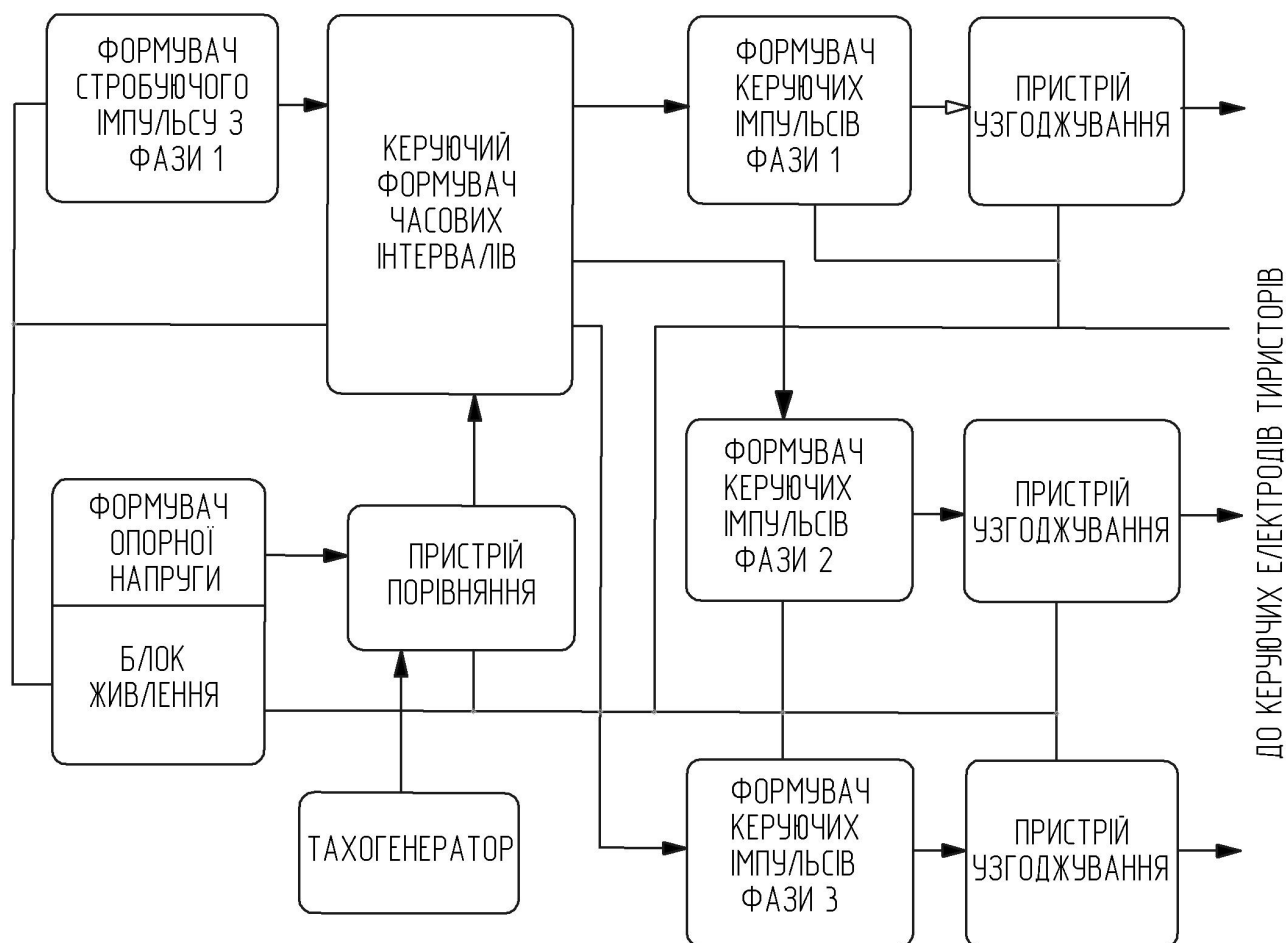


Рисунок 3.2 – Блок схема електричної частини модернізованого приводу

### 3.3 Удосконалення технології очищення масляних фільтрів.

У масляних системах тепловозних дизелів передбачена багатоступенева фільтрація дизельного масла для безперервного видалення з нього продуктів зношення тертьових пар і термічного окислення масла. В системі знаходяться різні за виконанням, призначенням і місцем установки фільтри: грубого і тонкого очищення масла, а також відцентрові фільтри. Як правило, до

експлуатаційних забруднень найбільш схильні фільтри грубої очистки, які встановлюються на повному потоці масла [8].

У тепловозних фільтрах грубої очистки застосовуються металеві сітчасті фільтроелементи. В процесі експлуатації між ТО-3 на кожному фільтроелементі відкладається до 20-40 г забруднень товщиною до 5-7 мм. Ці забруднення, що складаються переважно з вуглецевих і брудомасляних відкладень, мають високий адгезійно-когезійний зв'язок з фільтруючою сіткою, що ускладнює їх видалення в процесі очищення. Сильно забруднені фільтри сприяють підвищеному зносу тертьових деталей і, як наслідок, зниженню працездатності дизеля в цілому.

Існуюча система планово-попереджувального обслуговування і ремонту локомотивів регламентує розбирання, очищення і ремонт фільтроелементів на кожному ТО-3. Технологією ремонту передбачені попереднє вимочування сітчастих фільтроелементів в гасі, а потім очищення волосяними щітками в ваннах з дизельним паливом. Як правило, після обдування очищених фільтроелементів стисненим повітрям або паром під тиском 0,5-1 кгс/см<sup>2</sup> їх повторно доочищають. Основні недоліки існуючої технології - неякісне очищення фільтрів, високий відсоток пошкоджуваності сіток при ручному доочищенню і велика витрата нафтовмістних розчинників.

З метою підвищення якості ремонту фільтрів і підвищити продуктивність праці, пожежну та екологічну безпеку, скоротити енерговитрати, нами пропонується у оборотному депо Самбір удосконалена технологія очищення фільтрів. Вона заснована на гідродинамічному методі очищення фільтроелементів струменями води високого тиску з додаванням нового технічного миючого засобу (ТМС). Ефективність очищення досягається за рахунок комбінованого впливу на забруднення фізико-хімічних і механічних чинників.

Одна з відмінностей нової технології - застосування нового водорозчинного миючого засобу типу «РВК». За своєю миючою спроможністю він більш ефективний, ніж ТМС, який застосовувався до цього у поєднанні з нафтовими

						Арк.
						42
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

розчинниками (гас, дизельне паливо).

Концентрат нового засобу відноситься до малонебезпечних речовин (III клас небезпеки). Розчин «РВК» нетоксичний, пожежо- і вибухобезпечний, не викликає хімічних опіків, неагресивний по відношенню до чорних і кольорових металів, не вимагає подальшого ополіскування деталей водою. Його випускають у вигляді сипучих добре розчинних у воді порошоків, що полегшує їх транспортування і застосування. Препарат є біологічно розкладається, тому допускається скидання відпрацьованого розчину в каналізацію.

Основна ж особливість технології полягає в тому, що при гідродинамічному очищенні використовується тонкий плоский струмінь води, що подається на поверхню, що очищається під тиском 100-150 кгс/см<sup>2</sup> через спеціальну насадку за допомогою мийного агрегату високого тиску (рис. 3.3).

При високому тиску і малому діаметрі струмінь води ефективно руйнує і змиває забруднення.

Як уже говорилося, для очищення фільтроелементів застосовують агрегати високого тиску, які включають в себе насос з електродвигуном 4, аварійну систему безпеки 15, пульт управління електроживленням 2, розпилювальний пістолет зі шлангом високого тиску і швидкороз'ємними з'єднаннями, що складають вихідну водяну систему (позиції 16, 12, 7-11), систему подачі миючих розчинів 17-19, бойлерну систему підігріву води. Обладнання, що використовується в новому технологічному процесі очищення фільтрів, включає ряд нових елементів.

Установка для замочування в ТМС (рис. 3.4), являє собою металеву ємність, в якій встановлений нагрівач води 1 з терморегулятором, термометр 2 для контролю температури і механізм для забезпечення циркуляції розчину 5.

До складу установки миття фільтроелементів струменями води високого тиску входять агрегат високого тиску, штатив або підставка для підвішування фільтроелементів.

						Арк.
						43
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

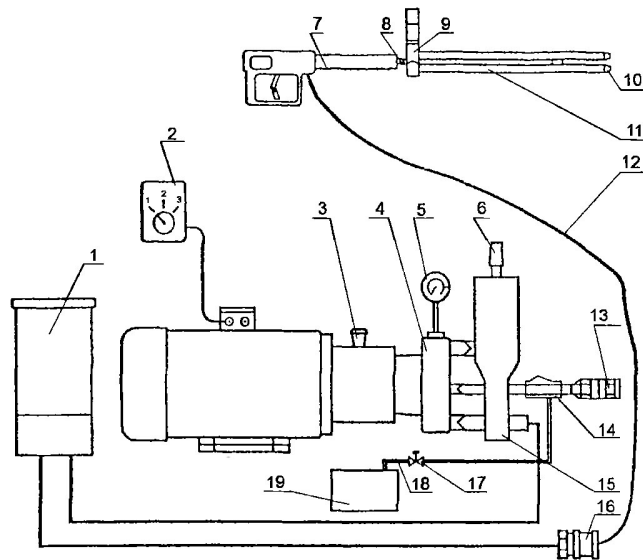


Рисунок 3.3 – Функціональна схема мийного агрегату високого тиску:

1 – бойлерна система підігріву води; 2 – пульт управління електроживленням; 3 – масляний стакан, 4 – насос з електродвигуном, 5 – манометр; 6 – додатковий регулятор тиску; 7 – розпилювальний пістолет; 8, 16 – швидкокороз’ємні з’єднання; 9 – регулюючий вентиль; 10 – сопла; 11 – подвійна трубка; 12 – шланг високого тиску; 13 – вхідний штуцер; 14 – фільтр; 15 – резервна система безпеки; 17 – регулюючий вентиль; 18 – з’єднувальний шланг; 19 – ємність для миючих розчинів

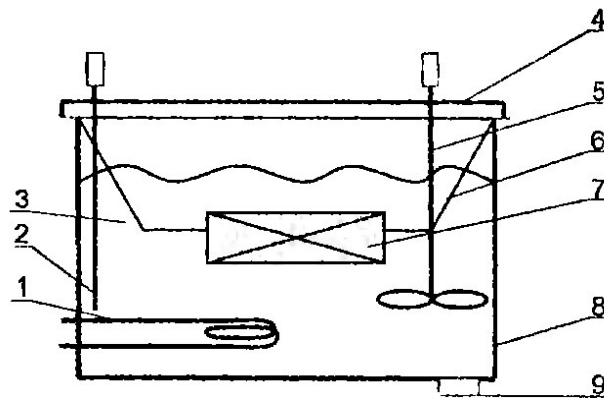


Рисунок 3.4. – Схема установки для вимочування у ТМС:

1 – нагрівач; 2 – термометр; 3 – розчин ТМС; 4 – кришка; 5 – гвинт-змішувач; 6 – тримачі фільтра; 7 – фільтр; 8 – мийна камера; 9 – отвір з пробкою для зливу відпрацьованого розчину

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		44

Ділянка очищення (рис. 3.5) повинна бути обладнана витяжною вентиляцією, екраном від бризок і мати стік.

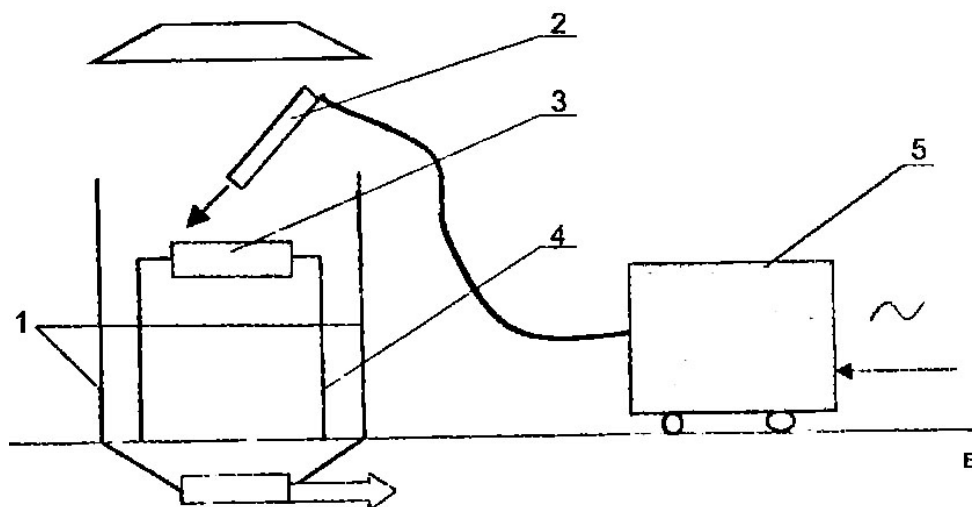


Рисунок 3.5 - Схема ділянки для очищення фільтрів:

1 - металева ємність; 2 - насадка з розпилювальних соплом, 3 - очищається фільтр; 4 - підставка для підвішування фільтрів; 5 - стаціонарний або пересувний насосний агрегат високого тиску

Пропонований нами технологічний процес очищення фільтрів складається з двох основних операцій. Спочатку фільтроелементи замочують у 3%-ному розчині миючого засобу протягом 40 - 50 хв при температурі 50-60 ° С, а потім їх очищують струменем високого тиску. Всього процес очищення масляного фільтра з урахуванням допоміжних операцій займає не більше 1,5 год; витрата води на один фільтр в зборі становить не більше 50 л; витрата миючого засобу - 500 г порошку.

Гарантується стовідсоткова якість очищення зовнішніх, внутрішніх поверхонь і фільтруючих сіток. Спеціально розроблені характеристики високонапірного струменя, його форма і кут впливу повністю виключають пошкодження сіток при митті. Технологічний процес дозволяє механізувати усі операції і підвищити продуктивність промивки фільтрів за один цикл.

						Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У даній випускній кваліфікаційній роботі з метою удосконалення системи експлуатації маневрових локомотивів у пункті обороту Самбір розроблені пропозиції з організації ПТОЛ на станції Самбір.

Аналіз сучасного стану основних технічних засобів депо показав, що ремонтний потенціал, який депо мало у попередні роки, втрачений. Віяльний ремонтний цех не використовується, станочне обладнання та стенди відсутні, екіпірувальні пристрої малопотужні, технічне обслуговування ТО-2 та екіпірування проводиться під відкритим небом. У той же час, тягова територія та тракційні колії збереглися, площі дозволяють розмістити сучасний пункт технічного обслуговування локомотивів.

Необхідність створення ПТОЛ обумовлюється розташуванням депо біля двох прикордонних переходів, рух через які в останні роки стабільно зростає. За депо закріплені маневрові локомотиви та штат локомотивних бригад.

Параметри ПТОЛ визначені на основі розрахунку програми та фронту ремонту локомотивів. Встановлено, що для забезпечення заданої програми ремонту буде достатньо двох ремонтних позицій. Будівля ПТОЛ являє собою прямокутний цех, довжина якого 48 м, а ширина 24 м. Ці величини прийняті за умовами уніфікації будівель. У будівлі розташовані дві колії – одна для проведення ТО маневрових, а інша – для магістральних локомотивів.

Розраховані основні параметри екіпірувального господарства, складено графік екіпірування.

У ПТОЛ передбачена установка для автоматизованого екіпірування локомотивів, станок для обточування колісних пар без викочування, службові приміщення та ін.

Аналіз технології виконання даних видів ТО показав, що найбільш трудоемкими процесами при їх проведенні є операції з очищення фільтрів та ремонту паливної апаратури а також обточування колісних пар.

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

Вказані операції вимагають обладнання, яке на даний час у оборотному депо Самбір відсутнє, а саме: станок для обточування колісних пар без викочування, обладнання для промивання фільтрів та каналів масляної системи, стенд для перевірки форсунок, стенд для перевірки паливних насосів високого тиску на щільність.

У депо необхідно організувати паливне відділення, відділення ремонту контрольно-вимірювальних приладів, відділення ремонту електроапаратури, які можна розмістити у незадіяних площах віяльного цеху.

Удосконалена технологія очищення масляних фільтрів шляхом впровадження установки гідравлічного очищення, що значно покращить умови роботи працівників і підвищить її ефективність

Таким чином, у випускній кваліфікаційній роботі запропоновано шляхи удосконалення системи експлуатації маневрових локомотивів, тобто мета роботи досягнута.

						Арк.
						47
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Болжеларський, Я.В. Удосконаленн нормування витрат дизельного палива маневровими тепловозами / Я.В. Болжеларський// Дис... здоб. Канд. техн. наук. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна, 2007 – 167 с.

2. Назаров Л.С. Оценка условий эксплуатации и надежности тепловоза ЧМЭЗ // Труды ЦНИИ МПС: Повышение долговечности и эффективности использования маневровых тепловозов / М.: Транспорт, 1972. Вып.469. С. 3-26.

3. Гавриленко М.К. К методике оценки маневровых качеств тепловозов // Труды ЦНИИ МПС: Повышение долговечности и эффективности использования маневровых тепловозов/ М.: Транспорт, 1972. Вып.469. С. 26-39.

4. Гавриленко М.К. Сиряк В.И. Техничко-економическое сравнение маневровых тепловозов с электрической и гидравлической передачами // Труды ЦНИИ МПС: Повышение долговечности и эффективности использования маневровых тепловозов/ М.: Транспорт, 1972. Вып.469. С. 39-46.

5. Матвеева И.Н. Установление стоимости маневрового локомотиво-часа при изменении объема работы станции. // Сборник научных трудов. Сиб гос. ун-т путей сообщ.: Совершенствование эксплуатационной работы в условиях реорганизации железнодорожного транспорта / Новосибирск: Изд-во СГУПС. 2004. С. 165-173.

6. Shi Hong-guo, Peng Qi-yuan, Guo Han-ying. Оптимизация маневровой работы на сортировочной станции // Zhongguo tiedao kexue=China Railway Sci. – 2005. - №2, - С. 132-135.

7. Guan Zhen-dong. Повышение эффективности использования маневровых локомотивов // Zhongguo tiedao kexue=China Railway Sci. - 2001. - №4. – С. 94-96.

8. Чулков А.В., Белоглазов А.К., Блюденев П.Я., Глауб А.А., Отбойщиков В.В. Повышение эффективности использования тепловозов на маневровой работе. // Межвуз. сб. науч. тр.: Исследования и разработка ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте / Самара: Изд-во СамИИТ, Вып 23. 2002. С. 318-320.

						Арк.
						48
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

9. *Пахомов Э.А.* Методы и средства диагностики для контроля технического состояния тепловозов. // Сб. науч. тр.: Повышение топливной экономичности тепловозов / М.: Транспорт. 1991. С. 37-44.

10. *Пахомов Э.А.* Современное состояние и анализ системы технического обслуживания и ремонта тепловозов. // Тр. ВНИИЖТ. – 1980. - №633. - С. 118 – 132.

11. *Научные основы* контроля и диагностирования тепловозных дизелей по параметрам рабочих процессов / Д.Я. Носырев, Е.М. Тарасов, А.С. Левченко, В.П. Мохонько – Самара: СамИИТ, 2001.-174 с

12. *Пушкарев И.Ф., Лански М.* Основной этап разработки диагностического обеспечения тепловозов // Пути повышения надежности и экономичности тепловозов / Межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 256/10. – Днепропетровск: ДИИТ, 1987. - С. 36-39

13. *Боссов А.А., Боднарь Б.Е.* Определение рациональных периодов диагностирования узлов тепловозов // Пути повышения надежности и экономичности тепловозов / Межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 256/10. – Днепропетровск: ДИИТ, 1987. - С. 39-43.

14. *Ляшук В.М.* Информационно-диагностическая система испытаний тепловозов с гидропередачей на базе микро-ЭВМ // Пути повышения надежности и экономичности тепловозов / Межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 256/10. – Днепропетровск: ДИИТ, 1987. - С.44-51

15. *Тэттэр В.Ю., Тэттэр А.Ю.* Пути повышения эффективности работы средств технического диагностирования подвижного состава// Тезисы докл. на втор. междунар. науч.-практ. конф. „Внедрение наукоемких технологий на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте” .- Алушта: 2006. – С. 20-22.

16. *Володин А.И., Даминов В.З., Четвергов В.А.* Опыт разработки и внедрения технических средств для оценки качества ремонта и настройки ДГУ тепловозов при реостатных испытаниях. – М.: Траснпорт, 1986. – 56 с.

17. *Молярчук В.С.* Теоретические основы методики нормирования расхода

						Арк.
						49
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

топлива и электроэнергии для тяговых средств транспорта. М.: Транспорт, 1966. - 264 с.

18. Гончаров О.М., Болжеларський Я.В. Шляхи визначення потужності допоміжних агрегатів тепловоза ЧМЭЗ на неномінальних режимах роботи // Тези доп. 3-ї наук.-практ. конф. Техніка, технологія, економіка та управління. – Серія: Техніка, технологія. Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем – Київ: КУЕТТ, 2005. – С. 28-30.

19. Інструкція по технічному нормуванню витрат електричної енергії і палива локомотивами на тягу поїздів. ЦТ-0059: Затв. Наказом Укрзаліз-ниці № 62Ц від 5.03.03. – К., 2003. – 123 с.

20. Методичні рекомендації з нормування питомих витрат паливо-енергетичних ресурсів – Київ: Міністерство транспорту України, – 2001. - 48 с.

21. Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту. Частина 1: Підручник для вузів залізничного транспорту /М.П. Корнійчук, Н.В. Липовець, Д.О. Шамрай – К.: Дельта, 2008. – 504 с.

22. Айзинбуд С.Я., Кельперис П.И. Эксплуатация локомотивов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 226 с.

23. Локомотивное хозяйство. /Под ред. С.Я. Айзинбуда М.: Транспорт, 1986. – 264 с.

24. Експлуатація локомотивів та локомотивне господарство: Методичні вказівки до виконання курсового проекту / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна; Уклад.: Л. Ф. Гагін, М. І. Капіца - Д.: ДІТ, 2007. - 44с.

25. Папчекнов С.И. Локомотивное хозяйство: Пособие по дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.

26. Арустамян С.А. Автоматизация и механизация при ремонте локомотивов: Учебное пособие. Часть II. – Ташкент: ТашИЖТ, 2007. – 157 с.

						Арк.
						50
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		