

**МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу**

**О. Б. Бабанін, С. Г. Жалкін**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ  
ЛОКОМОТИВІВ**

*Конспект лекцій*

*з дисципліни*

*«Основи експлуатації локомотивів»*

**Частина 2**

**Харків – 2017**

Бабанін О. Б., Жалкін С. Г. Організація технічних

обслуговувань локомотивів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Ч. 2. – 38 с.

**ДАНИЙ КОНСПЕКТ Є ЧЕТВЕРТОЮ ЧАСТИНОЮ ЗАГАЛЬНОГО КОНСПЕКТУ ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ» Й, У СВОЮ ЧЕРГУ, ДРУГОЮ ЧАСТИНОЮ КОНСПЕКТУ ЛЕКЦІЙ «ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ЛОКОМОТИВІВ». РОЗГЛЯНУТО ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ПР-1 НА ПРИКЛАДІ ВАНТАЖНОГО ТЕПЛОВОЗА З ДОПОВНЕННЯМИ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПР-1 ЕЛЕКТРОВОЗІВ ТА МВРС.**

Наведено систему планування та визначення програми й кількості позицій для виконання ТО та ПР-1, засоби контролю якості обслуговувань, основні поняття надійності.

Рекомендується для здобувачів першого рівня вищої освіти (бакалавр) за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт. Локомотиви та локомотивне господарство», які вивчають курс «Основи експлуатації локомотивів», усіх форм навчання.

Іл. 6, табл. 5, бібліогр.: 9 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 20 лютого 2017 р., протокол № 13.

Рецензент:

проф. О. С. Крашенінін

О. Б. Бабанін, С. Г. Жалкін

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ  
ЛОКОМОТИВІВ

*Конспект лекцій*

з дисципліни

*«Основи експлуатації локомотивів»*

Частина 2

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Буранова Н. В.

---

Підписано до друку 29.03.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## ЗМІСТ

1	Планування та визначення програми технічних обслуговувань і поточного ремонту.....	4
2	Визначення кількості ремонтних позицій і устаткування.....	10
3	Дільниці технічного обслуговування ТО-2, ТО-3 та ПР-1.....	14
4	Діагностика й засоби технічного контролю якості ремонту локомотивів.....	24
5	Основні поняття і призначення надійності.....	31
	Питання для підготовки до модульного контролю.....	36
	Список літератури.....	38

# 1 ПЛАНУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМИ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

Програма ремонту локомотивів та МВРС залежить від обсягу виконуваної експлуатаційної роботи і спеціалізації депо. У спеціалізовані депо на певний вид ремонтного обслуговування направляються локомотиви з інших депо.

Програму ТО та ремонту розраховують посерійно окремо для пасажирських, вантажних і маневрових локомотивів.

Вихідними даними для розрахунку програми ремонту локомотивів є річні пробіги локомотивів, циклічність ремонтів та міжремонтні періоди (таблиці А.1–А.4 першої частини даного конспекту лекцій).

Добову програму технічного обслуговування ТО-2 локомотивів можна визначити за формулою

$$N_{ТО-2} = \frac{N_e}{t_{ТО-2}} - N_{рем}, \quad (1)$$

де  $N_e$  – експлуатаційний парк;

$t_{ТО-2}$  – періодичність виконання ТО-2, доб;

$N_{рем}$  – кількість ремонтів та обслуговувань більш вищого порядку за добу.

Розрахунок річної програми ТО-3 та ремонту ПР-1 поїзних локомотивів здійснюється за такими формулами:

- технічних обслуговувань ТО-3

$$N_{ТО-3} = \frac{L_P}{L_{ТО-3}} \beta_{ТО-3}; \quad (2)$$

- поточних ремонтів ПР-1

$$N_{ПР-1} = \frac{L_P}{L_{ПР-1}} \beta_{ПР-1}; \quad (3)$$

де  $L_P$  – річний пробіг локомотивів на ділянках обертання, км;

$L_{TO-3}$ ,  $L_{PP-1}$  – пробіг між відповідними технічними обслуговуваннями та поточними ремонтами, км;  
 $\beta_{TO-3}$ ,  $\beta_{PP-1}$  – коефіцієнти циклічності та ремонтів.

Коефіцієнти чергування ремонтів визначаються за формулами

$$\beta_{TO-3} = \left(1 - \frac{L_{TO-3}}{L_{PP-1}}\right); \quad \beta_{PP-1} = \left(1 - \frac{L_{PP-1}}{L_{PP-2}}\right). \quad (4)$$

У зв'язку з тим, що Правилами ремонту на КР-2, КР-1, ПР-3 передбачається обточування бандажів, то технічне обслуговування ТО-4 проводиться через 80–100 тис. км пробігу поїзних локомотивів та один раз між ПР-3 для маневрових тепловозів (через 12–15 місяців).

Кількість технічних обслуговувань ТО-4 можна визначити за формулою

$$N_{TO-4} = \frac{L_P}{L_{TO-4}} - (N_{KP-2} + N_{KP-1} + N_{PP-3}). \quad (5)$$

Ураховуючи, що для маневрових локомотивів міжремонтні інтервали виражаються календарним часом, річну програму їх ремонтів можна визначити за формулами:

- поточний ремонт ПР-1

$$N_{PP-1} = \frac{12N_M}{T_{PP-1}} \left(1 - \frac{T_{PP-1}}{12T_{PP-2}}\right); \quad (6)$$

- технічне обслуговування ТО-3

$$N_{TO-3} = \frac{365N_M}{T_{TO-3}} - \frac{12N_M}{T_{PP-1}}. \quad (7)$$

де  $N_M$  – парк маневрових локомотивів, що експлуатується;

$T_{PP-1}$  – період між поточними ремонтами ПР-1, міс;

$T_{TO-3}$  – період між технічними обслуговуваннями ТО-3, доб.

Кількість технічних обслуговувань ТО-4 маневрових локомотивів можна визначити за формулою

$$N_{TO-4} = \frac{12N_M}{T_{TO-4}} - (N_{KP-2} + N_{KP-1} + N_{PP-3}), \quad (8)$$

де  $T_{TO-4}$  – період між обточками бандажів, міс.

Після розрахунку річної ремонтної програми визначають фронт ремонтів, на основі якого розраховують число ремонтних позицій і устаткування. Для цього розрахунку потрібні прості локомотивів і моторвагонного рухомого складу на ТО і в ремонтах. Для середньосітьових умов простої на технічному обслуговуванні ТО-3 і в ремонтах встановлюються наказом Укрзалізниці (таблиці 1–4).

Фронтом ремонту називається кількість локомотивів, які одночасно перебувають у даному ( $i$ -му) виді ремонту. Він розраховується за формулою

$$f_i = \frac{N_i t_i}{D}, \quad (9)$$

де  $N_i$  – річна програма даного виду ремонту;

$t_i$  – простій локомотива у ремонті даного виду;

$D$  – розрахункова кількість робочих днів у році (260,4 дня – при тривалості зміни 8 год та 254 дні – при тривалості зміни 8 год 12 хв для ПР2 і ПР-3).

Фронт ремонту потрібно визначити також для ТО-4  $f_{TO-4}$  та позапланових ремонтів  $f_{PP}$ . Фронт ремонту розраховується для поїзного і маневрового руху окремо. При визначенні  $f_{KP-2}, f_{KP-1}, f_{TO-3}, f_{PP}$  у знаменник формули (9) підставляти  $D=365$  доб.

Кількість локомотивів, що перебувають у розпорядженні депо, визначається за формулою

$$N_{p,d} = N_e + N_{рем} + N_{рез}, \quad (10)$$

де  $N_e$  – кількість локомотивів, які експлуатуються;

$N_{рем}$  – які знаходяться у ремонті;

$N_{рез}$  – які знаходяться у резерві управління залізниці.

Таблиця 1 – Середні по Укрзалізниці норми простоїв ТРС та МВРС на технічному обслуговуванні і у поточному ремонті (електровози)

Вид технічного обслуговування та поточного ремонту	Норма простою
ТО-3	12 год
ПР-1	24 год
ПР-2	2 доб*
ПР-3	5 доб*

\* простій вказано в перерахунку на секцію локомотива

Таблиця 2 – Середні по Укрзалізниці норми простоїв ТРС та МВРС на технічному обслуговуванні і у поточному ремонті (тепловози)

Вид технічного обслуговування та поточного ремонту	Норма простою		
	Тепловози вантажні	Тепловози пасажирські*	Тепловози маневрові
ТО-3	16 год	12 год	12 год
ПР-1	48 год	36 год	24 год
ПР-2	8 доб	5 доб	4 доб
ПР-3	10 доб	6 доб	5 доб

\* простій вказано в перерахунку на секцію локомотива

Таблиця 3 – Середні по Укрзалізниці норми простоїв ТРС та МВРС на технічному обслуговуванні і у поточному ремонті (моторвагонний рухомий склад)

Вид технічного обслуговування та поточного ремонту	Норми простою	
	електропоїзди	дизель-поїзди
ТО-3	4 год / поїзд	12 год
ПР-1	12 год / поїзд	24 год
ПР-2	2 доб / секція	10 доб
ПР-3	8 доб / секція	12 доб

Таблиця 4 – Середні по Укрзалізниці норми простоїв ТРС та МВРС на технічному обслуговуванні і у поточному ремонті (міжрегіональні електропоїзди)

Вид технічного обслуговування та	Норми простою		
	HRCS2	ЕКр1	EJ 675 Škoda



поточного ремонту			
ТО-3	4 год / поїзд	4 год / поїзд	8 год / поїзд
ПР-1	8 год / поїзд	48 год / поїзд	12 год / поїзд
ПР-2	4 доб / поїзд	96 год / поїзд	4 доб / поїзд
ПР-3	-	15 доб / поїзд	30 доб / поїзд

Деповський відсоток, %, несправних локомотивів визначається за формулою

$$X_{\text{ДЕП}} = \left( \frac{f_{\text{ПР-3}} + f_{\text{ПР-2}} + f_{\text{ПР-1}} + f_{\text{ТО-3}} + f_{\text{ТО-4}} + f_{\text{ПР}}}{N_{\text{е}} + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}} \right) \times 100. \quad (11)$$

Загальний відсоток, %, несправних локомотивів визначається як сума деповського та заводського ремонтів

$$X_{\text{ЗАГ}} = \left( \frac{N_{\text{рем}}}{N_{\text{е}} + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}} \right) \times 100, \quad (12)$$

або

$$X_{\text{ЗАГ}} = X_{\text{ДЕП}} + X_{\text{ЗАВ}}.$$

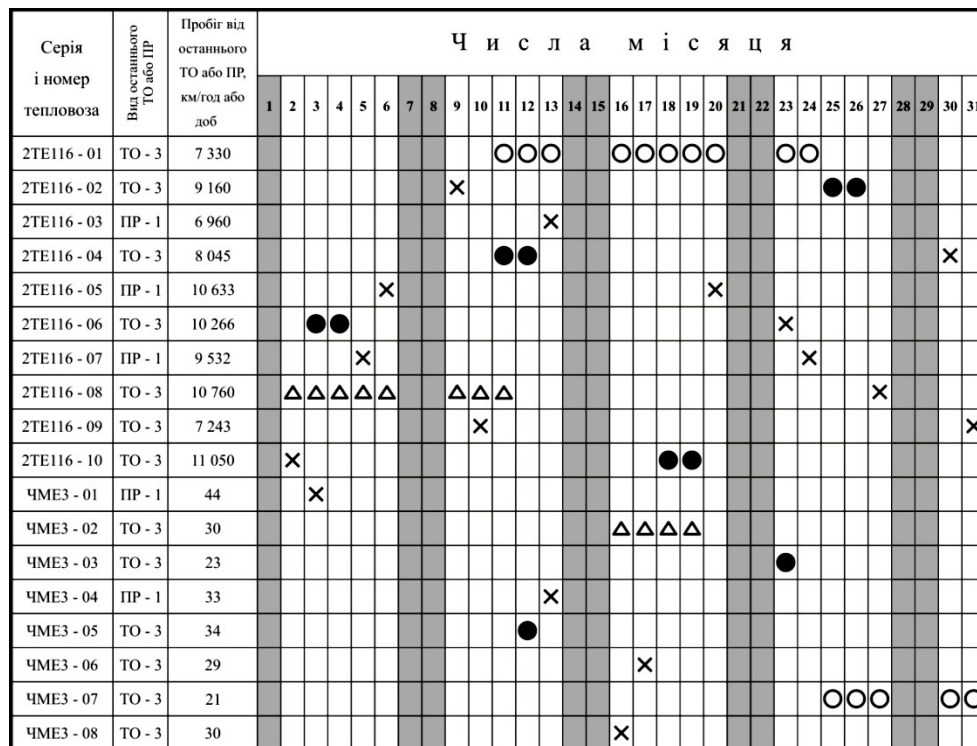
Відсоток несправних локомотивів та МВРС характеризує технічний стан і надійність локомотивів, рівень організації ремонту й експлуатації. Цей показник дуже важливий і нормується наказами Укрзалізниці для залізниць, а для депо – Управлінням залізниці (таблиця 5).

Розрахувавши місячну програму (річна ділиться на 12), складають графік, згідно з яким МВРС та локомотиви відставляються на ТО-3 та ремонти з урахуванням рівномірного завантаження робітників та деповського устаткування протягом місяця та кожної доби. Графік будується на підставі пробігів локомотивів від останнього поточного ремонту або технічного обслуговування за станом на перше число наступного місяця, середньодобового пробігу та періодів між поточними ремонтами і технічними обслуговуваннями (таблиці А.1 – А.4 першої частини даного конспекту лекцій).

Таблиця 5 – Середні по залізницях норми деповського відсотка несправних для ТРС та МВРС

Залізниця Вид ТРС та МВРС	Дон.	Льв.	Одес.	Придн.	Півд.-Зах.	Півд.
	% несправ- них	% несправ- них	% несправ- них	% несправ- них	% несправ- них	% і несправ- них
електровози	6,2	7,0	7,0	6,2	6,5	6,2
тепловози	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
ел. секції	3,5	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5
диз. поїзди	6,1	11,2	11,2	6,4	12,0	6,4
Міжрегіональні електропоїзди						
HRCS2	8,0					
ЕКр1	6,0					
EJ 675 Škoda	6,4					

Приклад графіка постановки на ремонти й технічне обслуговування ТО-3 наведено на рисунку 1.



Умовні позначення: ○ - ПР-3; △ - ПР-2; ● - ПР-1; × - ТО-3; ■ - вихідні дні тижня

Рисунок 1 – Графік постановки локомотивів на поточні ремонти і ТО-3 на ... місяць 20... року

Для рівномірного завантаження ділянок локомотивних депо і залежно від фактичного стану ТРС дозволяється при складанні графіка постановки локомотивів на ТО-3, ПР-1 змінювати пробіги або періоди у розмірах, що відрізняються від нормативних на (+10 %, 10 %); на ПР-2, ПР-3 з відхиленням від установлених міжремонтних пробігів у межах (+20 %, -10 %);

відправляти у капітальний ремонт на заводи у межах (+25 %, - 10 %) від установлених міжремонтних періодів.

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЕМОНТНИХ ПОЗИЦІЙ І УСТАТКУВАННЯ

Для обслуговування і ремонтів локомотивів та МВРС основні локомотивні депо повинні мати такі ремонтні позиції (стійла): для виконання поточних ремонтів ПР-3, ПР-2, ПР-1, технічних обслуговувань ТО-3 і ТО-2; для поодинокого викочування колісно-моторних блоків; для технічного обслуговування ТО-4; для реостатних випробувань; для миття й очищення локомотивів; для відстою локомотивів у очікуванні роботи. Залежно від спеціалізації депо деяких позицій може й не бути.

Число ремонтних позицій при стаціонарному методі ремонту визначають залежно від річної програми ремонту і тривалості зайнятості ремонтної позиції. При стаціонарному методі ремонту визначають залежно від річної програми ремонту і тривалості заняття кількість:

- ремонтних позицій ПР-1

$$A_{\text{ПР-1}} = N_{\text{ПР-1}} t'_{\text{ПР-1}} \Psi_{\text{ПР-1}} / D h_{3\text{М}} t_{3\text{М}}; \quad (13)$$

- ремонтних позицій ТО-3

$$A_{\text{ТО-3}} = N_{\text{ТО-3}} t'_{\text{ТО-3}} \Psi_{\text{ТО-3}} / D h_{3\text{М}} t_{3\text{М}}. \quad (14)$$

де  $N_{\text{ПР-1}}, N_{\text{ТО-3}}$  – річна програма ремонту відповідно ПР-1 і ТО-3;

$t'_{\text{ПР-1}}, t'_{\text{ТО-3}}$  – зайнятість позицій при проведенні ПР-1 і ТО-3;

$t_{3\text{М}}$  – тривалість робочої зміни, год;

$h_{3\text{М}}$  – число робочих змін;

$\Psi_{\text{ПР-1}}, \Psi_{\text{ТО-3}}$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність надходження локомотивів у ПР-1 і ТО-3;

- позицій ТО-2

$$A_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2}}^{\text{дiб}} t_{\text{ТО-2}} \Psi_{\text{ТО-2}} / 24, \quad (15)$$

де  $N_{TO-2}^{дiб}$  – добова програма ТО-2;

$t_{TO-2}$  – тривалість ТО-2, год;

$\Psi_{TO-2}$  – коефіцієнт, який ураховує нерівномірність надходжень локомотивів на ТО-2.

Значення часу зайнятості позиції ( $t'_{ПР-1}, t'_{ТО-3}$ ) визначається як відсоток від часу простою за кожним видом поточного ремонту і ТО-3. Потрібна кількість стійл та позицій розраховується як для поїзних, так і для маневрових локомотивів та МВРС й окремо підсумовується.

Число позицій для поодинокого викочування колісно-моторних блоків приймається залежно від річного пробігу: при річному пробігу до 25 млн лок. км досить мати одну позицію. При більшому пробігу число позицій для обточування колісних пар без викочування з-під локомотива (ТО-4) потрібно прийняти за умов обточування всіх колісних пар одного шестивісного локомотива за зміну на верстаті за формулою

$$A_{TO-4} = N_{TO-4}^{pic} m_{л} t_{TO-4} \Psi_{TO-4} / 24Д, \quad (16)$$

де  $m_{л}$  – число секцій локомотива;

$t_{TO-4}$  – час простою локомотива на ТО-4, год, при обточуванні шести колісних пар,  $t_{TO-4} = 8$  год без плазмового загартування гребенів бандажів і  $t_{TO-4} = 13$  год при загартуванні (збільшується на 2,2 год на одну колісну пару);

$$\Psi_{TO-4} = 1,35 \dots 1,4.$$

Розрахунок числа ремонтних позицій для усунення раптових відмов (позапланові ремонти) виконується виходячи з кількості годин простою на позапланових ремонтах і умови цілодобового функціонування цих позицій. З огляду на те, що при розрахунку потрібного числа ремонтних позицій для планових видів ремонту ПР-1 і ТО-3 одержуване число округляється у більший бік і надлишок може використовуватися для усунення позапланових ремонтів, рекомендується приймати одну позицію при 7,5 млн км річного пробігу локомотивів, приписаних до даного депо.

Необхідна кількість позицій для реостатних випробувань (кожна на одну секцію) визначається за умов, що реостатні випробування проводяться після ПР-3, ПР-2 і ПР-1, а також після повернення тепловозів із заводського ремонту в «холодному» стані. Після заводського ремонту реостатні випробування проводяться в обсязі, як для ПР-1. Кількість позицій визначається за формулою:

$$A_{PB} = [N_{\text{ПР-3}} t_{\text{ПР-3}}^P + N_{\text{ПР-2}} t_{\text{ПР-2}}^P + (N_{\text{ПР-1}} + N_{\text{КР-1}} + N_{\text{КР-2}}) t^P m_{\text{Л}} \Psi_P] / 24Д, \quad (17)$$

де  $t_{\text{ПР-3}}^P$  – тривалість реостатних випробувань після проведення ПР-3,  $t_{\text{ПР-3}}^P = 9$  год;

$t_{\text{ПР-2}}^P$  – те саме після ПР-2,  $t_{\text{ПР-2}}^P = 7$  год;

$t^P$  – те саме після ПР-1, КР-1 і КР-2,  $t^P = 4$  год;

$\Psi_P$  – коефіцієнт, який враховує нерівномірність постановки тепловозів на реостатні випробування,  $\Psi_P = 1, 2 \dots 1,5$ .

Кількість стійл для реостатних випробувань приймається не менше двох. На цих стійлах потрібно передбачити розміщення пунктів екологічного контролю (ПЕК) шкідливих викидів тепловозних дизелів.

Кількість позицій для миття та очищення локомотивів визначають з урахуванням тривалості миття (15–20 хв) та кількості локомотивів, що миють за добу. Тривалість миття МВРС залежить від складу (кількості вагонів) та обсягу вологого прибирання у салонах вагонів.

Для підготовки до сезонної експлуатації, у запас, а також до експлуатації після запасу, відправки до капітального ремонту та підготовки до експлуатації після капітального ремонту в разі прибуття локомотива в «холодному» стані (ТО-5) передбачається 1 стійло з підвищеними оглядовими майданчиками при річному пробігу до 10 млн км. Треба також передбачити позицію для діагностування тепловозів до постановки на ремонт.

Для фарбування локомотивів після ПР-3 потрібна одна позиція, яка відповідає довжині локомотива (секції). Якщо фарбування виконується в електростатичному полі, тоді ця позиція може бути розташована на одній з ділянок поточного

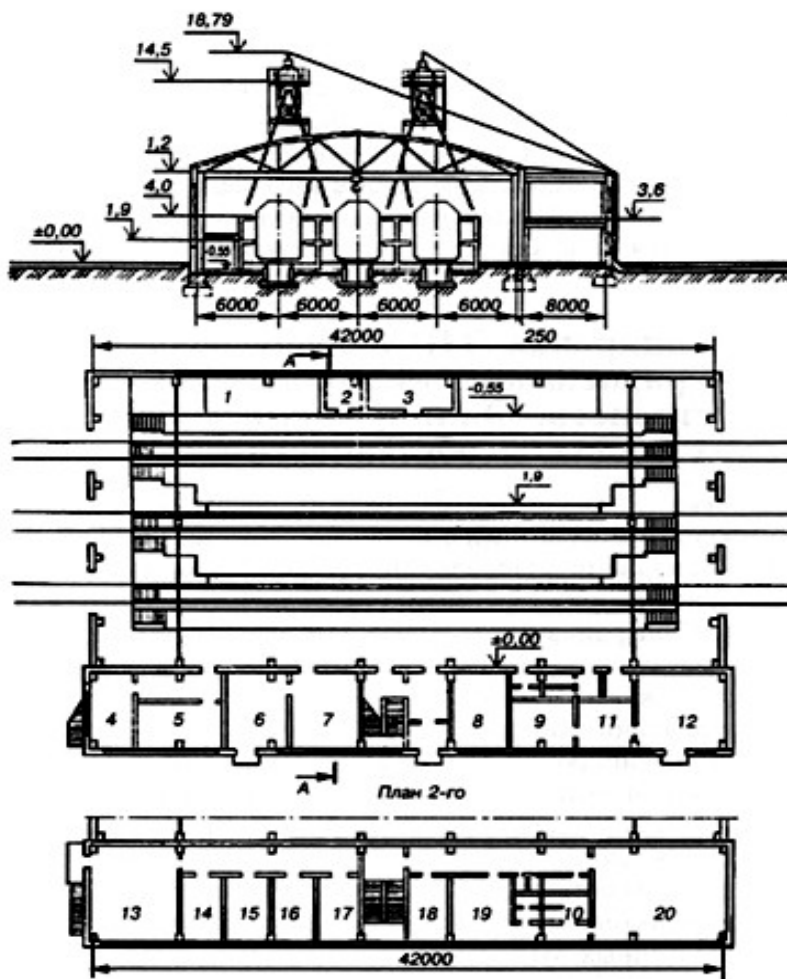
ремонту. У противному разі передбачається спеціальна будівля. Фарбування МВРС виконується з розчепленням вагонів.

У депо з відносно невеликим обсягом роботи доцільно поєднувати виконання різноманітних видів ремонту на одних і тих самих стійлах (наприклад, ПР-3 і ПР-2; ПР-1 і ТО-3).

### **3 ДІЛЬНИЦІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТО-2, ТО-3 ТА ПР-1**

Пункт технічного обслуговування локомотивів (ПТОЛ) розміщується в зачиненому приміщенні з двома або трьома коліями, на кожній з яких можливе встановлення одного або двох локомотивів для виконання ТО-2. Одночасно з ТО-2, як правило, виконується екіпірування локомотивів, для чого на ПТОЛ розміщують екіпірувальні пристрої. ПТОЛ будують за типовими проектами зі збірних металевих конструкцій довжиною 42 м для двох секцій локомотивів. Комплекс об'єднаного пункту технічного обслуговування ТО-2 і екіпірування тепловозів та електровозів наведено на рисунку 2.

ТО-2 маневрових локомотивів, які обслуговуються прикріпленими локомотивними бригадами, виконується за участю бригад на ПТОЛ основного депо. Для маневрових локомотивів, що забезпечують експлуатаційну роботу на станціях, віддалених від основного депо і ПТОЛ, періодичність постановки на ТО-2 може бути збільшена до 96 год (4 доб). Пересилка таких тепловозів до ПТОЛ викликає додаткові витрати (заробітна плата бригад, витрати палива, додаткові зноси деталей тепловоза і колії та ін.).



1 – стійлова частина; 2 – зарядна акумуляторних батарей;  
 3 – генераторна; 4 – кімната чергового по депо; 5 – кімната локомотивних бригад; 6 – комора запчастин; 7 – майстерня;  
 8 – водопідготовче відділення; 9 – комора обтиральних матеріалів; 10 – санвузол; 11 – роздавальна олив; 12 – комора олив; 13 – буфет; 14 – кабінет начальника; 15 – кімната екіпірувальників і слюсарів; 16 – кімната розшифрувальників швидкостемірних стрічок; 17 – лабораторія; 18 – фотарій; 19 – жіночий гардероб; 20 – чоловічий гардероб; 21 – ремонтні майданчики другого і третього рівнів; 22 – піскороздавальні бункери

Рисунок 2 – Пункт технічного обслуговування (ПТОЛ)  
 і екіпірування двосекційних локомотивів

Під час неперервного технологічного процесу на підприємстві іноді виникає потреба у підмінному тепловозі. При обслуговуванні маневрового тепловоза однією особою (машиністом) не гарантується якість ремонту, що викликає дострокову пересилку до основного депо. Виконання ТО-1, ТО-2 локомотивними бригадами в умовах відсутності ремонтної бази зі спеціалізованим устаткуванням і інструментами, запасних частин та експлуатованих матеріалів значно знижує надійність роботи і викликає дострокову відправку тепловозів у депо або відрядження на віддалену станцію аварійної бригади. Все це вказує на доцільність застосування пересувних ремонтних майстерень з можливістю виконання діагностичних операцій.

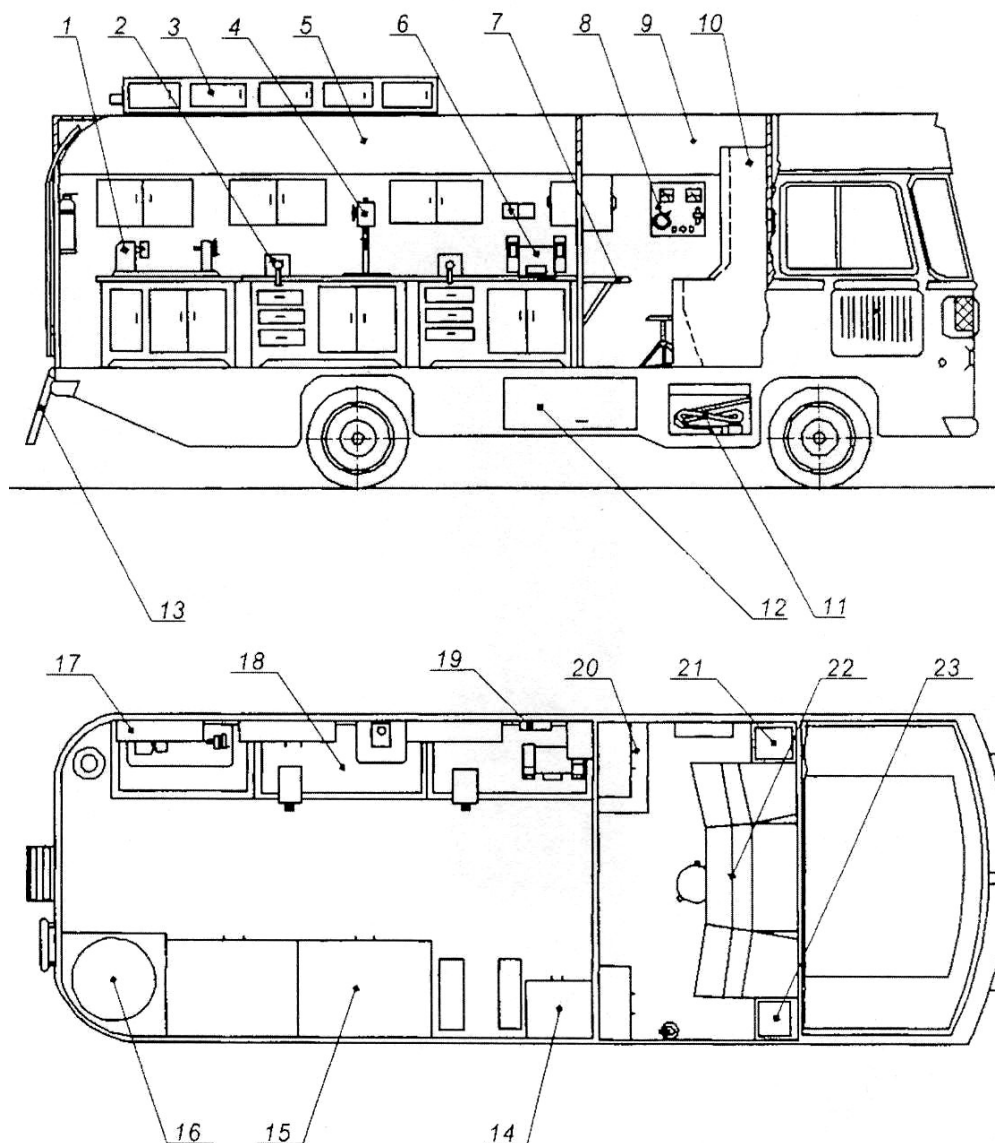
Один із варіантів пересувної ремонтно-діагностичної майстерні наведено на рисунку 3 з дизельним двигуном, який має витрату палива 25 л/100 км (тепловоз ЧМЕ-3 під час одиничного руху витрачає 100 л/100 км).

Майстерня має два відсіки – діагностичний і ремонтний, забезпечена переносною електростанцією потужністю 3,5 кВт, а також є можливість підключення живлення від стороннього джерела електричного струму.

Для виконання діагностичних операцій передбачено штат у кількості двох осіб, одна з них знаходиться на тепловозі для підключення пристроїв, а інша біля пульта відсіку діагностики. До складу ремонтної групи входять два слюсарі – дизеліст та електрик. До складу переносних приладів додається ендоскоп й прилад для перевірки щільності циліндра, пірометр для визначення температури вихлопних газів; електронний стетоскоп для контролю шумів у вузлах тепловоза; переносний пристрій для діагностики форсунок без зняття з дизеля; пристрої для контролю тиску і температури в системах дизеля та ін. Є також прилади діагностування електричних машин та апаратів без зняття їх з тепловоза – для визначення місця витoku струму і корпусних замикань, контролю стану ізоляції електричних машин, ланцюгів та апаратів керування, система «Докор – 030»; регулювання реле боксування без зняття з тепловоза. На горизонтальній панелі розміщені клавіатура і принтер обчислювального комплексу. Застосовується стандартне



обладнання для перевірки акумуляторної батареї, перевірки роботи АЛСН та ін.



1 – токарний верстат; 2 – лещата настільні; 3 – стелажі для зберігання мастила; 4 – свердлильний верстат; 5 – відсік виконання ТО-2; 6 – точильний верстат; 7 – відкидний стіл; 8 – щит управління; 9 – відсік діагностики; 10 – пульт діагностики; 11 – розетка зовнішньої мережі; 12 – кабелі підключення до тепловозу; 13 – відкидна площадка та сходинок; 14 – шафа для одягу; 15 – шафа для ЗІП; 16 – ємність з дистильованою водою; 17 – шафа з інструментом та приладами; 18 – верстак слюсарний; 19 – аптечка; 20 – шафи для діагностичних приладів; 21 – випрямляч; 22 – прилади для діагностування; 23 – трансформатор

### Рисунок 3 – Пересувна майстерня для виконання ТО-2

Запасні частини комплектуються залежно від замовлення або на підставі обробки статистичної інформації щодо найчастіше змінюваних деталей дизеля й його допоміжних систем, автогальмового обладнання та електричних машин й апаратів, екіпажної частини.

Інструмент для ремонтних робіт розташовано у другому відсіку на стелажах поряд з малогабаритними точильним, свердлильним і токарним верстатами настільного виконання. Є устаткування для газового й електричного зварювання, витратні матеріали (мастила, олива, дистильована вода та ін.).

Упровадження пересувної установки технічного огляду ТО-2 і діагностування тепловозів, яка має кваліфікованих слюсарів і укомплектована потрібним обладнанням для ремонту, запасними частинами та витратними матеріалами, дає змогу заощадити час розміну тепловозів, паливно-мастильні матеріали, зокрема дизельне паливо, розвантажити ділянки обертання тепловозів на розмін, зменшити кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами тепловозів, поліпшити якість виробництва ТО-2 шляхом діагностування вузлів і агрегатів тепловоза і впровадження нових технологій з виробництва технічного обслуговування, скоротити кількість тепловозів, що експлуатується, збільшити час корисної роботи та періоди між ТО-2.

**Дільниці технічного обслуговування ТО-3 і поточного ремонту ПР-1.** Позиції ремонтних дільниць для виробництва ТО-3 і ПР-1 тепловозів мають канали для огляду і ремонту екіпажної частини, гальмового устаткування, тягових електродвигунів. Оглядові канали мають відповідати типовому проекту. Кожна позиція обладнується водопроводом, каналізацією, трубопроводом стиснутого повітря для користування пневматичним інструментом і обпресування систем локомотива. До позицій підведена електроенергія для роботи електричного інструменту і низковольтна напруга для освітлення.

Локомотиви на ремонтні позиції подаються тепловозом або шляхом живлення їхніх тягових електродвигунів від стороннього

джерела електроенергії зниженої напруги. Тепловози подаються при непрацюючому дизелі.

При виконанні ТО-3 і ПР-1 у депо, що мають велику програму ремонту, організовуються потокові лінії. Доцільність потокової лінії при виробництві ПР-1 виправдається, якщо програма ремонту складається з двох і більш локомотивів за добу, а потокова лінія ТО-3 – при шести і більш обслуговуваннях за добу. Передбачені два варіанти потокової лінії: на одному наскрізному шляху з п'яти технологічних позицій; на двох суміжних шляхах із чотирьох технологічних позицій. На першій позиції проводиться здавання локомотива бригадою, діагностування, зовнішнє очищення й миття; перевірка справності вимірювальних приладів електричних кіл і апаратів, перевірка роботи дизеля за позиціями і паливною апаратурою, а також інших механізмів і устаткування, які розташовані в кузові локомотива. Позиція обладнується пристроєм для зовнішнього миття локомотивів на відкритому майданчику, а також продування стиснутим повітрям або паром (у літню пору) секцій холодильника.

На другій позиції сушать тягові двигуни, продувають високовольтну камеру, кабінку машиніста і дизельне приміщення. На цій самій позиції за потреби зливають оливу і воду; на двотактних дизелях очищають від нагару випускні і продувні вікна циліндрів; знімають фільтри грубого очищення для ремонту, оглядають і кріплять рукави, що підводять охолодне повітря до тягових електродвигунів; зливають відстій із букс моторно-осьових підшипників.

На третій позиції виконують огляд, технічне обслуговування вузлів і агрегатів, усувають виявлені несправності. Оглядають всі електричні машини й апарати, особливо колектори електричних машин, і очищають міжламельні проміжки. Оглядають кріплення кабелів і заміряють опір ізоляції головного генератора, електричних кіл. Ретельному огляду піддаються дизель і допоміжне устаткування.

На екіпажній частині оглядають рами візків, колісні пари, ресорне підвішування, букси, бічні опори рам візків, кожуха зубчастих передач, моторно-осьові підшипники, деталі гальмової передачі.

Позиції обладнані бічними агрегатами з гідравлічними домкратами вантажопідйомністю 15 т для заміни зношених деталей ресорного підвішування і канавними агрегатами для вивішування колісно-моторних блоків. На цій позиції може бути встановлений стенд для віброакустичної діагностики колісно-моторних блоків, за допомогою якого можна оцінювати стан моторно-осьових і якірних підшипників і зубчастої передачі. Тут же перевіряють роботу АЛСН і автостопа, радіостанції, перевіряють стан акумуляторних батарей і за потреби виконують підзарядку. Позиція обладнується пристроєм для постачання тепловозів мастилами.

На четвертій позиції, розташованій поза будинком цеху, після запуску дизеля перевіряють чіткість спрацювання електричних апаратів; регулюють роботу регулятора напруги; перевіряють і регулюють за позиціями частоту обертання колінчастого вала дизеля; оглядають секції холодильника й усувають витoki в з'єднаннях; перевіряють роботу паливної апаратури. На цій самій позиції перевіряють роботу автогальмового устаткування з виміром щільності гальмової магістралі. Виконуються і інші ремонтні роботи відповідно до технічних процесів.

Для вводу і виводу тепловоза і електровоза з цехів ТО-3 і переміщення по позиціях усередині цеху застосовують спеціальний пристрій, що дає змогу жити тягові електродвигуни зниженою напругою.

На дільниці ПР-1 розташовуються позиції для обточування колісних пар без викочування з-під локомотива і позиція зі скато-опускним пристроєм для викочування колісно-моторних блоків. Ці позиції залежно від конкретних умов і спеціалізації депо можуть розташовуватися на інших дільницях.

На дільницях ПР-1 і ТО-3 тепловозів встановлюють електрифіковані кран-балки вантажопідйомністю 2 т для зняття нагнітачів, турбокомпресорів, циліндро-поршневої групи (якщо потрібно).

Для огляду вузлів і деталей, розташованих у кузові тепловоза, і секцій холодильників застосовують високі робочі платформи у поєднанні зі зниженою підлогою відносно головки

рейки (рисунок 4). Високі платформи розташовують на рівні входу до дверей кузова локомотива.

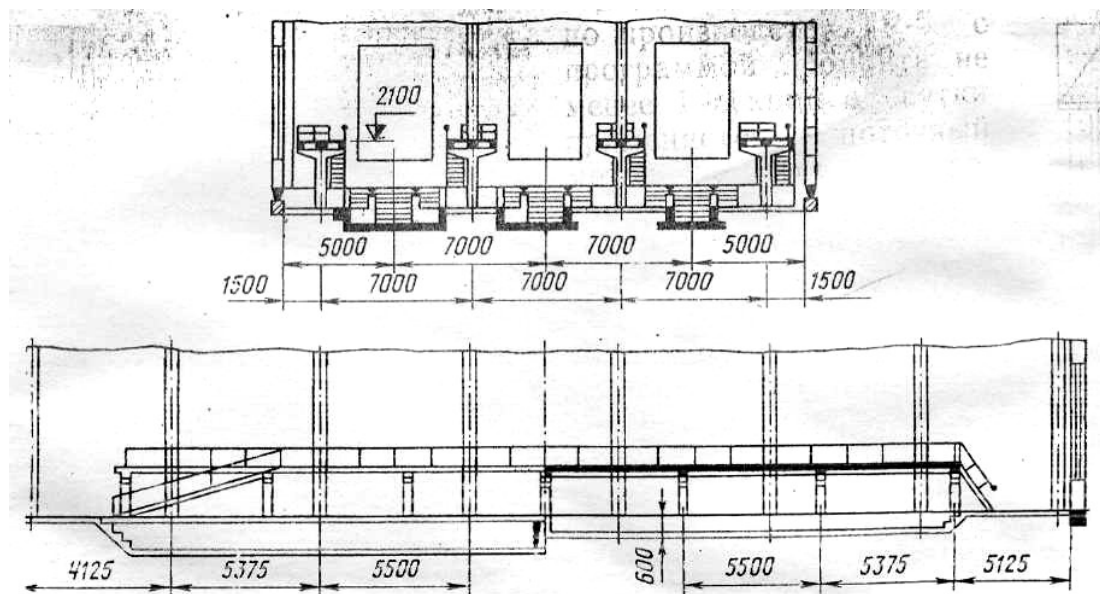
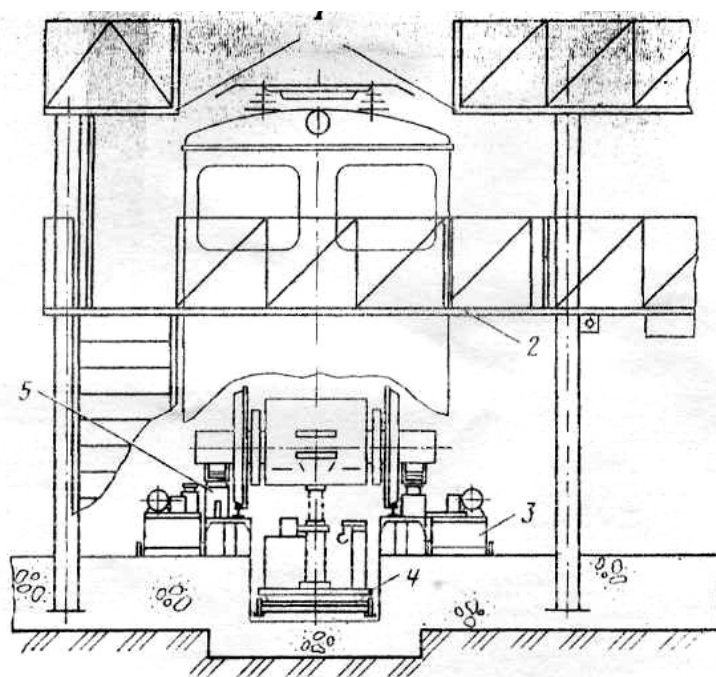


Рисунок 4 – Ремонтні позиції з високими платформами і зниженою підлогою

На платформах розташовуються робочі місця слюсарів із верстатами і стелажамі. В електровозних депо використовують двоповерхові робочі площадки (рисунок 5). Другий поверх розміщують на рівні даху електровоза. Знижена підлога створює зручності для ремонту й огляду ходових частин локомотивів.



## Рисунок 5 – Механізована позиція

Для зняття та встановлення секцій холодильника застосовують пересувні металеві майданчики. В депо для виконання ТО-3 та ПР-1 будують механізовані позиції (рисунок 5).

Ця позиція обладнана технологічною платформою 1, торцевою платформою 2, бічним агрегатом 3, канавним агрегатом 4, підставкою 5 для колісних пар. Крім того, тут розташовують агрегати для вивішування колісно-моторних блоків, пристрої для відсмоктування пилу і сушіння тягових електродвигунів, заправні агрегати з дозаторами мастила, зарядну установку й інше устаткування.

Після виконання ПР-1 тепловозам виконуються контрольні реостатні випробування, а електровози випробують під контактним проводом з метою перевірки дії устаткування та електричних схем.

У складі заготівельних ділянок експлуатаційних депо, що виконують ТО-3 і ПР-1, організовуються тільки ті відділення, що забезпечують поточне утримання локомотивів – екіпажне, автогальмове, електроапаратне, акумуляторне, швидкостемірів і АЛСН, струмоприймачів, мідницьке, столярно-малярське, а також слюсарно-токаряське. У тепловозних депо, крім того, є відділення з ремонту паливної апаратури і фільтрів. У депо, в яких ремонтується МВРС, як правило, створюють полімерні відділення.

До допоміжних ремонтних відділень належать інструментальне, з ремонту механічного й енергетичного устаткування (ремонтно-господарче), водопідготовче, компресорна, агрегатне відділення.

Перелік і кількість основного устаткування депо залежить від виду виконуваних ремонтів та фронту ремонту (програми ремонтів) й визначається переліком устаткування, яке передбачено проектом будівництва (реконструкції) депо і на основі досвіду експлуатації.

Кількість необхідного устаткування кожного типу може бути визначена за формулою

$$A_{об} = (\alpha_{ПР-3}N_{ПР-3} + \alpha_{ПР-2}N_{ПР-2} + \alpha_{ПР-1}N_{ПР-1} + \alpha_{ТО-3}N_{ТО-3})\alpha_{гос}/\beta_{об}\Phi, (18)$$

де  $\alpha_{\text{ПР-3}}$ ,  $\alpha_{\text{ПР-2}}$ ,  $\alpha_{\text{ПР-1}}$ ,  $\alpha_{\text{ТО-3}}$  – норми витрат верстато-агрегатородин на один поточний ремонт і технічне обслуговування;

$\alpha_{\text{Гос}}$  – коефіцієнт, що враховує витрати верстато-агрегатородин на господарські роботи в депо по відношенню до витрат на ремонт локомотивів; для верстатного обладнання  $\alpha_{\text{Гос}} = 1,05 \dots 1,2$ ;

$\beta_{\text{об}}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на ремонт верстатного обладнання; може бути прийнято рівним 0,94-0,97;

$\Phi$  – річний фонд часу роботи обладнання.

Явочний контингент робітників, зайнятих на технічному обслуговуванні і поточному ремонті локомотивів і МВРС, визначається за формулою

$$R_{\text{я}} = \sum_1^p \sum_1^c T_{ij} N_{ij}^{\text{річ}} / \Phi_{\text{я}}, \quad (19)$$

де  $T_{ij}$  – планова трудомісткість одиниці  $i$ -го виду ремонту (обслуговування)  $j$ -ї серії локомотива, МВРС, люд. год;

$N_{ij}^{\text{річ}}$  – річна програма  $i$ -го ремонту (обслуговування)  $j$ -го локомотива МВРС, од.;

$\Phi_{\text{я}}$  - річний фонд робочого часу одного явочного робітника, год;

$p, c$  - загальна кількість видів ремонтів і серій.

Річний фонд робочого часу неоднаковий для різноманітних категорій робіт.

Для розрахунку облікового складу працівників необхідно отриманий контингент скорегувати з урахуванням коефіцієнта потреби на заміщення робітників, що перебувають у відпустці, хворих і виконуючих державні або громадські обов'язки –  $K_3$ . На основі аналізу звітних даних локомотивних депо встановлено, що  $K_3 = 0,081 \dots 0,1$ .

Обліковий контингент визначається за формулою

$$R_c = R_{\text{я}}(1 + K_3). \quad (20)$$

У депо має бути передбачено штат слюсарів для усунення раптових відмов (непланових ремонтів) устаткування локомотивів і МВРС. Для розрахунку цього штату працевитрати визначають за фактичними даними у розмірі за минулий рік.

Чисельність робітників для виконання програми ремонту за кожною групою робіт або окремих вузлів локомотива з урахуванням частки їхньої трудомісткості у відповідному виді ремонту визначається за формулою

$$R_{\text{я}} = \sum_1^p \sum_1^c T_{\text{rij}} N_{\text{rij}} / \Phi_p, \quad (21)$$

де  $T_{\text{rij}}$  – планова трудомісткість  $p$ -ї ремонтної роботи  $i$ -го виду ремонту (обслуговування)  $j$ -ї серії локомотива, МВРС, люд. год;

$\Phi_p$  – річний фонд робочого часу (явочний) одного (облікового) робітника  $p$ -ї ремонтної роботи.

Чисельність керівних, інженерно-технічних працівників і службовців приймають за штатними розкладами, розробленими відповідно до затверджених Укрзалізницею типових штатів і нормативів, з урахуванням конкретних умов роботи депо, установлені для нього групи і затвердженого фонду заробітної плати.

Слюсарі з ремонту локомотивів організуються в комплексні і спеціалізовані бригади. Комплексна бригада створюється за технологічною ознакою й об'єднує групу робітників різноманітних професій (за фахом) для виконання комплексу технологічно різнорідних, але взаємозалежних робіт, що охоплюють повний цикл виробництва (одиниця технічного обслуговування або ремонту локомотива). Робітники комплексних бригад повинні уміти виконувати роботи однієї або декількох професій.

Спеціалізована бригада організується із робітників однієї професії, зайнятих технічним оглядом або ремонтом



однойменних вузлів локомотивів або виготовленням одного виду деталей (ремонт дизеля, автогальмового устаткування, АЛСН, акумуляторних батарей, паливної апаратури тощо).

Комплексні і спеціалізовані бригади залежно від технологічного процесу й умов роботи можуть бути наскрізними, тобто об'єднуючими робітників декількох змін.

#### **4 ДІАГНОСТИКА Й ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ**

Будова конструкцій електрорухомого складу і тепловозів об'єктивно диктується вимогами збільшення потужності, зниження енергетичних витрат на тягу поїздів, підвищення безпеки руху, автоматизацією керування з вибором оптимальних режимів і т. д.

Аналіз експлуатації показує, що під час руху у машиніста у більшості випадків немає можливості не лише визначити несправний елемент, але навіть з'ясувати дійсну причину пошкодження через велику кількість причинно-наслідкових залежностей. Ремонтний персонал пунктів технічного обслуговування без сучасних засобів технічної діагностики не завжди у змозі оперативно і точно визначити несправний елемент і об'єктивно оцінити стан устаткування. В існуючих умовах огляд і перевірки устаткування при планових ремонтах не завжди можуть служити гарантією надійної роботи і вимагають перегляду організації передрейсової підготовки.

Особливо великою складністю відрізняються схеми сучасних локомотивів із тиристорно-імпульсними системами керування, із передачами потужності змінного струму. Ускладнюється не тільки електрична, але і механічна частина за рахунок використання більш складних систем підвіски і передач, гальмових і ресорних систем. У зв'язку з цим збільшується обсяг контрольних робіт на ТО і підвищуються вимоги до їхньої якості й ефективності. Дослідження показують, що із загальної кількості операцій ТО більш 50 % припадає на контрольні роботи. Одночасно аналіз технологічних процесів ТО і ПР, наприклад тепловозів, показує, що ще недавно робочий час використовувався непродуктивно – близько 20 % часу ТО

витрачається на локалізацію дефектної ділянки (виявлення несправного вузла або агрегату), близько 40 % – на пошук дефекту усередині цієї ділянки і тільки 35 % – на відновлення (ремонт) елемента, що відмовив. Тому настільки є актуальним розроблення методів і засобів виявлення несправностей, контролю технічного стану деталей, вузлів і агрегатів локомотивів. Потрібна їй відповідна організація технічного обслуговування, поєднана з контрольно-діагностичними операціями, які виконуються на спеціалізованих позиціях.

Діагностування – особливий технологічний процес технічного контролю, що полягає у визначенні стану і прогнозуванні працездатності устаткування за діагностичними параметрами, функціонально пов'язаний із робочими параметрами, що характеризують технічний стан цього устаткування.

Технічною діагностикою вирішуються три типи завдань:

завдання діагнозу визначення технічного стану, в якому перебуває локомотив і його елементи на даний час;

завдання прогнозування стану локомотива і його елементів, в якому він перебуватиме в деякий майбутній момент часу;

завдання генезису визначення стану локомотива і його елементів, в якому вони перебували в деякий минулий момент часу (вік).

Практикою визначено такі види технічної діагностики локомотивів:

за призначенням технічна діагностика може бути спеціалізованою і поєднаною з плановими обслуговуваннями і ремонтами (тобто проведення окремих обстежень і комплексна оцінка стану при планових ремонтах);

щодо технологічного устаткування діагноз проводиться спеціалізованими пристроями або основними приладами;

за режимом проведення планової діагностики і за потреби;

за місцем у системі технічного обслуговування – на потоковій лінії комплексної технічної діагностики при визначенні стану або завершальна перевірка після виконаного ремонту.

Система технічного діагностування локомотива як складного об'єкта технічного діагностування повинна мати

інформаційне, технічне і математичне забезпечення. Інформаційне забезпечення включає засоби одержання діагностичної інформації, її збереження і систематизацію. Технічне забезпечення являє собою сукупність засобів діагностування (ТЗД), що складаються із пристроїв одержання й опрацювання діагностичної інформації (діагностичні прилади, датчики, сигналізатори тощо). Математичне забезпечення містить алгоритми і програми розпізнавання технічних станів локомотива і його складових одиниць.

Системи діагностування можуть бути: локальні або загальні; функціонального або тестового діагностування, універсальні або спеціалізовані; умонтованого діагностування або зовнішніх засобів, автоматичні, автоматизовані або ручні.

Умонтовані засоби діагностування, розроблені на стадії проектування локомотивів, забезпечують безупинний контроль роботи або діагностичних параметрів устаткування локомотивів у процесі експлуатації. До таких засобів належать амперметри, швидкостеміри та ін.

Бортові системи діагностики у поєднанні зі стаціонарними пристроями перевірок і пошуку несправностей дають змогу одержати необхідну інформацію для керування станом локомотивів, знизити витрати на обслуговування і ремонт та зменшити кількість позапланових ремонтів і відмов локомотивів на шляху прямування.

Порядок застосування систем діагностування має передбачати три етапи: підготовчий, основний і заключний. На підготовчому етапі локомотив проходить очищення на обмивальній площадці, потім виконується зовнішній огляд локомотива, аналіз записів у журналі технічного стану та аналіз діагностичної інформації від убудованих засобів діагностування, монтаж або підключення пристроїв сполучення із засобами діагностування, прийняття попереднього рішення про обсяг діагностичних процедур.

На основному етапі встановлюються режими діагностування, проводиться власне діагностування і реєстрація отриманої інформації. На заключному етапі здійснюється постановка діагнозу, на підставі якого приймається рішення про подальшу експлуатацію локомотива, регулювання або

відновлення втраченої працездатності локомотива і його складальних одиниць, потім ТЗД від локомотива відключаються і демонтуються додаткові стикувальні пристрої.

При технічному обслуговуванні здійснюється комплекс робіт для підтримки справності або працездатності одиниці ТРС (контрольні, кріпильні, регулювальні, змашувальні, екіпірувальні та ін.), що виконуються, як правило, без розбирання або зняття окремих складальних одиниць і деталей. При технічному обслуговуванні діагностування одиниці ТРС має проводитися вбудованими і зовнішніми засобами діагностування за технологічними картками, при цьому спочатку має проводитися оцінка працездатності локомотива в цілому і, у першу чергу, тих його складальних одиниць, що забезпечують безпеку руху і безпеку роботи обслуговуючого персоналу, а також, за потреби, має проводитися пошук дефектів і пошкоджень.

Мета діагностування при технічному обслуговуванні (ТО-2, ТО-3) полягає в оцінці технічного стану одиниці ТРС і її складових частин, на підставі якої:

перед проведенням технічного обслуговування з використанням систем діагностування визначається дійсна потреба у проведенні планових робіт, характерних для даного виду технічного обслуговування, а також понадциклових робіт з усунення дефектів і пошкоджень, з урахуванням зауважень локомотивної бригади й аналізу діагностичної інформації, отриманої від вбудованих засобів діагностування;

за результатами діагностування перед проведенням технічного обслуговування визначається потреба у заміні вузлів. Найбільш обґрунтованим висновком про можливість невиконання планової роботи є той, що приймається на підставі застосування системи діагностики, яка формує прогноз залишкового ресурсу певного вузла чи агрегату;

у процесі проведення технічного обслуговування визначаються місця і причини виявлених і можливих дефектів та пошкоджень із видачею рекомендацій з їх усунення шляхом регулювання або заміни складальних одиниць локомотива;

після проведення технічного обслуговування визначається якість проведеного обслуговування шляхом оцінки діагностичних

параметрів, що характеризують працездатність складальних одиниць і локомотива в цілому.

Впровадження в експлуатаційну практику діагностичних методів об'єктивного контролю за станом деталей, вузлів і агрегатів дає змогу доцільно сполучити принципи планово-попереджувального ремонту з ремонтом за фактичним станом. При цьому вирішуються багато важливих проблем, які пов'язані з підвищенням надійності експлуатованого парку локомотивів, економією електроенергії і палива на тягу поїздів, зниженням трудомісткості ремонту. Розроблено і запроваджено діагностування технічного стану тепловозних дизелів за спеціальним аналізом оливи, герметичністю камер циліндрів, колісно-моторних блоків за віброакустичними характеристиками, якірних, моторно-осьових і буксових підшипників, тягових зубчастих передач за даними вертикальних віброприскорень та ін.

Проведення робіт із діагностики локомотивів і узгодження цих робіт із системою технічного обслуговування і ремонту сприяло створенню потокових ліній комплексної діагностики при проведенні ТО-2, ТО-3 та поточних ремонтів (рисунок 6).

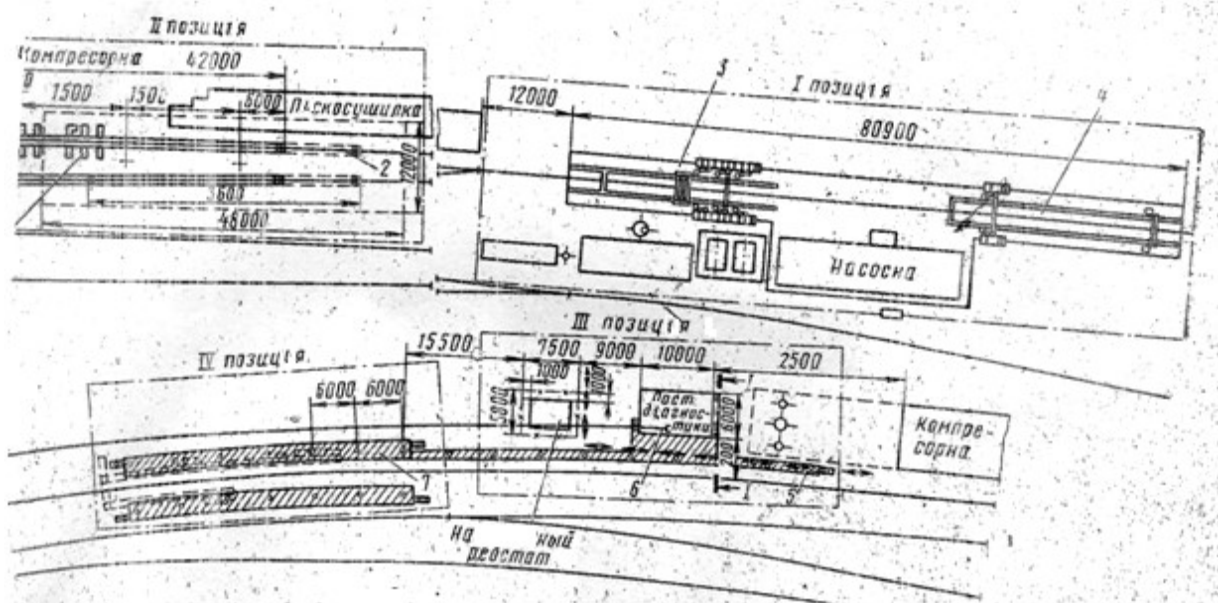


Рисунок 6 – Структурна схема потокової лінії комплексної діагностики й технічного обслуговування

Технологічний процес потокової лінії діагностики депо Основа Південної залізниці містить проведення робіт із діагностування систем тепловоза у сполученні з операціями з технічного обслуговування. Поетапно технологічний процес розподіляється на чотири позиції: статистична оцінка стану тепловоза, механізоване миття й очищення від нагару турбокомпресорів; діагностування і технічне обслуговування колісно-моторних блоків і екіпажної частини тепловоза; діагностування дизель-генераторної установки, електричної схеми, допоміжних електричних машин; діагностика стану дизелів за допомогою спектрального аналізу оливи, перевірка АЛСН і поїзного зв'язку; необхідний ремонт, регулювання й екіпірування тепловоза.

Якщо тепловоз ставлять на лінію діагностики, то він не проходить ТО-2, а заїжджає безпосередньо в депо на обмивальний майданчик, де проходить підготовчий етап діагностики. Діагностика тепловоза на цій позиції суміщена з проведенням миття, очищення кузова і ходової частини тепловоза. Тут так само можна промити турбокомпресори без зняття і відібрати дизельну оливу для аналізу. При цьому вивчають записи в журналі технічного стану і перевіряють роботу дизель-генератора на холостому ходу. Після підготовчого етапу тепловоз ставлять на І позицію потокової лінії, де перевіряють стан екіпажної частини.

Тут визначають ступінь нагріву букс і моторно-осьових підшипників, контролюють прокат бандажів колісних пар, за допомогою інструментів перевіряють автозчіпні прилади. Тут також виконуються такі роботи: перевірка щільності гальмової магістралі; відкриття люків і обдування колекторних камер ТЕД; перевірка і поповнення рівня оливи в моторно-осьових підшипниках і осьовому редукторі.

На II позиції проводять перевірки при непрацюючому двигуні, визначають стан електричних машин і апаратів та їх кіл, акумуляторних батарей, пристроїв АЛСН і радіозв'язку.

III позиція потокової лінії є спеціалізована будівля з установкою контрольного обладнання. Передбачена установка в тій самій будівлі квантометра МФС-5 або іншого. На цій позиції перевіряють роботу дизель-генератора і схеми збудження при

працюючому дизелі, визначають стан паливної апаратури, повітропостачання, температурний стан дизеля, перевіряють допоміжні електричні машини з підключенням тепловоза до реостатної установки.

IV позиція потокової лінії передбачає організацію екіпірування, усунення виявлених несправностей і прийняття рішення про можливість видачі тепловоза в експлуатацію.

Для діагностування електровозів застосовують стаціонарний перевірний комплекс, який містить високовольтний блок комутації, блок виміру опору ізоляції, джерело живлення силових ланцюгів й ланцюгів керування, датчики підйому і натискання на контактний провід струмоприймача, датчика спрацьовування контакторних елементів групового перемикача і кута його повороту, стикувальні пристрої, виносний пульт оператора та ін. Для технічного діагностування на електровозі встановлюють датчики, вихідні сигнали яких несуть необхідну інформацію про стан устаткування.

**Дефектоскопія.** У локомотивних депо широко застосовується одержала електромагнітна й ультразвукова дефектоскопія відповідальних деталей локомотивів, що дає змогу своєчасно виявити дрібні поверхневі і внутрішні тріщини. Перелік деталей локомотивів, яким потрібна дефектоскопія, і періодичність регламентуються правилами поточного ремонту і технічного обслуговування.

У локомотивних депо використовують різноманітні типи дефектоскопів: сідлоподібні змінного струму ДГС-М для перевірки середньої частини осей колісних пар; круглі нерознімні змінного і постійного струму для перевірки буксових шийок і передпідматочинної частини й інших деталей; стаціонарні постійного струму для перевірки осей колісних пар, значних валів і інших деталей; стаціонарні змінного струму для перевірки обойм і роликів підшипників; настільні змінного струму типу ДГН-1Б для перевірки деталей діаметром до 80 мм; переносні типу ПР473А для перевірки шестерень тягової передачі й ін.

Ультразвукові дефектоскопи УЗД-56М використовуються для виявлення внутрішніх вад деталей, зварних швів, тріщин шийок колінчастих валів, осей і бандажів колісних пар, головок поршнів.

За результатами дефектоскопії в депо ведеться журнал реєстрації відповідальних деталей локомотивів, які забраковані за тріщинами і іншими дефектами.

**Реостатні випробування.** Для навантаження дизель-генераторної установки використовують водяні реостати, а іноді спеціальні інверторні установки, що забезпечують рекуперацію електроенергії в мережу.

Випробування складаються з двох етапів: обкатного і здавального. При обкатних випробуваннях дизель-генераторна установка навантажується поступово від режиму холостого ходу до номінальної потужності. При цьому відбувається припрацювання деталей дизеля, генератора, допоміжних електричних машин, компресора й інших агрегатів. При обкатних випробуваннях перевіряють і регулюють теплові параметри і потужність дизеля, настроюють зовнішню характеристику генератора, вузли автоматичного регулювання потужності й обмеження струму, регулятор напруги, реле переходу, перевіряють роботу приладів захисту. При здавальних випробуваннях дизель-генераторна установка має працювати без припинення протягом 1 год, причому не менше 40 хв при повній потужності. Результати реостатних випробувань заносяться до журналу. Пульти керування реостатними випробуваннями розташовується в закритій кабіні, що має звукоізоляцію. Навколо стійл реостатних випробувань створюють звукозахисну зону.

Автоматизований комплекс «Кипарис» призначений для управління реостатними випробуваннями контролю і обробки параметрів, видачі рекомендацій щодо настроювання дизель-генераторної установки тепловозів.

## **5 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ**

Вибір оптимальної організації ТО і ПР ґрунтується на положеннях теорії надійності. Теорія надійності дає змогу на основі аналізу якості виготовлення устаткування локомотивів, МВРС, а також зміни їхніх характеристик у процесі експлуатації прогнозувати показники роботи в різних умовах експлуатації, визначати закономірності зношування устаткування і, головне,



можливість безвідмовної роботи окремих видів устаткування ТРС у цілому. Для вирішення зазначених завдань у депо ведуться спостереження за технічним станом локомотивів і МВРС, аналізуються дані цих спостережень, визначаються показники надійності. Відповідно до прийнятої термінології надійність – це властивість локомотива виконувати тягові функції, зберігаючи в час значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, збереження і транспортування. Надійність – властивість комплексна, що включає в себе безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереження.

Коли ми говоримо, що надійність конкретного агрегату локомотива дорівнює 0,95, це означає, що 95 % даних агрегатів, що перебувають в експлуатації, працюватимуть установлений період без відмови, а 5 % – відмовлять.

Безвідмовність – властивість локомотива і МВРС безупинно зберігати працездатність протягом заданого часу без змушених перерв на ремонт.

Довговічність – спроможність локомотива і МВРС зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів.

Ремонтпридатністю називають пристосованість локомотива і МВРС до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень і усунення їх шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту.

Збереження – властивість локомотива і МВРС безупинно зберігати справний і працездатний стан протягом і після терміну перебування в резерві і транспортування.

Надійність характеризується станами, подіями і властивостями локомотива і МВРС.

Розрізняють стани:

справний – ТРС допускається до поїзної або маневрової роботи і відповідає усім вимогам Правил технічної експлуатації (ПТЕ) і Правил ремонту (ПР); несправний ТРС не задовольняє хоча б одну вимогу ПТЕ або ПР. Наприклад, несправними є звукові сигнали в працюючій кабіні машиніста, все інше устаткування справне. Такий локомотив працездатний, але

несправний, тому що, будучи несправним, локомотив може зберігати працездатність;

працездатний – ТРС забезпечує виконання тягових функцій із установленими технічними параметрами в межах що припускаються змін їхнього стану. Поняття справність ширше, чим працездатність;

непрацездатне ТРС не може виконувати тягові функції з нормативними параметрами. Наприклад, забороняється допускати до експлуатації локомотиви, що мають несправності колісних пар, поперечну тріщину осі та ін.

Перехід з одного стану в інший є подією. Найбільш важливими подіями, що відбивають специфіку надійності ТРС, є відмова й пошкодження.

Відмова – подія, що полягає в порушенні працездатного стану ТРС (агрегату, вузла, деталі), у результаті чого він цілком або частково втрачає свої тягові властивості і потребує відновлення або заміни елементів ТРС. Відмовою локомотива слід вважати будь-яку технічну несправність, що викликала раптове припинення поїзда на ділянці для її усунення.

Відмови агрегатів, вузлів, деталей, розподілені в часі або пробігу, називаються потоком відмов.

Подія, що полягає в порушенні справного стану локомотива при зберіганні його працездатності, називається пошкодженням. До пошкоджень можна віднести перегорання освітлювальних ламп, ум'ятини на кожусі, несправності деяких вимірювальних приладів тощо.

Дуже важливо правильно класифікувати зміни стану локомотива і його устаткування (відмова, несправність і пошкодження) за місцем появи (на лінії, у депо при ТО або ПР і т. д.), за впливом на виконання графіка прямування поїздів, за тривалістю ліквідації відмови тощо.

Відмови розподіляють на дві групи: які виникають у нормальних умовах експлуатації і в результаті порушення встановлених правил і норм експлуатації. При дослідженні надійності враховуються відмови тільки першої групи.

Для попередження відмов необхідно встановити їхній характер. Відмови поділяють на дві групи: випадкові (раптові, непараметричні) і поступові (зношені, параметричні). Випадкові

(раптові) відмови звичайно важко попередити, тому що моменти їх появи не можуть бути встановлені заздалегідь, тому що визначальні їхні параметри або невідомі, або не піддаються контролю, або потребують дуже трудомісткого і дорогого контролю. Водночас сучасні засоби технічної діагностики і правильно організована система ТО і ПР локомотивів дають змогу довести до мінімуму потоки випадкових відмов.

Поступові відмови пов'язані зі змінами зносу, що спостерігаються, параметри якого можна контролювати, і можна запобігати появі відмов відповідними впливами на ці параметри.

Кількісним показником безвідмовності є можливість безвідмовної роботи  $P(l)$ . Це статистичний показник і визначається як можливість того, що за певних умов експлуатації протягом заданого періоду, інтервалу (пробігу або часу) відмова об'єкта не виникне. Тоді

$$P(l) = M(l)/M, \quad (22)$$

де  $M(l)$  – число об'єктів, що безвідмовно працювали протягом періоду/(напрацювання);

$M$  – число об'єктів, працездатних до початкового моменту  $l=0$ .

Важливим показником надійності є інтенсивність відмов – вірогідність відмови неремонтованого вузла локомотива в одиницю часу (або пробігу) після даного моменту часу за умови, що відмова вузла до цього моменту не виникала. Інтенсивність відмов є відношення числа вузлів, що відмовили в одиницю часу (або пробігу), до середнього числа вузлів, що справно працюють протягом цього самого періоду.

Для оцінки надійності локомотивів і МВРС і їхнього устаткування використовуються показники, обумовлені розрахунковими формулами:

- середнє напрацювання на відмову неремонтованого устаткування за формулою

$$L_{o.cp} = \sum_1^{k'} n_{yi} l_{cpi} / M_o; \quad (23)$$

те саме ремонтваного устаткування за формулою

$$L'_{o.cp} = \sum_1^{M_0} \sum_1^{A_j} l_{ij} / \sum_1^{M_0} A_j(l); \quad (24)$$

можливість безвідмовної роботи за формулою

$$P(l) = 1 - \sum \Delta M_o(1 + M_o); \quad (25)$$

інтенсивність відмов за формулою

$$\lambda(l) = [m_y(l) - m_y(l + \Delta l)] / m_y(l + \Delta l); \quad (26)$$

де  $n_{yi}$  – число неремонтованих вузлів, які вийшли із ладу у  $i$ -му інтервалі пробігу;

$l_{cpi}$  – середній пробіг у  $i$ -му інтервалі;

$k'$  – число інтервалів пробігу до виходу з ладу всіх  $M_0$  неремонтованих вузлів (локомотивів);

$M_o$  – обсяг вибірки – число локомотивів (вузлів), що спостерігаються, на початок експлуатації;

$\sum \Delta M_o(l)$  – число локомотивів, що відмовили в процесі експлуатації за період  $l$ ;

$l_{ij}$  – період роботи  $j$ -го локомотива між попередньою  $i$ -ю і наступною  $i$ -ю відмовами;

$A_j(l)$  – число відмов  $j$ -го локомотива за період  $l$ ;

$m_y(l)$  – число справних вузлів у момент  $l$ ;

$m_y(l + \Delta l)$  – те саме до моменту  $l + \Delta l$ .

У депо розрахунки ведуть із використанням статистичних даних, які накопичені у період експлуатації локомотивів і МВРС. Для одержання при розрахунках результатів із відносною помилкою не вище заданого розміру  $\Delta$  з довірчою можливістю  $\rho$  мінімальна кількість спостережень або обсяг вибірки  $M_0$  можна визначити за формулою

$$M_o = l_n(1 - \rho) / l_n P(l). \quad (27)$$

Надійність устаткування локомотивів, що ремонтуються, оцінюють так само, як і безвідмовність, такими показником-параметром потоку відмов  $\omega(l)$ , ремонтпридатності і середнім часом відновлення  $T_B$ , а також комплексними показниками: коефіцієнтом технічної готовності  $K_{\text{ГОТ}}$ , коефіцієнтом ремонтних витрат  $K_{\text{РЕМ}}$ , питомими витратами на обслуговування і поточні ремонти  $C_{\text{уд}}$ :

$$\omega(l) = [\sum_1^{M_0} m_j(l + \Delta l) - \sum_1^{M_0} m_j(l)] / M_0 \Delta l = \Delta m l M_0 \Delta l ; \quad (28)$$

$$T_B = \sum_1^{m_B} \tau_i / m_B; K_{\text{ГОТ}} = (T_0 - T_B) / T_0; K_{\text{РЕМ}} = \sum_1^{M_0} C_{mi} / M_0 C_L; \quad (29)$$

$$C_y = \sum_1^{M_{\text{ш}}} C_m / M_0 l, \quad (30)$$

де  $\tau_i$  – час відновлення працездатного стану одиниці ТРС після  $i$ -ї відмови;

$m_B$  – число відновлених одиниць ТРС;

$T_0$  – тривалість періоду регламентованого напрацювання;

$C_{mi}$  – сума витрат на технічне утримання одиниці ТРС із вибірки  $M_0$  у період до заводського ремонту;

$C_L$  – вартість локомотива;

$l_z$  – напрацювання до заводського ремонту;

$\Delta m$  – число відмов усіх  $M_0$  локомотива за інтервал  $\Delta l$ .

Дослідженнями надійності локомотивів в експлуатації займаються спеціальні групи (лабораторії) надійності.

## ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

- 1 Які дані потрібні для розрахунку програми ТО і ПР?
- 2 Як визначити добову програму ТО-2?
- 3 Як визначити річну програму ТО-3, ПР-1?
- 4 Надайте пояснення коефіцієнта циклічності ТО та ПР.
- 5 Як визначити програму ТО-4?

- 6 Як визначається річна програма ТО-3 та ПР-1 маневрових локомотивів?
- 7 Що таке фронт ремонту, як його визначають?
- 8 Надайте пояснення відсотка несправних локомотивів та методу його розрахунку.
- 9 За яким принципом будується графік постановки ТРС на ТО та ПР?
- 10 Як визначити кількість ремонтних позицій ТО-2, ТО-3, ПР-1?
- 11 Як визначити кількість ремонтних позицій для виконання ТО-4 та реостатних випробувань?
- 12 Які додаткові позиції (стійла) треба мати в локомотивному депо?
- 13 Які операції виконують при митті локомотивів і МВРС?
- 14 Надайте характеристику устаткування ПТОЛ; його призначення.
- 15 Назвіть склад обслуговування в обсязі ТО-2 маневрових тепловозів, які працюють на віддалених від депо станціях.
- 16 Надайте характеристику пересувної майстерні для виконання ТО-2.
- 17 Які роботи виконуються робітниками пересувної майстерні з обслуговування дизеля?
- 18 Які роботи виконуються робітниками пересувної майстерні з обслуговування електрообладнання і електричних машин?
- 19 Які переваги пересувної майстерні?
- 20 Надайте характеристики дільниць для виконання ТО-3 і ПР-1.
- 21 Яке обладнання застосовується на ПТОЛ для ТО-2 електровозів?
- 22 Як визначити кількість устаткування кожного типу?
- 23 Як визначити явочний та списковий штат робітників ТО та ПР?
- 24 Що таке діагностування, які вирішуються типи завдань при цьому?
- 25 Мета діагностування при технічних обслуговуваннях ТО-2, ТО-3, ПР-1.
- 26 Охарактеризуйте заходи діагностування тепловозів на потоковій лінії.

27 Назвіть основні задачі дефектоскопії та реостатних випробувань.

28 Яке обладнання застосовується при виконанні реостатних випробувань тепловозів?

29 Надайте основні поняття надійності роботи локомотивів.

30 Надайте перелік станів локомотивів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Айзинбуд, С. Я. Локомотивное хозяйство [Текст]: учебник / под ред. С. Я. Айзинбуда. – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.

2 Айзинбуд, С. Я. Эксплуатация локомотивов [Текст]: учебник / С. Я. Айзинбуд, П. Н. Кельперис. – 2-е изд., перераб. та доп. – М.: Транспорт, 1990. – 264 с.

3 Папченков, С. И. Локомотивное хозяйство [Текст]: пособие по дипломному проектированию / С. И. Папченков. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.

4 Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового та моторвагонного рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів) [Текст]: № 429-Ц/ОД: затв. Наказом Укрзалізниці від 15.10.2015. - К.: Укрзалізниця, 2015. – 45 с.

5 Методичні вказівки щодо проектування норм виробітку, нормованих завдань та нормативи часу на підготовчо-заклучні дії, допоміжні операції для локомотивних бригад [Текст]: № 005-

ЦЗ: затв. Наказом Укрзалізниці 03.01.2006. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 77 с.

6 Інструкція з технічного обслуговування електровозів і тепловозів в експлуатації [Текст]: № ЦТ-0056: затв. Наказом Укрзалізниці 670-Ц 27.12.2012. – К.: Укрзалізниця, 2003. – 146 с.

7 Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116 [Текст]: № 0043-ЦТ: затв. Наказом Укрзалізниці 24.07.2002. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2002. – 323 с.

8 Хоміч, А. З. Діагностика і регулювання тепловозів [Текст]: підручник / А. З. Хоміч, С. Г. Жалкін, А. Э. Симсон, Э. Д. Тартаковський. – М.: Транспорт, 1977. – 222 с.

9 Галкин В. Г. Надежность тягового подвижного состава [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Галкин [та ін.]. – М.: Транспорт, 1981. – 184 с.