

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту системи турбонадуву ДВЗ автомобілів HINO 500
FM1AN7A-SHR з дослідженням температурного режиму роботи двигуна

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАМ-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Дмитро ВЛАСІКОВ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Керівник

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
« » 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Власікову Дмитру Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи турбонадуву ДВЗ автомобілів HINO 500 FM1AN7A-SHR з дослідженням температурного режиму роботи двигуна

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року №4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування та діагностики автомобілів: HINO 500 FM1AN7A-SHR

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Технічна характеристика рухомого складу – 1 аркуш формату А1. Вимірювальна схема стенду для спрощених випробувань – 1 аркуш формату А1. Безмоторна установка для випробування турбокомпресорів – 1 аркуш формату А1. Турбокомпресор – 1 аркуш формату А1. Відділення для випробування турбокомпресорів – 1 аркуш формату А1. Головний виробничий корпус – 1 аркуш формату А1. Генеральний план – 1 аркуш формату А1. Температурний режим роботи двигуна – 1 аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 12.11.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Дмитро ВЛАСІКОВ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Реферат

до кваліфікаційної роботи на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи турбонадуву ДВЗ автомобілів HINO 500 FM1AN7A-SHR з дослідженням температурного режиму роботи двигуна» студента групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Власікова Дмитра Дмитровича. Керівник роботи – к.т.н., доцент кафедри автомобілів Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить: 70 арк. формату А4 та додатки, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технічне обслуговування, ремонт, організація ТО, структура АТП, структура управління, турбо надув, режим роботи ДВЗ.

Наведено аналіз підприємства, виробничу програму та організацію АТП.

Зроблено технологічні розрахунки: виробничу програму ТО та поточного ремонту автомобілів, виробничі пости, площі і кількість працівників. Наведено ТО та ремонт системи турбонадуву ДВЗ HINO 500 FM1AN7A-SHR.

Приведено обґрунтування вибору обладнання для ТО.

Розглянуто температурний режим роботи двигуна.

Описано питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Оформлено графічну частину роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства	8
1.2 Виробнича програма з експлуатації рухомого складу	9
1.3 Технічні характеристики HINO 500 FM1AN7A-SHR	11
1.4 Організація і управління АТП	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту	15
2.2 План обслуговування і виробнича програма з технічного обслуговування і ремонту ТЗ	17
2.3 Річний об'єм виробництва і штати АТП	20
2.4 Розрахунок кількості постів, вибір методів організації АТП на постах	26
2.5 Місця зберігання та технологічного обладнання зон і відділень	28
2.6 Приміщення і розрахунок їх площ	28
2.7 Склад приміщень підприємства, площі	33
2.8 Система турбонаддуву (H06, H07)	36
2.8.1. Дані для перевірки і ремонту	36
2.8.2. Оцінка стану турбокомпресора	37
2.8.3. Система турбонаддуву	38
2.8.4. Система турбонаддуву EP100, EH700	42
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Огляд обладнання, що застосовується при ремонті системи живлення	45
3.2 Обґрунтування вибору конструкції стенду для калібрування турбокомпресора	46
3.3 Розрахунок потужності вакуумного насоса	47
3.4. Економічна ефективність та термін окупності	48
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження температурного режиму роботи двигуна	51

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Характеристика ділянки з точки зору небезпечності роботи	59
5.2 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції	60
5.3 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда	63
5.4 Основні джерела радіаційного випромінювання та забруднення	65
ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	68
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Однією з ключових проблем, що постають перед автомобільним транспортом, є підвищення експлуатаційної надійності ТЗ та зменшення витрат на їх утримання. Розв'язання цієї проблеми залежить від двох основних аспектів. З одного боку, автомобільна промисловість сприяє цьому шляхом виробництва надійних і технологічних (ремонтпридатних) автомобілів. З іншого боку, необхідним є вдосконалення методів технічної експлуатації, підвищення продуктивності праці, скорочення трудомісткості ТЗ і ремонту, а також збільшення міжремонтних пробігів автомобілів.

Це вимагає створення сучасної виробничої бази, яка забезпечувала б підтримання рухомого складу у справному стані, впровадження засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, розширення будівництва доріг і підвищення їх якості. Особливу увагу слід приділяти розробці і впровадженню новітніх технологій, що сприяють оптимізації виробничих процесів. Суттєвим завданням технічної експлуатації є також удосконалення методів проектування технічної бази АТП, гаражів та станцій технічного обслуговування. В умовах сучасного розвитку автомобільного транспорту найбільш ефективним підходом є створення невеликих за розмірами підприємств із парком автомобілів до 200 одиниць. Це дозволяє забезпечити ефективне використання всього наявного рухомого складу, зберігаючи при цьому баланс між продуктивністю та економічною доцільністю.

Для досягнення високих результатів у виробничій діяльності, а також забезпечення прибутковості підприємств, необхідно використовувати всі можливості сучасної техніки, прогресивні методи проектування підприємств АТП та економічно обґрунтовані підходи до вирішення нагальних проблем галузі. Комплексний підхід до цих завдань сприятиме підвищенню ефективності роботи АТП та покращенню якості наданих послуг.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

Проектоване автотранспортне підприємство (АТП) спеціалізується на перевезеннях вантажів і надає високоякісні транспортні послуги. АТП комплектується 200 одиницями техніки, серед яких автомобілі HINO 500 FM, Ford Cargo-1830 та Ford Cargo-2524, що забезпечують ефективність перевезень завдяки високим технічним характеристикам і надійності. Організація зберігання техніки на відкритих майданчиках відповідає вимогам щодо доступу та технічного обслуговування транспорту.

Таблиця 1.1 – Показники АТП.

Показники роботи АТП	Позначення	По АТП	Прийняті в роботі			Прийнято по АТП
			HINO 500 FM	FORD CARGO-1830	FORD Cargo-2524	
Загальна кількість автомобілів у парку	Асс	200	70	70	60	200
Коефіцієнт ефективності використання	α_B	0,17	0,75	0,72	0,73	0,72
Режим функціонування АТП	Др	305	255	255	255	255
Коефіцієнт використання пробігу транспортних засобів	β	0,48	0,65	0,6	0,7	0,65
Експлуатаційна середня швидкість	V_e	29,4	27	30	38,4	32,0
Час перебування автомобіля на маршруті		8,0	9	9	10	9,5
Середній добовий пробіг одного автомобіля		53,0	261	245	300	268,66
Середня довжина поїздки з вантажем		23,5	45	35	50	43,33

Фінансова стабільність підприємства підтримується завдяки оптимізації витрат на обслуговування техніки та ефективному використанню ресурсів. Витрати на паливо та амортизацію транспорту знижуються завдяки вибору сучасних моделей. Логістичні процеси підприємства оптимізовані для забезпечення ефективної маршрутизації і мінімізації часу на перевезення.

Управлінська структура підприємства забезпечує належне функціонування усіх підрозділів, зокрема ТО та логістики. Підприємство активно працює на конкурентному ринку, пропонуючи клієнтам високий рівень послуг і надійність. Перспективи розвитку включають оновлення автопарку та запровадження сьогоденних технологій управління, що дозволить підвищити конкурентоспроможність і зменшити витрати.

1.2 Виробнича програма з експлуатації рухомого складу

Таблиця 1.2 - Виробнича програма по експлуатації рухомого складу

Показники	Умовні позначення	HINO 500 FM	FORD CARGO-1830	Cargo-2524	По АТП
Спискова кількість автомобілів	Ас	70	70	60	200
Коефіцієнт використання	α_v	0,75	0,72	0,73	0,72
Тривалість перебування автомобілів в наряді	Тн	9,018	9,018	10,02	9,3186
Середня довжина їздки з вантажем	l _i , в	45,09	35,07	50,1	43,086
Технічна шв.	V _t	34,2183	33,77742	38,8776	23,7975

Експлуатаційна швидкість	V_e	29,058	27,054	30,06	19,6392
Вантажопідйомність автомобіля	q	13,3266	10,02	8,016	10,58112
Річний пробіг одного автомобіля	L_p	49623,7995	43121,370 6	54757,296	48887,9988 4
Загальний річний пробіг автомобілів	$L_{з, p}$	3473666,46 6	3018495,9 42	3285437,76	9777599,66 7
Загальна вантажо – підйомність автомобілів	$q_{з}$	932,862	701,4	480,96	716,2797
Автомобіледні експлуатації за рік	$A_{де}$	13309,065	12421,794	10951,4592	36682,3182
Автомобілегодини експлуатації за рік	$A_{ге}$	119781,585	111796,14 6	109514,592	341092,323
Продуктивність ТЗ	$Q_{гв}$	5,02413	4,40594	3,36672	4,31054
	$P_{гв}$	226,08577	154,2078	168,336	183,60648
Річний обсяг перевезень праком вантажів	Q_v	600596,796	491583,60 48	367969,069 2	1460149,47
Річний обсяг транспортної роботи парку	P_v	27026857,8 24	17205427, 17	18398451,4 56	62630736,4 5
Кількість їздок з вантажем	z_i	77192,577	86242,741 2	65708,7552	229144,073 4
а) тис. тонн на одну автомобілетонну	W_T	0,64128	0,7014	0,77154	0,7014
б) тис. ткм на одну автомобіле тону	$W_{ТКМ}$	29,02794	24,57906	38,3265	30,2604

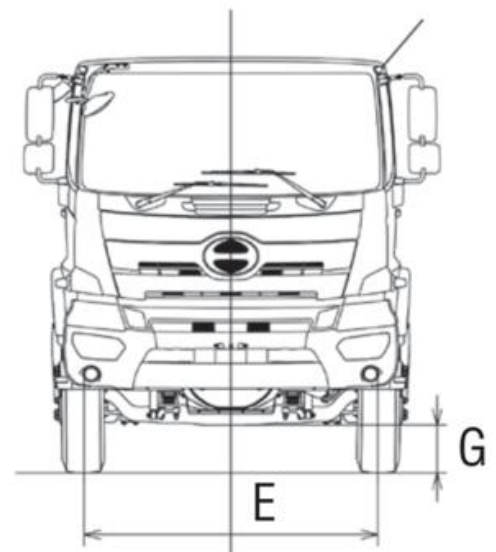
1.3 Технічні характеристики HINO 500 FM1AN7A-SHR

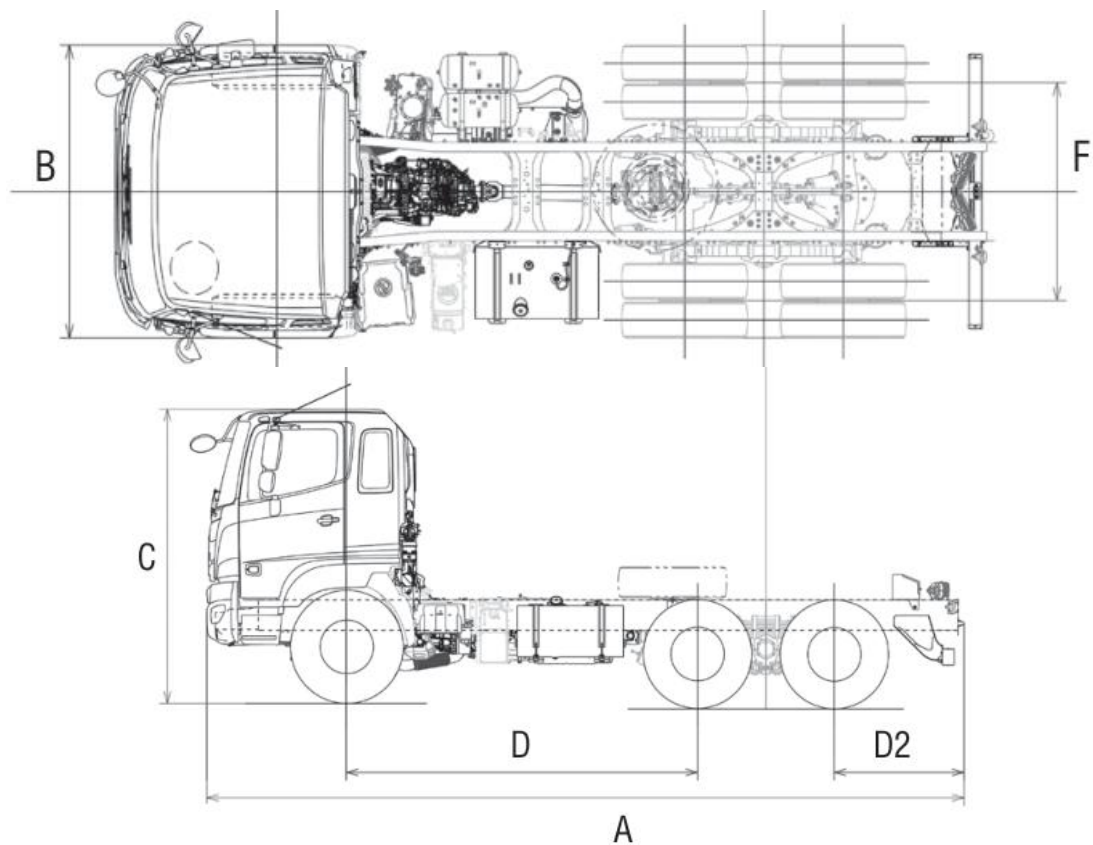
Загальні дані HINO 500 FM1AN7A-SHR

Вага брутто, кг	26000
Колісна формула	6x4
Тип задньої підвіски	Ресорна
Колісна база, мм	3950, 4550

Двигун

Модель	A09C-UR
Марка	HINO
Екологічний клас	Евро 5
Тип	Дизельний, 4-тактний, рядний, 6-циліндровий, з турбонаддувом з проміжним охолодженням, система живлення - Common-rail (DENSO)
Максимальна потужність, (кВт (к.с.)/об/хв)	257 (350) / 1 800
Максимальний крутний момент, (Нм/об/хв)	1422 / 1 100 - 1 600
Робочий об'єм циліндра, см3	8866
Система живлення	Common-rail (DENSO)
Вихлопна система	Глушник з вбудованим нейтралізатором, селективна каталітична доочистка (SCR)





A – довжина; E – передня колія; B – ширина; F – задня колія; C – висота; Г – дорожний провіт; Д – база; D2 – звіс задній.

Рисунок 1.1 – Габаритні розміри HINO 500 FM1AN7A-SHR

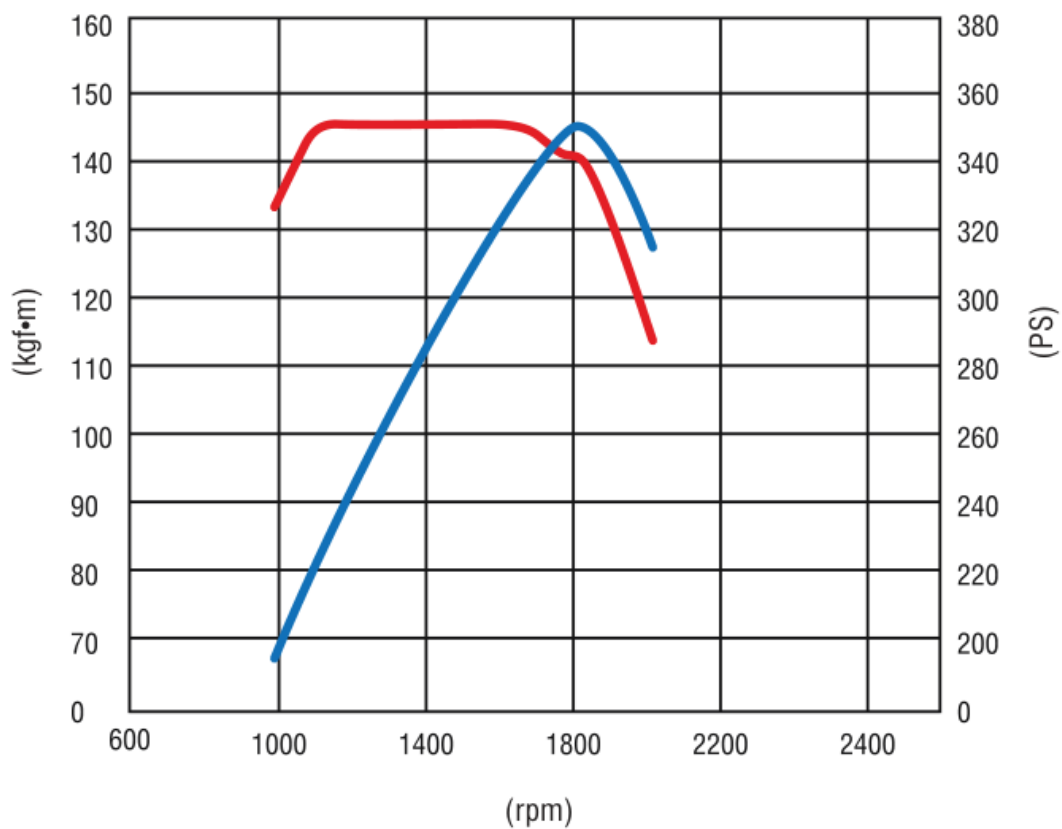


Рисунок 1.2 – Зовнішня швидкісна ДВЗ

Модифікація	FM1AN7A-SHR	FM1AR7A-SHR
Максимально допустима маса ТЗ	26000,0	
Споряджена маса шасі	8250,0	8325,0
Навантаження на передню вісь, кг	3835,0	3915,0
Навантаження на задню вісь, кг	4415,0	4410,0
Вантажопідйомність шасі	17750,0	17675,0
Технічно допустиме навантаження на передню вісь	6000,0	
Технічно допустиме навантаження на задню вісь	20000,0	

Довжина (А)	8735,0
Ширина (В)	2490,0
Висота (С)	2905,0
Колісна база (D)	330+1355,0
Задній звіс (D2)	2075,0
Дорожній просвіт задньої осі (G)	245,0
Передня колія (Е)	2050,0
Задня колія (F)	1855,0
Радіус повороту	8400,0

1.4 Організація і управління АТП

Організація та управління автотранспортним підприємством (АТП) охоплює кілька ключових напрямків: організацію процесів перевезень та експлуатації ТЗ, забезпечення його необхідними матеріалами і запасними частинами, виконання ТО та поточних ремонтів (ПР) транспортних засобів (ТЗ), а також утримання будівель і обладнання підприємства в належному стані.

Технічна служба підприємства виконує комплекс заходів, спрямованих на здійснення ТО та ПР, організацію зберігання ТЗ, а також забезпечення запасними

частинами, агрегатами та матеріалами. Її функція організаційного напрямку полягає в забезпеченні високого рівня надійності та безвідмовної роботи транспортних засобів під час їх експлуатації, мінімізуючи при цьому трудові та матеріальні витрати.

У даній кваліфікаційній роботі передбачено централізовану систему управління технічною службою. За такої схеми організації вся діяльність технічної служби керується централізовано, що дозволяє чітко розмежувати адміністративні та операційні функції між керівним персоналом. Уся оперативна діяльність зосереджується в центрі управління виробництвом, що сприяє більш ефективній координації процесів, зниженню дублювання функцій та підвищенню продуктивності роботи підприємства.

Така організаційна модель дозволяє забезпечити оперативний контроль за станом техніки, своєчасне планування ТО і ПР, а також ефективне використання ресурсів, що позитивно впливає на загальну результативність роботи АТП.

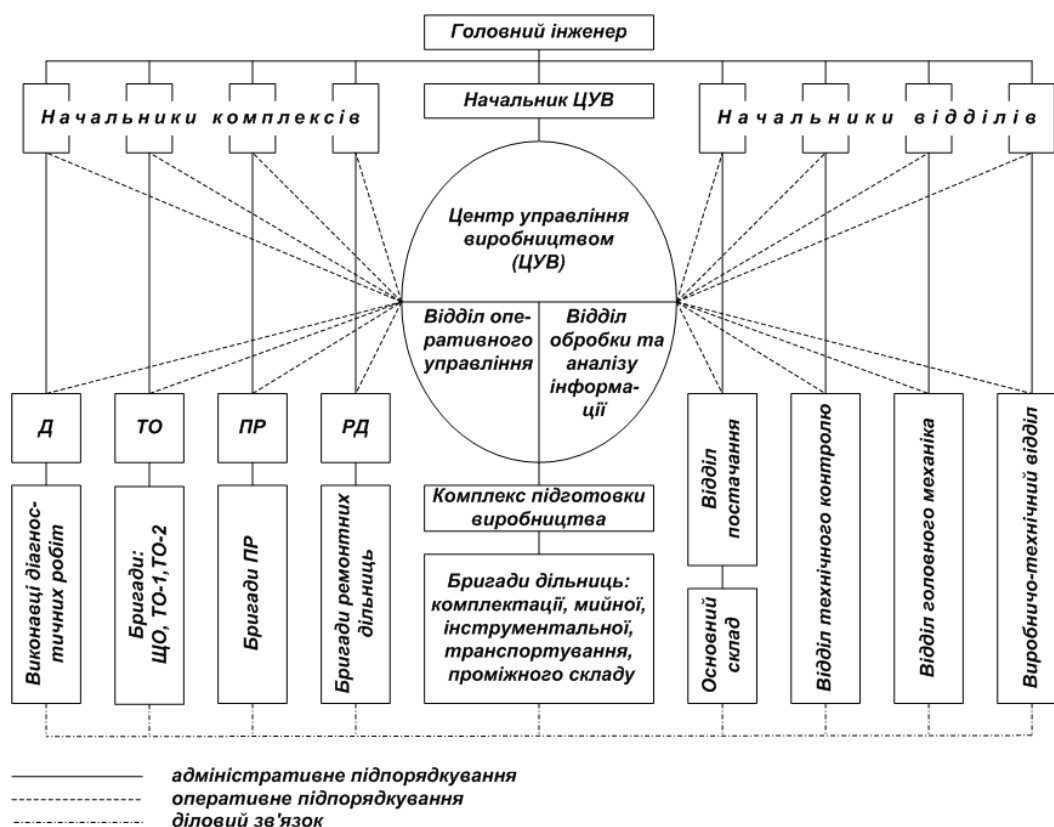


Рисунок 1.3 – Організаційна структура управління АТП

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту

Вихідними нормативами для технологічного розрахунку АТП є пробіги до КР, періодичності ТО, трудозатрати на ТО та ПР, а також тривалість простою під час КР, ТО-2 і ПР. Для реальних умов експлуатації ці нормативи коригуються з урахуванням факторів.

Скориговані значення пробігів і періодичностей ТО визначаються за відповідними залежностями.

$$L'_{кр} = L_{нкр} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

$$L'_{то-1} = L_{нто-1} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2.2)$$

$$L'_{то-2} = L_{нто-2} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2.3)$$

Для зручності графіків ТО та мийних робіт пробіги до КР і періодичності ТО роблять кратними середньодобовому пробігу $L_{сд}$ за формулами: $L_{то1} = B \cdot$

$$T_{що} = t_{нщо} \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.4)$$

$$T_{то-1} = t_{нто-1} \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.5)$$

$$T_{то-2} = t_{нто-2} \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.6)$$

$$T_{пр} = t_{нпр} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (2.7)$$

Під час виконання планових робіт ТО – 1 і ТО – 2 часто виникає потреба в супутньому ремонті, не врахованому в обсягах робіт. До скоригованих трудозатрат додають 0,08 – 0,12 люд. – год. для ТО – 1 і 0,33– 0,55 люд. – год. для ТО – 2.

При проектуванні АТП сезонне обслуговування виконується разом із ТО – 2, тому додаткові трудозатрати розраховуються тільки для операцій, пов'язаних із сезонним обслуговуванням:

$$\Delta T_{со} = (t_{нсо} - t_{нто-2}) \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.8)$$

Таблиця 2.1 – Нормативи ТО і ремонту рухомого складу

Позна-чення	Визн.	Норматив	Коефіцієнт					Відкоригована величина
			К1	К2	К3	К4	К5	
Пробіги								
КР	Lкр	450000	0,8	1	1,1			402082,561
		400000	0,8	1	1,1			352704,02
		350000	0,8	1	1,1			306852,481
ТО-1	Lто-1	8000	0,8		1,1			7061,0941
		4000	0,8		1,1			3408,8041
		4000	0,8		1,1			3607,21
ТО-2	Lто-2	24000	0,8		1,1			21162,241
		16000	0,8		1,1			14108,162
		12000	0,8		1,1			10581,122
Трудозатрати								
ЩО	Тщо	0,350		1		1,19		0,417333
		0,30		1		1,19		0,357711
		0,350		1		1,19		0,417332
ТО-1	Тто-1	4,50		1		1,19		5,470921
		3,50		1		1,19		4,278542
		2,30		1		1,19		2,84568
ТО-2	Тто-2	15,40		1		1,19		18,867661
		14,70		1		1,19		18,025982
		10,0		1		1,19		12,42481
СО	ΔTco	18,50		1		1,19		3,697382
		17,60		1		1,19		3,45691
		15,20		1		1,19		6,202381
ПР	Тпр	6,20	1,2	1	1,1	1,19	1	9,75947
		6,70	1,2	1	1,1	1,19	1	10,54103

Позна-чення	Визн.	Норматив	Коефіцієнт					Відкоригована величина
			К1	К2	К3	К4	К5	
		6,70	1,2	1	1,1	1,19	1	10,519
Тривалості простою								
ТО-2 і ПР	Ддор	0,450						0,4508
		0,40						0,4007
		0,450						0,4508
КР	Ддкр	25,0						25,051
		23,0						23,046
		25,0						25,051

2.2 План обслуговування і виробнича програма з технічного обслуговування і ремонту ТЗ

План обслуговування визначає річну кількість впливів і трудозатрати на один автомобіль, а виробнича програма - річний і добовий обсяг робіт для всього парку.

Розрахунковий цикл планування базується на скоригованому пробігу до капітального ремонту $L_{кр.}$, де кількість КР за цикл дорівнює одиниці $L_{кр.} = L_{ц.}$. При досягненні пробігу $L_{кр.} = L$ ТО не виконуються, оскільки автомобіль прямує на капітальний ремонт. Кількість дій за цикл розраховують за відповідними формулами.

$$N_{цто-2} = \frac{L_{кр.}}{L_{то-2}} - 1. \quad (2.9)$$

$$N_{цто-1} = \frac{L_{кр.}}{L_{то-1}} - N_{цто-2} - 1. \quad (2.10)$$

$$N_{цшо} = \frac{L_{кр.}}{L_{с0}}. \quad (2.11)$$

Постові роботи враховуються для всіх видів ТО, а для ПР вони становлять 50% загальних трудозатрат. Робочий період - 253 дні на рік, тиждень п'ятиденний. ТО-2 виконується в одну зміну (6,7 год), ПР - у дві зміни по 6,7 год кожна.

Таблиця 2.2 –ТО і ПР рухомого складу

Показники	Види роботи				Всього
	ЩО	ТО – 1	ТО – 2	ПР	
Кількість впливів за цикл	1539,7666	38,0684	18,0324		—
	1451,6082	78,1404	24,0432		
	1022,8378	56,1008	28,0504		
Трудозатрати постових робіт	0,42076	5,46983	18,86389	4,867	—
	0,36065	4,27769	18,02238	5,259	
	0,42076	2,84511	12,42232	5,258	
Кількість робітників на посту	2,0036	1	4	2	—
	2,0036	2	4	3	
	3,0054	2	4	3	
Тривалість одного впливу в міжзмінний період	0,20837	5,46482		1,21919	—
	0,17932	2,13684		0,87858	
	0,20837	1,42155		0,87858	
Тривалість одного впливу в експлуатаційний період	—		4,7067	1,21919	—
			4,4979	0,87858	
			3,1002	0,87858	
Тривалість простоїв за цикл	—	—	—	—	205,6
					163,8
					162,8
Загальна тривалість циклу	—	—	—	—	1743
					1612
					1184

Коефіцієнт технічної готовності	—	—	—	—	0,882
					0,898
					0,862
Коефіцієнт переходу від циклу до року	—	—	—	—	0,123
					0,122
					0,178
Пробіг автомобіля за рік	—	—	—	—	49524,7
					43035,3
					54648,0
Кількість впливів за рік	190,0915 5	4,68842	2,218	—	—
	177,4187 8	9,60726	2,926		
	182,4878 9	10,02802	5,02		
Спискова кількість автомобілів	—	—	—	—	70
					70
					60
Експлуатаційна кількість автомобілів	—	—	—	—	53
					49
					43
Добовий пробіг рухомого складу	—	—	—	—	13,72466
					11,93144
					12,98333
Річний пробіг рухомого складу	—	—	—	—	3472,97011
					3017,89245
					3284,78198
Річна кількість впливів	13306,909 4	328,39004	156,2808	—	—
	12419,314 6	672,75879	205,369		

	10949,674	601,38054	300,54		
Річна тривалість робочого періоду	253,4554	253,4554	253,4554	2533	—
	253,4554	253,4554	253,4554	2533	
	253,4554	253,4554	253,4554	2533	
Добова кількість впливів	52,5945	1,30234	0,6111	—	—
	49,0882	2,65477	0,81146		
	43,27776	2,37427	1,18212		
Розподіл впливів по змінах	I, II	II	I	I, II	—
	I, II	II	I	I, II	
	I, II	II	I	I, II	
Добова тривалість робочого періоду	13,42412	6,71206	6,72	13,42412	—
	13,42412	6,71206	6,71	13,42412	
	13,42412	6,71206	6,72	13,42412	
Добова тривалість впливів в міжзмінний період	10,94967	7,08273	—	16,71002	—
	8,76575	5,67019		10,45879	
	9,0162	3,37607		11,39047	
Добова тривалість впливів в експлуатаційний період	—	—	2,8952	16,71002	—
			3,65657	10,45879	
			3,67661	11,39047	
Загальний річний об'єм робіт	1791,3686	3450,1992		33762,37	33823,1422
	7				7
	2869,2954	4186,32184		31704,33	31761,3977
	5				9
	1706,1154	4467,92782		34508,11	34570,2246
	9				

2.3 Річний об'єм виробництва і штати АТП

Обсяг виробництва показує загальні річні трудозатрати для кожного виду робіт. Ці дані використовують як основу для визначення потреб підприємства у виконавцях робіт, робочих постах і обладнанні. Річний обсяг виробничих робіт зручно подати у вигляді таблиці 2.3, де наведені всі розрахунки.

Таблиця 2.3 – Об'єм робіт протягом року

Види робіт	Види впливів								Всього люд. год
	ЩО		ТО-1		ТО-2		ПР		
	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	
Прибиральні	64,1 152	9303,1596							9303,1595
Мийні	23,0 414	3343,3231 7							3343,32297
Сушильні	13,0 234	1889,7043 6							1889,70426
Діагностичні			10	636,6783 6	8	968,3659 3	1	1001,5475 5	2606,59184
Кріпильні			35	2228,373 87	35	4236,602 18	1	1001,5475 5	7466,52239
Регулювальні			11	700,3461 6	18	2178,824 84	1	1001,5475 5	3880,71694
Змащувальні			20	1273,356 92	16	1936,729 85			3210,08838
Розбирально- збиральні							36	36055,683 62	36055,7156 8
Агрегатні							18	18027,891 9	18027,8578 4
Електротехн.			12	764,0139 5	10	1210,454 9	5	5007,7377 3	6982,2096
Акумуляторні							1	1001,5475 5	1001,54767
ТО і ремонт системи живлення			5	318,3391 8	10	1210,454 9	4	4006,1881 8	5534,98708
Шино - монтажні			7	445,6748 7	3	363,1374 7	1	1001,5475 5	1810,35969

Шиноре- монтні							1	1001,5475 5	1001,54767
Кузовні							3	3004,6386 3	3004,64304
Арматурні							1	1001,5475 5	1001,54767
Зварювальні							2	2003,0991	2003,09529
Мідницькі							2	2003,0991	2003,09529
Бляхарські							2	2003,0991	2003,09529
Ковальсько ресорні							3	3004,6386 3	3004,64304
Слюсарні							2	2003,0991	2003,09529
Механічні							10	10015,475 46	10015,4766 7
Оббивні							1	1001,5475 5	1001,54767
Малярні							5	5007,7377 3	5007,73833

Експлуатаційний персонал:

$$N = \frac{Tr.}{\Phi p \cdot K_{nn}}. \quad (2.12)$$

За марками:

HINO 500 FM

$$Tr_1 = 119542,5 + 0,3 \cdot 13282,5 = 123527,3 \text{ люд. год.}$$

$$N_{B1} = 123527,3 / (1750 \cdot 1,05) = 70 \text{ водіїв.}$$

FORD CARGO-1830

$$Tr_2 = 111573 + 0,3 \cdot 12397 = 115292,1 \text{ люд. год.}$$

$$N_{B2} = 115292,1 / (1750 \cdot 1,05) = 65 \text{ водіїв.}$$

FORD Cargo-2524

$$Tr_3 = 109296 + 0,3 \cdot 10929,6 = 112574,9 \text{ люд. год.}$$

$$N_{в3} = 112574,9 / (1750 \cdot 1,05) = 64 \text{ водіїв.}$$

Виробничий потенціал АТП:

$$P = \frac{Tr.}{\Phi_{pp} \cdot K_{nn}}. \quad (2.13)$$

Проведені обчислення зведені у таблиці нижче.

Таблиця 2.4 – Персонал АТП

Види робіт	Річний об'єм робіт, люд. год.	Річний фонд робочого часу робітника, год.	Штатна кількість робітників, чол.				
			Розрахункова	Прийнята			
				Всього	За змінами		
					I	II	III
Прибиральні	9303,15559	1750	5,31956	5		5	
Мийні	3343,32718		1,91344	2		2	
Сушильні і обтиральні	1889,70536		1,08194	1		1	
Діагностичні	2606,59344		1,49268	1	1		
Кріпильні	7466,5256		4,26767	4	2	2	
Регулювальні	3880,71273		2,21398	2	1	1	
Змащувальні	3210,08778		1,83329	2	1	1	
Розбирально- збиральні	36055,7136 7		20,60703	21	11	10	
Агрегатні	18027,8618 5		10,2985	10	5	5	
Електротехнічні	6982,20539		3,98716	4	2	2	
Акумудяляторні	1001,54955		0,57103	1	1		
ТО і ремонт системи живлення	5534,98507		3,16569	3	2	1	

Шиномонтажні	1810,3628		1,03185	1	1		
Шиноремонтні	1001,54955		0,57103	1	1		
Кузовні	3004,63863		1,71308	2	1	1	
Арматурні	1001,54955		0,57103	1	1		
Зварювальні	2003,0991		1,14205	1	1		
Мідницькі	2003,0991		1,14205	1	1		
Бляхарські	2003,0991		1,14205	1	1		
Ковальсько-ресорні	3004,63863		1,71308	2	1	1	
Слюсарні	2003,0991		1,14205	1	1		
Механічні	10015,4754 6		5,72028	6	3	3	
Оббивні	1001,54955		0,57103	1	1		
Малярні	5007,73773	1570	3,18572	3	2	1	

Доп. персонал АТП виконує обслуговування обладнання, мереж, транспортування матеріалів, зберігання цінностей, переміщення транспорту, а також прибирання приміщень і території. Їх чисельність становить 28% від чисельності основного виробничого персоналу.

$$РДОП = 0,27 * Р = 0,26 \cdot 77 = 20,79 \quad (2.13)$$

Таблиця 2.5 – Допоміжний персонал АТП

Вид робіт	Норм. доп. робітників від загальної кількості, %	Кількість допоміжних робітників, осіб			
		Розрахункова	Прийнята		
			Всього	В т. ч по змінах	
				I	II
Електротехнічні	10	2,08374	2	1	1
Слюсарні	6	1,25225	1	1	
Механічні	4	0,83149	1	1	
Ковальські	1	0,21038	1	1	

Зварювальні	2	0,42076			
Бляхарські	2	0,42076	1	1	
Мідницькі	1	0,21038			
Санітарно-технічні	8	1,66299	2	1	1
Ремонтно-будівельні	3	0,62112	1	1	
Деревообробні	3	0,62112	1	1	
Транспортні	10	2,08374	2	1	1
Зберігання і видача матер. цінностей	15	3,12562	3	2	1
Переміщення Рухомого складу	15	3,12562	3	2	1
Прибирання виробничих приміщень	10	2,08374	2		2
Прибирання території	10	2,08374	2		2

Таблиця 2.6 – Адміністративно – службовий персонал АТП

Функція управління	Чисельність персоналу, чол.	Розташування приміщень персоналу
Загальне керівництво	3	Адміністративний корпус
Техніко-економічне планування	3	– // –
Організація праці і зароб. плати	3	– // –
Бухгалтерський облік	5	– // –
Комплектація і підготовка кадрів	3	– // –
Загальне діловодство	2	– // –
Матеріально-технічне постачання	1	– // –
Молодший обсл. персонал	2	– // –
Пожежно-сторожова служба	4	КТП
Служба експлуатації	2	Адміністративний корпус
Диспетчерська служба	3	Диспетчерська
Гаражна служба	3	– // –
Служба безпеки руху	2	– // –
Технічна служба	1	Адміністративний корпус
Служба технічного контролю	2	Виробничий корпус
Служба головного механіка	2	– // –
Служба управління виробництвом	2	– // –
Виробнича служба	1	– // –

2.4 Розрахунок кількості постів, вибір методів організації АТП на постах

Пости враховують ТО і ПР. Щоденне обслуговування включає перевірку ТС, заправку та підтримку зовнішнього вигляду, виконується в зміну, а перевірки проводяться перед виїздом і при зміні водіїв. Решту робіт виконують водії у підготовчо-заклучний час і механіки контрольно-технічних пунктів. Кількість постів для зони ЩО :

$$ПщО = \varphi \cdot \Sigma ДндщО / \eta_v \cdot \Phi дщО \quad (2.14)$$

$$ПщО = 1,15 \cdot (10,93 + 8,75 + 9) / 0,95 \cdot 13,4 = 2,59.$$

Передбачаємо для виконання робіт ЩО одну трьохпостову лінію.

Розподіл робіт по постах потокової лінії слідуючий:

I пост – прибиральні роботи;

III пост – мийні роботи;

IV пост – сушильні роботи.

Потокова лінія обладнується тягнучим конвеєром.

Кількість постів ТО-1 разом з Д-1 визначається:

$$Пто - 1 + Д - 1 = \varphi \cdot \Sigma Дндто - 1 / \eta_v \cdot \Phi дто - 1 \quad (2.15)$$

$$Пто - 1 + Д - 1 = 1,09 \cdot (7,07 + 5,66 + 3,37) / 0,93 \cdot 6,7 = 2,815.$$

Кількість постів Д-1:

$$Пд - 1 = \varphi \cdot \Sigma Трдто - 1 / \eta_v \cdot \Phi рто - 1 \cdot \Phi дто - 1 \cdot Рпд - 1 \quad (2.16)$$

$$Пд - 1 = 1,1 \cdot 635,53 / 0,92 \cdot 253 \cdot 6,7 \cdot 1 = 0,211.$$

Оскільки пости для Д-1 менша 0,5, роботи Д-1 поєднуються з ТО-1, яке виконується на двох спеціалізованих тупикових постах. Роботи ТО-2 включають детальну перевірку систем, кріпильні, регулювальні, змащувальні роботи для запобігання несправностям і зменшення впливу на довкілля. ТО-2 виконується в першу зміну. Пости ТО-2 і Д-2 визначається:

$$Пто - 2 + Д - 2 = \varphi \cdot \Sigma Дндто - 2 / \eta_v \cdot \Phi дто - 2 \quad (2.17)$$

$$Пто - 2 + Д - 2 = 1,09 (2,89 + 3,65 + 3,67) / 0,98 \cdot 6,7 = 2,67.$$

Пости щодо Д-2:

$$Пд - 2 = \varphi \cdot \Sigma Трдто - 2 / \eta_v \cdot \Phi рто - 2 \cdot \Phi дто - 2 \cdot Рпд - 2 \quad (2.18)$$

$$Пд - 2 = 1,1 \cdot 966,62 / 0,92 \cdot 303 \cdot 6,7 \cdot 1 = 0,1.$$

Розрахункова кількість постів ТО-2:

$$ПТО - 2 = ПТО - 2 + Д - 2 - Пд - 2 \quad (2.19)$$

$$ПТО - 2 = 2,67 - 0,1 = 2,57.$$

Для виконання робіт ТО-2 передбачено три спеціалізованих тупикових пости та окремий пост діагн. для Д-2. На постах ТО-2 виконуються цілий ряд робіт, включаючи кузовні роботи. ПР спрямований на усунення несправностей і виконується у 2 зміни та обираються:

$$Ппр = 2\varphi \cdot \Sigma Дндпр / \eta_v \cdot \Phi дпр \quad (2.20)$$

$$Ппр = 2 \cdot 1,12 \cdot (16,68 + 10,44 + 11,37) / 0,95 \cdot 13,4 = 6,77.$$

Проведені обчислення зображені нижче у таблиці

Таблиця 2.7 – Робочі пости виробничих зон

Вид впливу	Кількість робочих постів				
	Розрахункова	Прийнята			
		Всього	В тому числі по змінах		
			I	II	III
ЩО	2,59	3		3	
ТО-1	2,6	2		2	
ТО-2	1,34	2	2		
Д-1,2	0,46	1	1		
ПР	6,77	7	7	7	

Кількість постів КТП визначається по залежності:

$$Пкtp = Ae \cdot t_{ко} / 60 \cdot t_{пов} \cdot Рп \cdot Кв \quad (2.21)$$

$$Кв = t_{ко} / (t_{ко} + t_{п}) \quad (2.22)$$

$$Кв = 3 / (3 + 3) = 0,5.$$

$$Пкtp = (53 + 49 + 43) \cdot 3 / 60 \cdot 3 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 3.$$

2.5 Місця зберігання та технологічного обладнання зон і відділень

Зберігання рухомого складу в АТП залежить від погоди і експлуатації. Для АТП в Україні зазвичай використовують відкриті майданчики, де кількість місць зберігання дорівнює списковій кількості автомобілів.

Технологічне обладнання включає стаціонарні та переносні стенди, верстати, прилади, пристрої й реманент. Його кількість розраховується на основі річних трудозатрат і фонду робочого часу або пропускної здатності обладнання. Розрахунок виконується лише для основного обладнання: металообробних верстатів, установки для миття автомобілів і паливозаправних колонок. Кількість металообробних верстатів визначається за формулою:

$$B = \Sigma T_{\text{рм}} \cdot \varphi_{\text{д}} / \Phi_{\text{рпр}} \cdot \Phi_{\text{дпр}} \cdot \eta_{\text{в}} \quad (2.23)$$

Для технологічних потреб АТП обираємо такі верстати: токарний, фрезерувальний, свердлильний, заточний і шліфувальний.

Кількість мийних установок дорівнює потоковим лініям ЩО рухомого складу. Для вибору конкретного типу мийної установки визначаємо її пропускну здатність за формулою.

$$W = \varphi \cdot A_{\text{е}} / \Phi_{\text{дщо}} \cdot M_{\text{у}} \cdot \eta_{\text{в}} \quad (2.24)$$

$$W = 1,15 \cdot (53 + 49 + 43) / 6,7 \cdot 1 \cdot 0,95 = 26,14 \text{ авт/год.}$$

Беремо мийну установку – М-129.

2.6 Приміщення і розрахунок їх площ

До АТП входять виробничі зони (ЩО, ТО-1, Д-1, ТО-2, Д-2, ПР), виробничі відділення для ремонту та обслуговування різних систем і агрегатів, складські приміщення для матеріалів, запчастин і списаної техніки, зони зберігання (відкриті та закриті стоянки), обслуговуючі заклади, а також технічні приміщення (котельня, трансформаторна, насосна тощо). Площі зон зберігання, техобслуговування і ремонту визначаються за формулами:

$$F_3 = F_A \cdot P_3 \cdot K_3 \quad (2.25)$$

Зони ЩО, зони ТО і ПР і зони зберігання визначаємо:

$$F_3 = F_A \cdot \Pi_3 \cdot K_3. \quad (2.26)$$

Таблиця 2.8 – Зони ЩО, зони ТО і ПР і зони зберігання

Зона		Габарити автомобіля, м	Площа автомобіля м ²	Кількість постів, П	Коефіцієнт щільності, Кз	Розра- хункова
За марками	HINO 500 FM	8,735x2,49	21,75015	70	3	5380,41735
	FORD CARGO- 1830	9,00 x 2,489	22,401	70	3	4752,96997
	FORD Cargo- 2524	9,572 x 2,5	23,93	60	3	3279,69284
Загальна площа зони зберігання						13413,0802 6
ЩО		10,25x2,50	25,625	3	4,5	345,9375
ТО-1		10,25x2,50	25,625	3	4,5	345,9375
ТО-2 і ПР		10,25x2,50	25,625	8	4,5	922,5
Д-1,2		10,25x2,50	25,625	1	4,5	115,3125
Загальна						15142,7677 6

Площі відділень і приміщень ВГМ:

$$FB = fl + f2 (Pe - l) \quad (2.27)$$

Визначаємо додаткову площу спец. постів:

$$FD = FA \cdot n \cdot KD \quad (2.28)$$

Складські приміщення АТП обчислюються за умови пробігів (1 млн. км)
та коеф.: $Fe = \Sigma Lp \cdot Fn \cdot K6 \cdot K7 \cdot K8 \cdot K9$ (2.29)

Таблиця 2.9 – Площі виробничих відділень

Назва виробничого відділення	Кількість працюючих в найзавантаженому зміні, чол.	Питомі площі на працівників, м ²		Додаткова площа для заїзду автомобіля, м ²	Розрахункова площа виробничого відділення, м ²
		<i>f1</i>	<i>f2</i>		
Агрегатне	5	15	12		63
Електротехнічне	3	8	5		18
Акумуляторне	1	15	10		15
ТО і ремонт системи живлення	2	8	5		13
Шиномонтажне	1	15	10		15
Шиноремонтне	1	15	10		15
Арматурно-кузовне	2	15	10	63,94	88,94
Столярно-кузовне	1	15	10	63,94	78,94
Арматурне	1	15	10		15
Зварювальне	2	15	10	63,94	88,9
Мідницьке	2	10	8		18
Бляхарське	2	12	10		22
Ковальсько-ресорне	2	15	10		25
Слюсарно-механічне	6	12	10		62
Оббивне	1	15	10		15
Малярне	2	15	10	63,94	88,94
Ремонтно-будівельне і сантехнічне ВГМ	1	12	10		12
Деревообробне ВГМ	1	12	10		12

Таблиця 2.10 – Результати розрахунків площ складських приміщень

Найменування	Питома площа по типу рухомого складу, м ²			Розрахункова площа по типу рухомого складу, м ²			Загальна площа складу, м ²	
	HINO 500 FM	FORD CARGO-1830	FORD Cargo-2524	HINO 500 FM	FORD CARGO-1830	FORD Cargo-2524	Розрахункова	Прийнята
Агрегати	3,8	3,8	3,8	20,73726	45,68208	30,054	67,6215	50
Експлуатаційні матеріали	2,6	2,6	2,6	14,12538	31,25616	20,5369	46,28316	46
Змащувальні матеріали	2,4	2,4	2,4	13,0234	28,85184	19,0342	42,77686	26
Інструмент	0,2	0,2	0,2	1,10198	2,40432	1,60288	3,60648	11
Кисень та ацетилен в балонах	0,25	0,25	0,25	1,40252	3,0054	2,0036	4,40792	10
Пиломатеріали	0,5	0,5	0,5	2,70486	6,0108	3,90702	8,91602	10
Метал, металобрухт, цінний утиль	0,35	0,35	0,35	1,90342	4,20756	2,80504	6,21116	10
Автомобільні шини	2,4	2,4	2,4	13,0234	28,85184	19,0342	42,77686	25
Запчастини і мат. ВГМ	0,7	0,7	0,7	3,80684	8,41512	5,5099	12,42232	15
Списані автомобілі і агрегати	9,5	9,5	9,5	51,69288	114,10502	75,135	169,20402	205
Лакофарбові матеріали	0,7	0,7	0,7	3,80684	8,41512	5,5099	12,42232	12

Площі технічних приміщень визначаються за укрупненими нормативами. Розрахунок площ санітарно-побутових, адміністративно-громадських і допоміжних приміщень виконується за відповідною формулою:

$$F_{сп} = \frac{\delta \cdot F_p}{100\rho} \cdot \sum P. \quad (2.30)$$

Проведені обчислення записуємо у таблицях нижче.

Таблиця 2.11 – Площі приміщень побутового корпусу

Приміщення	Користувачі	Кількість користувачів	Відсоток приміщень, %	Пропускна здатність площ, ρ	Питома норма площі F _p , м ²	Площа	
						Розрахункова, м ²	Прийн., м ²
Гардероб чоловічий закритий	Ремонтні робітники	74	100	1	0,25	18,56	37
Гардероб відкритий	Водії і кондуктори	198	100	1	0,1	19,80	40
Умивальники чоловічі	Рем. роб. і службовці	74	100	15	0,8	3,96	8
Умивальники жіночі	Службовці	11	100	15	0,8	0,59	1
Умивальники чоловічі	Водії і кондуктори	148	30	10	0,8	3,56	7
Умивальники жіночі	Водії і кондуктори	25	30	10	0,8	0,59	1
Душові жіночі	Робітники	25	100	5	2	9,90	20
Душові чоловічі	Водії і конд.	148	30	10	2	8,91	18
Душові жіночі	Водії і конд.	49	30	10	2	2,97	6
Туалети чоловічі	Усі	256	100	30	2,5	21,31	43
Кімната для куріння чоловіча	Усі	256	100	1	0,03	7,67	15
Кімната для куріння жіноча	Усі	85	100	1	0,01	0,85	2
Буфет	Усі	341	100	5	1	68,20	136
Їдальня	Усі	341	100	3	1	113,66	227
Кімната ментального здоров'я	Усі	341	30	1	1,5	153,44	307

Таблиця 2.12 – Контрольно-техн. приміщення

Приміщення	Користувачі	Площа	
		Розрахункова, м ²	Прийнята, м ²
Пост перевірки технічного стану рухомого складу	Рухомий склад АТП	154,47756	185,0
Бокс для чергуючого автомобіля	Автомобіль	64,01502	64,0
Приміщення чергуючого механіка і водія	2...3 чоловіки	15,027	18,0
Приміщення пожежно- сторожової охорони	Службовий персонал ПСО	10,018	10,0
Умивальник	Службовий персонал КТП	5,009	5,0
Туалет	Службовий персонал КТП	5,009	5,0

2.7 Склад приміщень підприємства, площі

Для забезпечення ефективності роботи АТП найоптимальнішим варіантом є блокована забудова. Цей метод відрізняється зручністю технологічних зв'язків, спрощує розробку ТП ТО і ПР, знижує витрати на будівництво та скорочує відстані, які рухомий склад долає в межах підприємства. Саме цей підхід обраний для проектування АТП. Основним об'єктом при блокуванні забудови є головний виробничий корпус, де виконуються всі види ТО і ПР рухомого складу. Окрім головного виробничого корпусу, на території АТП передбачено розміщення таких об'єктів: КТП для перевірки ТС ТЗ, диспетчерська для організації руху транспорту та управління робочими процесами, адміністративно-побутовий корпус для офісних і побутових потреб персоналу, склади запасних частин, матеріалів і паливно-мастильних матеріалів, очисні споруди для утилізації і очищення стоків, що утворюються під час ремонту техніки, автозаправна станція (АЗС) для забезпечення транспортних засобів паливом, зона відпочинку для відновлення сил працівників підприємства,

майданчик для списаного рухомого складу для зберігання ТЗ, що підлягають утилізації, зона зберігання рухомого складу для розміщення діючих ТЗ. Всі будівлі та споруди на території АТП розташовуються відповідно до функціональної схеми технічного обслуговування і ремонту. Це забезпечує оптимальну логістику, мінімізує витрати часу та ресурсів, а також сприяє ефективній роботі підприємства.

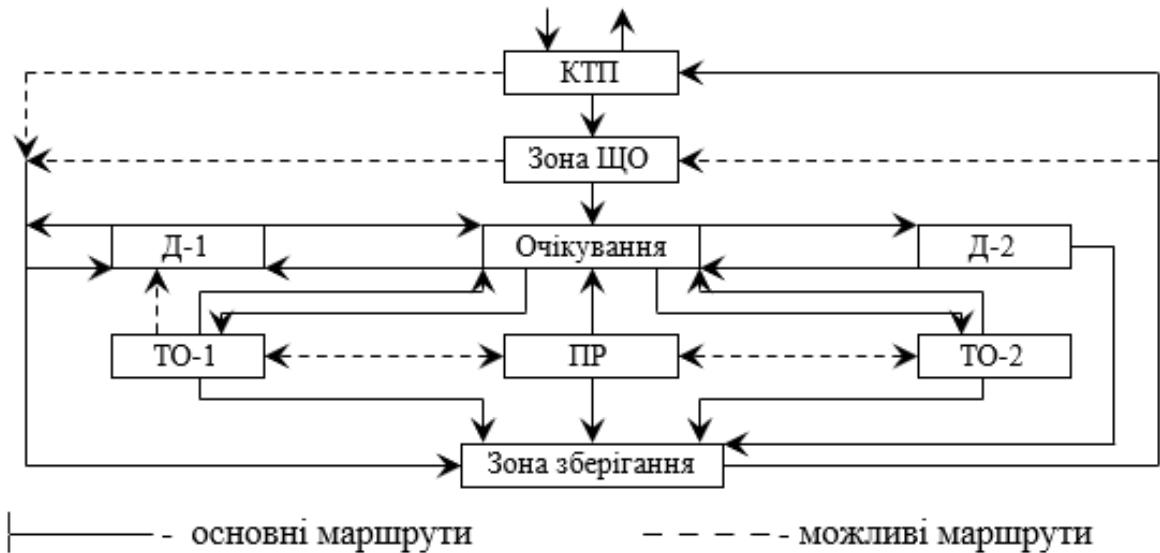


Рисунок 2.1 – Функціональна схема технічного обслуговування і ремонту

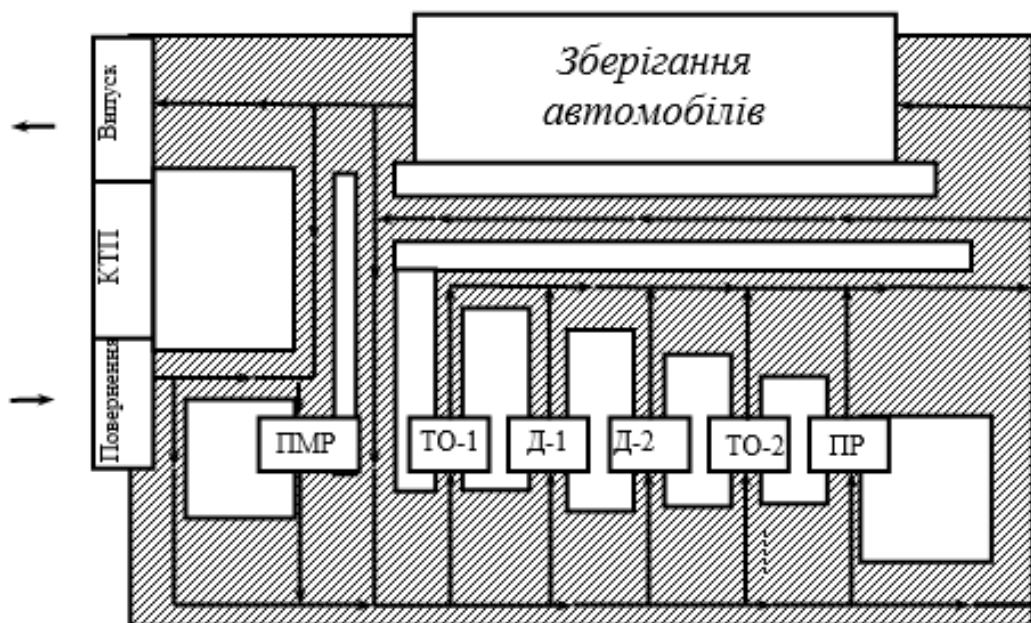


Рисунок 2.2 – Графік виробничого процесу АТП

Основні характеристики будівель і споруд, які будуть розміщені на генеральному плані автотранспортного підприємства.

1. ГВК:

площа в плані 2160 м², загальна площа 2160 м², розміри 60х36 м, один поверх.

2. Адміністративно-побутовий корпус:

площа в плані 360 м², загальна площа 1360 м², розміри 30х12 м, три поверхи.

3. Диспетчерська:

площа в плані 366 м², загальна площа 366 м², розміри 30,5х12 м, один поверх.

4. КТП:

площа в плані 216 м², загальна площа 216 м², розміри 18х12 м, один поверх.

5. Блок складів:

площа в плані 161 м², загальна площа 161 м², розміри 14х11 м, один поверх.

6. Зона зберігання автомобілів:

загальна площа 20878 м².

7. Стоянка списаних автомобілів:

загальна площа 230 м².

8. Очисні споруди:

загальна площа 200 м².

10. Стоянка приватного автотранспорту:

загальна площа 1560 м².

Генеральний план АТП характеризується наступними показниками:

Площа ділянки – 41124м².

Площа забудови – 29675м².

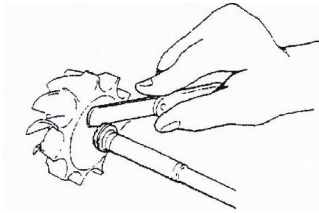
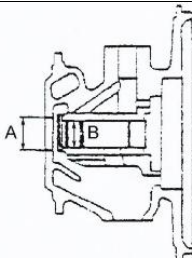
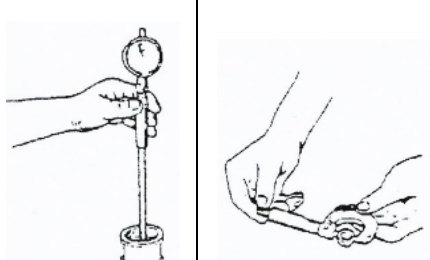
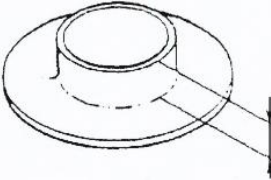
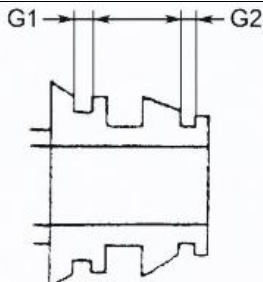
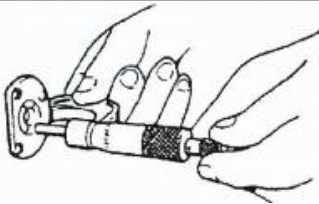
Коефіцієнт озеленення – 0,18.

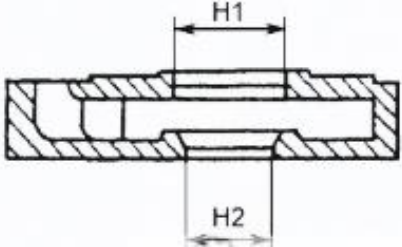
Щільність забудови – 49%.

Коефіцієнт використання території – 0,82.

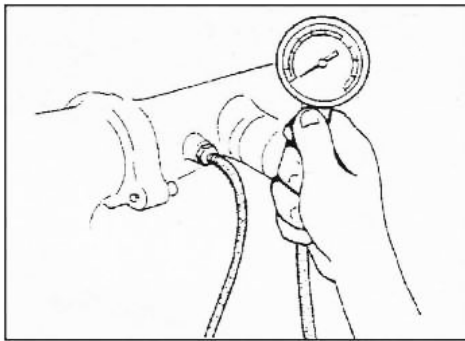
2.8 Система турбонаддуву (H06, H07)

2.8.1. Дані для перевірки і ремонту

Об'єкт перевірки	Граничний розмір, мм	Метод виправлення	Процедура верифікації
Ширина канавки ущільнювального кільця на валу турбіни	1,63	Замініть вал у зборі	
Діаметр отвору в корпусі підшипника	A-15,55 B-17,11	Замінити	
Внутрішній діаметр опорних підшипників	12,36	Замініти	
Зовнішній діаметр опорних підшипників.	16,98	Замінити	
Висота розпірної втулки.	4,48	Замінити	
Ширина канавки ущільнювального кільця на масляному зрошувачі	G1-1,75 G2-1,52	Замінити	
Товщина упорного підшипника	4,48	Замінити	

Діаметр отворів в ущільнювальному фланці	H1-16,05 H2-14,05	Замінити	
--	----------------------	----------	---

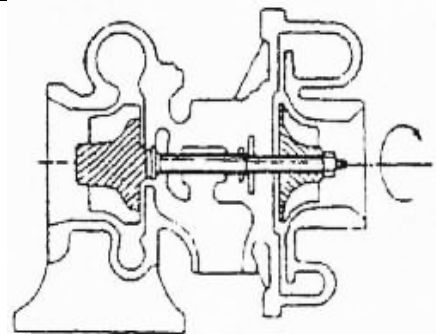
2.8.2. Оцінка стану турбокомпресора



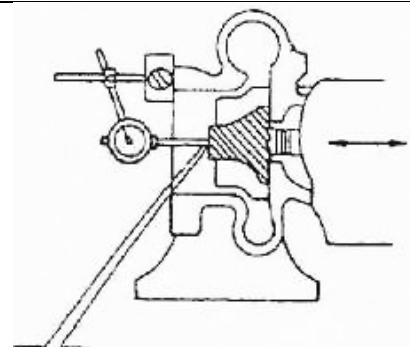
Умови, що визначають, коли можна виконувати капітальний ремонт турбокомпресора: двигун втрачає потужність, відбувається викид чорного диму з вихлопними газами, тиск наддуву нижче номінального значення.

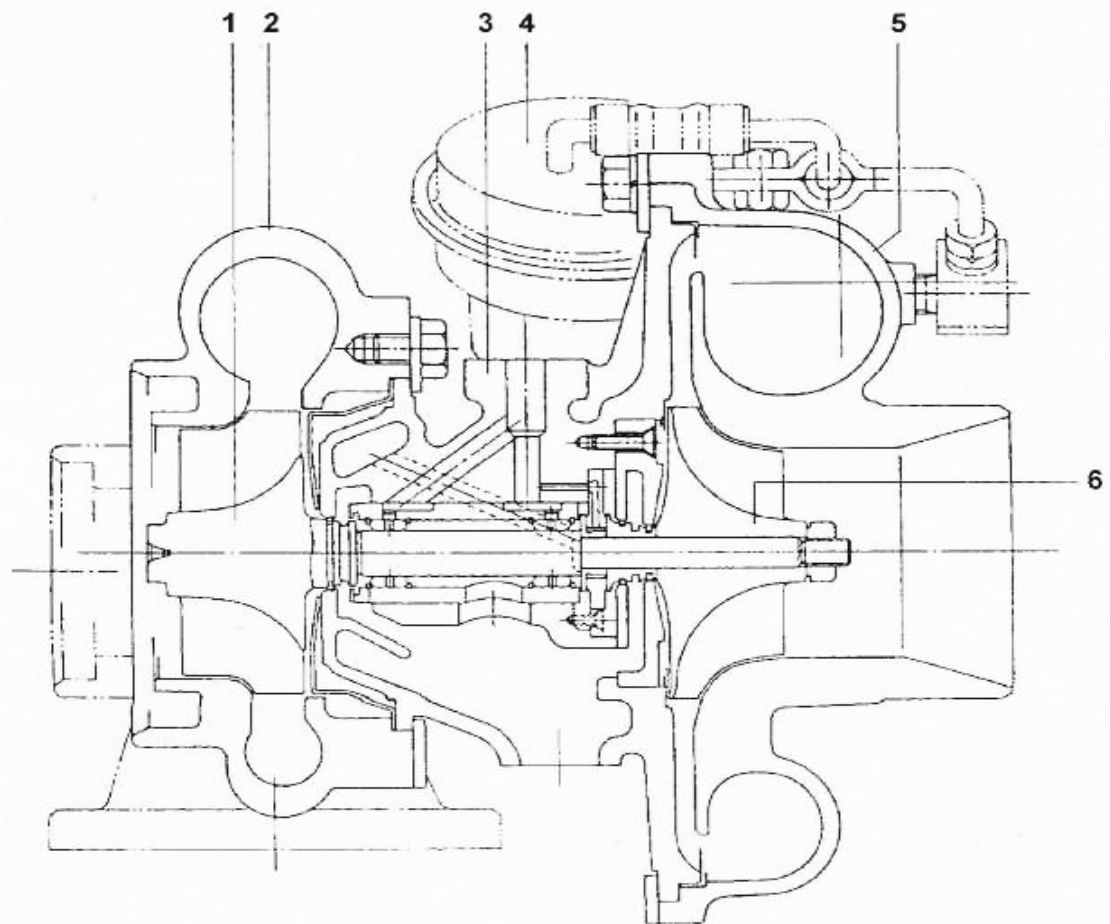
Перевірте тиск наддуву відповідно до наведеної нижче процедури. Зніміть заглушку з впускного патрубка і підключіть шланг до манометра. Відпустіть педаль зчеплення і виведіть двигун на максимальні обороти холостого ходу. Зніміть показання манометра. Якщо тиск наддуву нижчий за номінальне значення, то потрібен капітальний ремонт турбокомпресора.

Перевірка турбіни. Поверніть крильчатку до компресора рукою і переконайтеся, що вона обертається плавно. Якщо обертання не плавне, то очистіть і перевірте підшипник і ротор турбіни.



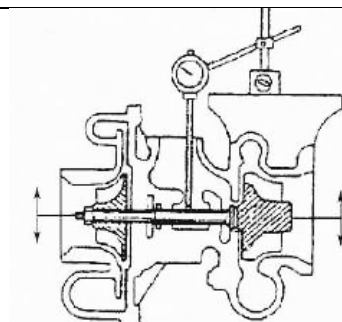
Перевірте осьовий люфт ротора турбіна. Якщо осьовий люфт перевищує допустиму робочу межу, замініть завзятий підшипник та/або розпірну втулку.





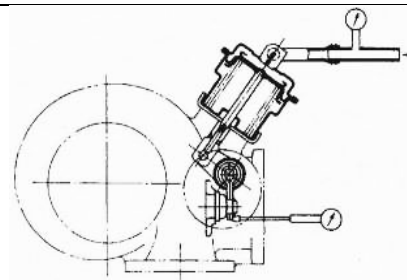
Турбіна. 1 - ротор турбіни, 2 - корпус турбіни, 3 - корпус підшипника, 4 - виконавчий механізм (перепускний клапан), 5 - корпус компресора, 6 - робоче колесо компресора.

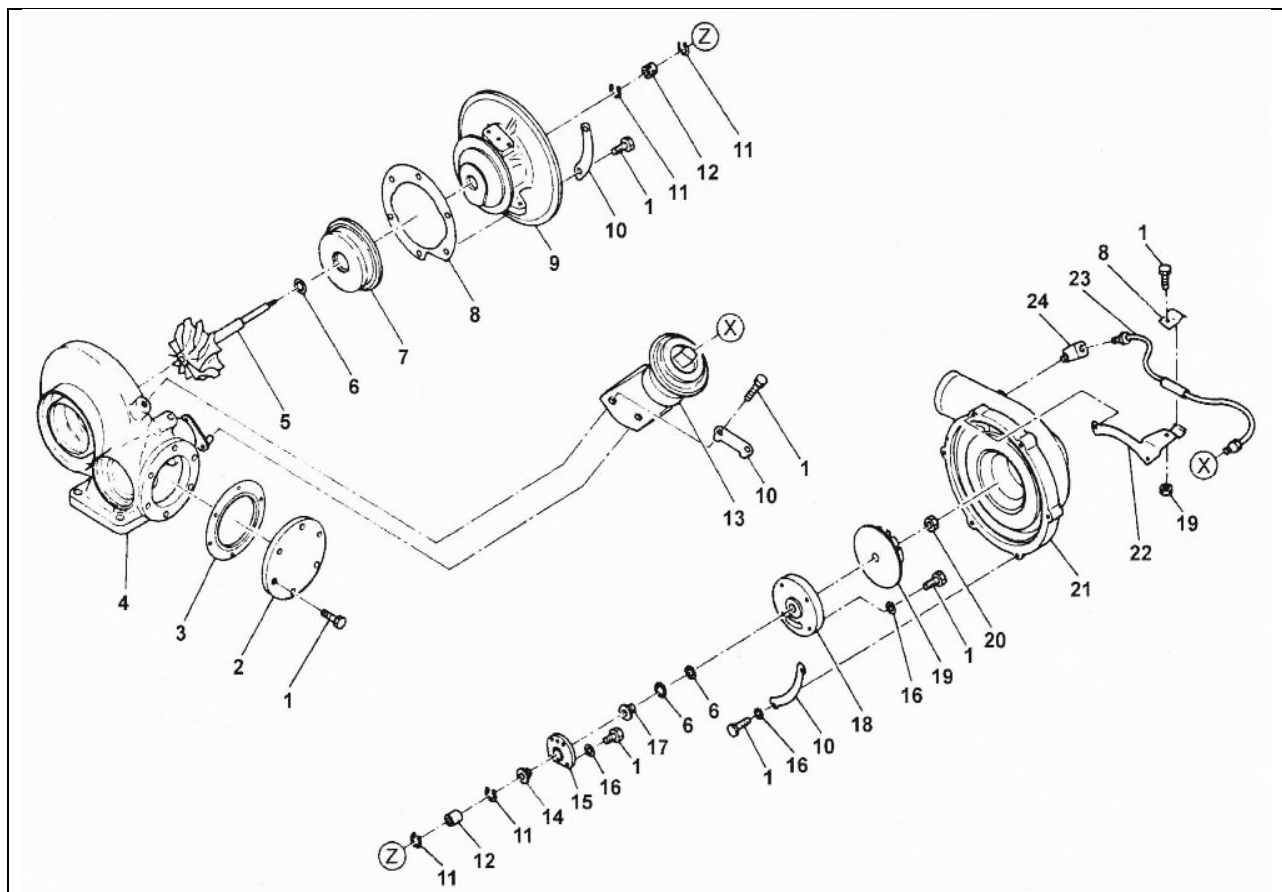
За допомогою спеціального інструменту перевірте ротор турбіни на радіальне биття. Якщо радіальне биття перевищує робочу межу, то замініть підшипники та/або ротор турбіни



2.8.3. Система турбонаддуву

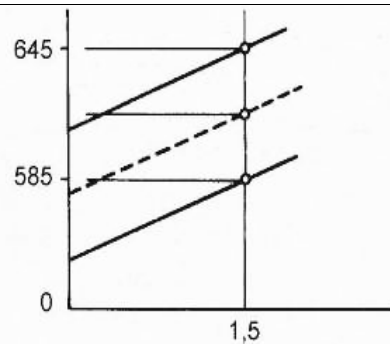
Прикладіть тиск до приводу приблизно 585 - 645 мм ст. (0,80 - 0,88 кг/см²)

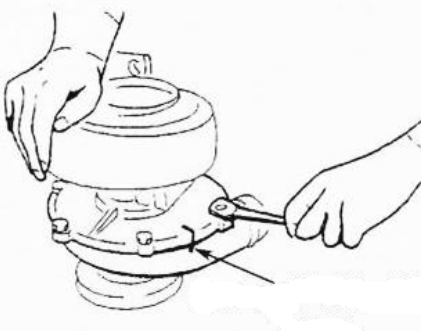
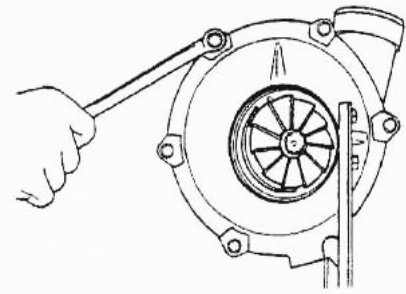
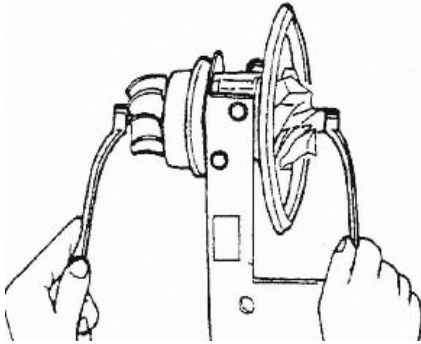
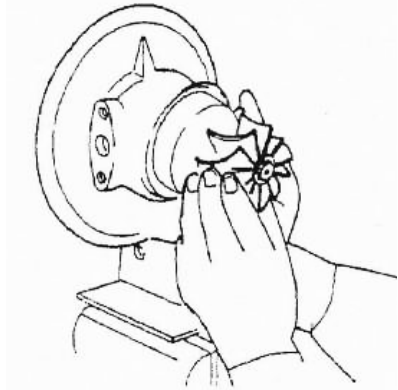


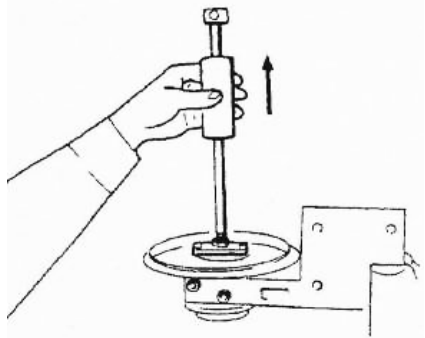
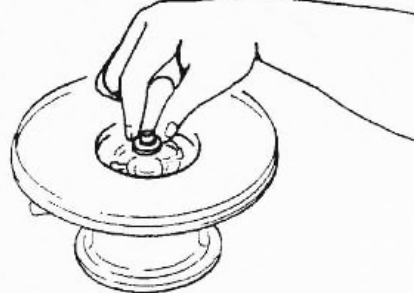
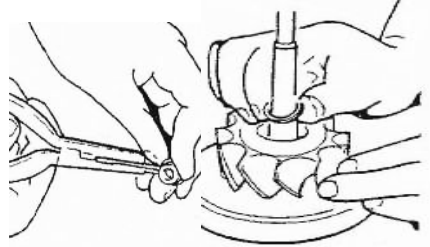
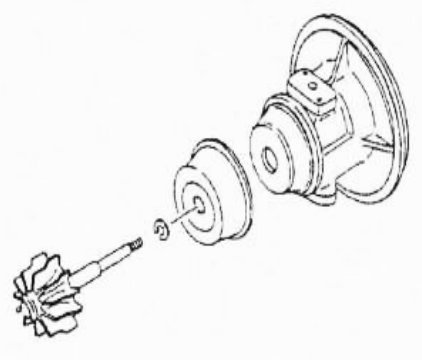


Розбирання та збирання турбокомпресора. 1 - болт, 2 - кришка, 3 - прокладка, 4 - корпус турбіни, 5 - ротор турбіни, 6 - кільце ущільнювача, 7 - тепловий захист, 8 - хомут, 9 - корпус підшипника, 10 - стопорна пластина, 11 - стопорне кільце, 12 - підшипник, 13 - виконавчий механізм (перепускний клапан), 14 - розпірна втулка, 15 - завзятий підшипник, 16 - стопорна шайба, 17 - маслорозбризувач, 18 - ущільнювальний фланець (пластина), 19 - крильчатка компресора, 20 - контргайка, 21 - корпус компресора, 22 - кронштейн, 23 - трубка, 24 - перехідник.

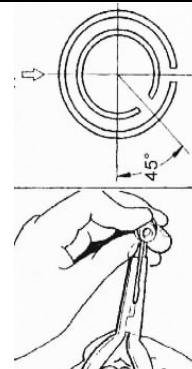
Виміряйте величину підйому клапана і співвіднесіть її з заданою характеристикою. При необхідності виконайте регулювання за допомогою регулювальної гайки, або замініть корпус турбіни.



Демонтаж. Зніміть корпус компресора. Нанесіть мітки встановлення на корпус турбіни, корпус компресора та корпус підшипника для легкого вирівнювання під час повторного складання. Якщо корпус компресора не вдається зняти руками, акуратно постукайте по ньому пластиковим молотком і зніміть. Будьте обережні, щоб не пошкодити крильчатку компресора.	
Зніміть корпус компресора.	
Зніміть ротор турбіни, відкрутіть гайку крильчатки компресора	
Зніміть крильчатку компресора та ротор турбіни з тепловим захистом.	

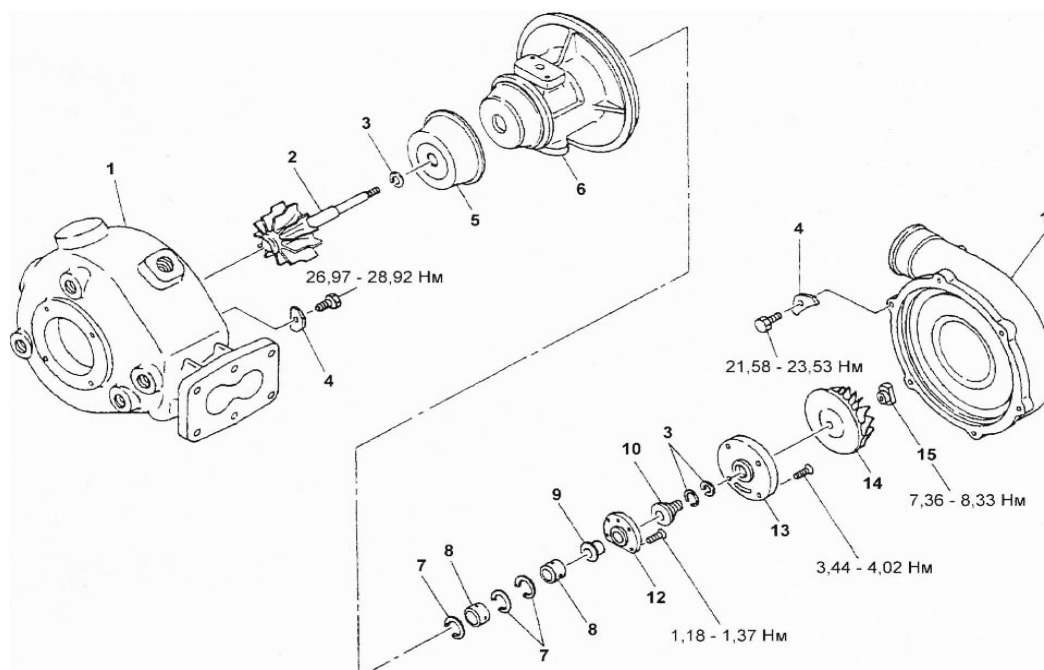
Зніміть підшипники, зніміть ущільнювальний фланець. За допомогою спеціального інструменту зніміть ущільнювальний фланець.	
Зніміть розбризкувач масла.	
Зніміть зав'язаний підшипник і розпірну втулку. Послабте болт і зніміть зав'язаний підшипник за допомогою мідного стрижня діаметром 10 мм.	
Зніміть стопорні кільця з кожного підшипника. Зніміть підшипники. Зніміть кільця ущільнювачів.	
Збирання. Очистіть усі деталі. Всі деталі, зняті при розбиранні, перед чищенням слід візуально оглянути, щоб перевірити на предмет можливого підгоряння, стирання, наявності нагару і слідів витoku газу і масла. Ретельно промийте деталі в дизельному паливі за допомогою м'якої щітки і продувайте їх стисненим повітрям. Встановіть опорні підшипники. Встановіть перше стопорне кільце в корпус підшипника. Зберіть ротор турбіни.	

Встановіть нове кільце ущільнювача валу турбіни в канавку. Встановіть термозахист на корпус підшипника. Змастіть підшипники ротора турбіни чистим моторним маслом і встановіть ротор у корпус підшипника. Встановіть ущільнювальний фланець у корпус підшипника.



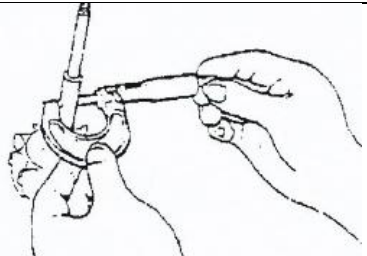
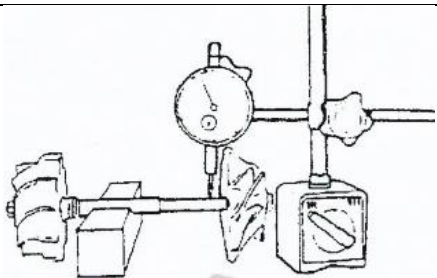
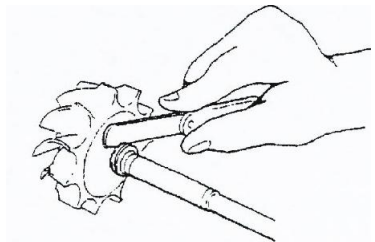
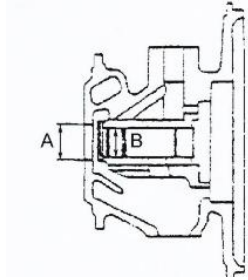
Зберіть корпус компресора. Встановити корпус компресора на корпус підшипника, поєднавши мітки установки. Затягніть шість кріпильних болтів. Поверніть крильчатку компресора рукою і переконайтеся, що вона обертається плавно. Перевірити осьовий люфт ротора турбіни. За допомогою спеціального інструменту перевіряють радіальне биття ротора турбіни.

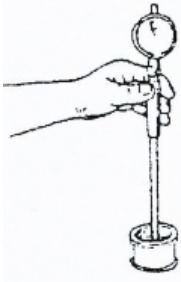
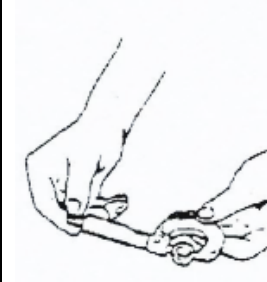
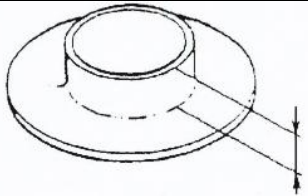
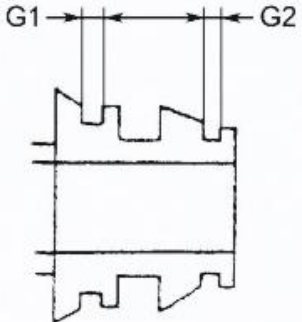
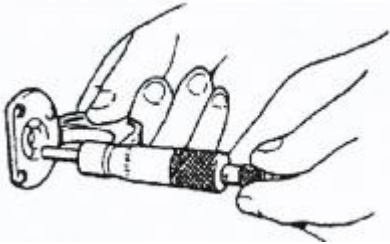
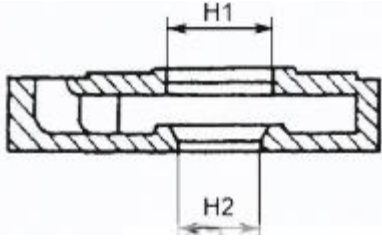
2.8.4. Система турбонаддуву EP100, EH700



Розбирання та збирання турбокомпресора: 1 - корпус турбіни, 2 - ротор турбіни, 3 - кільце ущільнювача, 4 - стопорна пластина, 5 - тепловий захист, 6 - корпус підшипника, 7 - стопорні кільця, 8 - підшипник, 9 - розпірна втулка, 10 - маслорозбризкувач, 11 - корпус компресора, 12 - зав'язаний підшипник, 13 - ущільнювальний фланець (пластина), 14 - крильчатка компресора, 15 – контргайка.

Дані для перевірки і ремонту

Об'єкт перевірки	Номін. розмір	Граничний розмір, мм	Метод виправлення	Процедура верифікації	
Зовнішній діаметр вала турбіни	-	12,28	Замінити		
Вигин вала турбіни		0,011	Замінити		
Ширина канавки ущільнювального кільця на валу турбіни	-	1,63	Замініть вал у зборі		
Діаметр отвору в корпусі підшипника	-	A-15,55 B-17,11	Замінити		
Внутрішній діаметр опорних підшипників	-	12,36	Замінити		

Зовнішній діаметр опорних підшипників	-	16,98	Замінити		
Висота розпірної втулки	-	4,48	Замінити		
Ширина канавки ущільнювальн ого кільця на масляному зрошувачі	-	G1-1,75 G2-1,52	Замінити		
Товщина завзятого підшипника	-	4,48	Замінити		
Діаметр отворів в ущільнювальн ому фланці	-	H1-16,05 H2-14,05	Замінити		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд обладнання, що застосовується при ремонті системи живлення

Для підвищення ефективності обслуговування та ремонту паливних насосів високого тиску (ПНВТ) на АТП, рекомендується впровадити спеціалізовані пристрої для розбирання та збирання ПНВТ. Такі пристрої дозволяють механізувати трудомісткі операції, скорочуючи час на ремонт та зменшуючи трудомісткість робіт.

Приклад пристроїв: Стенд для розбирання та збирання ПНВТ моделі 636

Даний стенд призначений для ефективного розбирання та збирання паливних насосів високого тиску. Він оснащений механізмами для фіксації насоса, що забезпечує стабільність щодо виконання робіт, а також інструментами для точного виконання операцій.

Лещата поворотні для розбирання та збирання форсунок (рис. 3.1). Вони призначені для надійного утримання форсунок під час їх розбирання та збирання. Вони забезпечують стабільність деталі, що дозволяє виконувати операції з високою точністю.

Впровадження таких пристроїв сприятиме підвищенню ефективності та якості обслуговування ПНВТ на вашому підприємстві.



Рисунок 3.1 – Лещата поворотні для розбирання та збирання форсунок

3.2 Обґрунтування вибору конструкції стенду для калібрування турбокомпресора

Для механізації трудомістких робіт при обслуговуванні та ремонті системи турбонаддуву дизельних двигунів автомобілів HINO 500, оптимальним вибором є спеціалізований стенд для налаштування геометрії турбокомпресора. Такий пристрій дозволяє точно відновлювати заводські параметри турбін, забезпечуючи їх ефективну роботу після ремонту.

Стенд GEOMET-2000 (рис. 3.2) призначений для налаштування механізму змінної геометрії турбокомпресора після проведеного ремонту. Цей пристрій може проводити налагодження геометрії турбокомпресорів без необхідності обертання валу, з вакуумним, повітряним та електронним керуванням. Унікальною особливістю GEOMET-2000 є можливість перевірки клапана N75, який бере участь в управлінні турбокомпресором на автомобілі, що спрощує завдання пошуку несправностей. Також стенд дозволяє визначити стан пружини актуатора, що дає можливість краще оцінити стан турбокомпресора.



Рисунок 3.2 – Стенд калібрування турбокомпресора «ГЕОМЕТ-2000»

Переваги використання:

- Точність налаштування: Забезпечує відновлення заводських параметрів турбін, що підвищує їхню ефективність та довговічність.
- Універсальність: Підходить для турбокомпресорів з різними системами керування.
- Діагностика: Можливість перевірки клапана N75 та стану пружини актуатора сприяє точному виявленню несправностей.

Використання такого стенду значно підвищить ефективність та якість обслуговування турбонаддувних систем, що є дуже важливим для створення надійної роботи ДВЗ автомобілів HINO 500.

Параметри	ГЕОМЕТ-2000
Необхідний тиск у пневматичній системі, МПа	0,6 – 0,8
Максимальна продуктивність вакуумного насоса, м ³ /година	180
Габаритні розміри верстата (довжина x ширина x висота), мм	1190 x 520 x 1730
Маса верстата, кг (орієнтовно)	250
Параметри мережі живлення	220В ± 10%, 1 Ph, 50Гц ± 1
Потужність, не більше, кВт	1,5
Програмне забезпечення	Turbo Test
Вимоги до фундаменту	Верстат встановлюється на звичайній твердій підлозі в цеху

3.3 Розрахунок потужності вакуумного насоса

Значення для розрахунку

- Рівень вакууму (t): Наприклад, якщо потрібен вакуум 0.9 бар (це 0.1 бар тиск), це значення для p.
- Об'єм повітря (V): Об'єм повітря, який потрібно відкачати, залежить від обсягу турбокомпресора і часу, за який потрібно створити вакуум. Припустимо, що об'єм повітря становить 0,05 м³ (це може бути орієнтовним значенням для системи турбонаддува).
- Коефіцієнт корисної дії (η): Зазвичай для вакуумних насосів значення коефіцієнта ефективності становить 0,7 ... 0,9.

Беремо наступні дані:

$$\text{Тиск } P = 0,1 \text{ бар} = 10,00 \text{ Па};$$

$$\text{Об'єм повітря } V = 0,05 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

$$\eta = 0.8.$$

Потужність вакуумного насоса можна розрахувати за допомогою формули:

$$P = \frac{10.00 \text{ Па} \cdot 0,05 \text{ м}^3/\text{с}}{0,8} = 625 \text{ Вт.}$$

Потужність вакуумного насоса для створення потрібного рівня вакууму при заданому об'ємі повітря становить 625 ват.

Даний розрахунок дає орієнтовну величину потужності насоса, яка необхідна для створення ефективної роботи системи вакууму в стенді для налаштування турбонаддуву.

3.4. Економічна ефективність та термін окупності

Для розрахунку економічної ефективності та терміну окупності пристрою, необхідно врахувати такі основні аспекти:

Витрати на виготовлення пристрою (капітальні витрати).

Операційні витрати (обслуговування, енергія, робочі ресурси тощо).

Очікувані доходи від використання пристрою (економія часу, підвищення ефективності роботи).

Термін служби пристрою.

Термін окупності.

1. Капітальні витрати (витрати на виготовлення)

Для виготовлення пристрою треба врахувати витрати на:

Матеріали: сталеві, алюмінієві або інші сплави для виготовлення деталей.

Обладнання: витрати на спеціальне обладнання для виготовлення деталей (верстати, зварювальне обладнання, інші механізми).

Зарплата працівників: витрати на працю фахівців (інженерів, техніків, монтажників).

Додаткові витрати: витрати на проектування, сертифікацію та тестування.

Приклад орієнтовних витрат:

Матеріали та комплектуючі: 5000 грн.

Обладнання та інструменти: 10000 грн.

Зарплата працівників (3 людини, 1 місяць): 15000 грн.

Додаткові витрати (проектування, тестування): 3000 грн.

Загальні капітальні витрати = $5000 + 10000 + 15000 + 3000 = 33,000$ грн.

2. Операційні витрати.

До операційних витрат відносяться:

Витрати на енергію (споживання електрики для роботи насоса, системи вакууму тощо).

Технічне обслуговування (перевірка та обслуговування пристрою).

Зарплата працівників (витрати на обслуговування пристрою протягом експлуатації).

Амортизація (розрахунок на основі терміну служби пристрою).

Припустимо, що щорічні операційні витрати складають:

Енергія: 2000 грн/рік.

Технічне обслуговування: 3000 грн/рік.

Зарплата працівників (2 людини на рік): 15000 грн.

Амортизація (термін служби 10 років): $33,000 \text{ грн} / 10 \text{ років} = 3300 \text{ грн/рік}$.

Загальні операційні витрати = $2000 + 3000 + 15000 + 3300 = 23,300$ грн/рік.

3. Очікувані доходи від використання пристрою

Основні доходи від використання пристрою можна оцінити через:

Економію часу: зменшення часу на налаштування турбін і підвищення ефективності роботи.

Збільшення кількості обслуговуваних турбін завдяки зменшенню часу на обслуговування кожної.

Припустимо, що використання пристрою дозволить зекономити 30% часу на налаштування кожної турбіни, що дозволяє обслуговувати на 20% більше

турбін щорічно. При цьому дохід від кожної обслугованої турбіни становить 1000 грн.

Наприклад:

Кількість обслуговуваних турбін без пристрою — 100 одиниць на рік.

Кількість обслуговуваних турбін з пристроєм — 120 одиниць на рік.

Дохід від обслуговування 120 турбін: $120 \text{ турбін} \times 1000 \text{ грн} = 120,000 \text{ грн}$.

Очікувані доходи = 120,000 грн/рік.

4. Термін окупності

Термін окупності можна розрахувати за формулою:

$$T_o = \frac{K_v}{K_{чд}}$$

Чисті доходи визначаються як різниця між доходами від використання пристрою та операційними витратами:

$$\text{Чисті доходи} = 120,000 \text{ грн} - 23,300 \text{ грн} = 96,700 \text{ грн/рік},$$

Термін окупності:

$$T_o = \frac{33,00}{96,700} = 0,34 = 4,1 \text{ місяц.}$$

Одже, капітальні витрати на виготовлення пристрою становлять 33,000 грн., операційні витрати - 23,300 грн/рік, очікувані доходи від використання пристрою - 120,000 грн/рік.

Термін окупності пристрою становить приблизно 4.1 місяці.

Таким чином, пристрій окупиться менш ніж за 5 місяців роботи, що свідчить про високу економічну ефективність цього проекту.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження температурного режиму роботи двигуна

Під час роботи двигуна його температурний режим повинен бути стабільним, він не повинен ні переохолоджуватися, ні перегріватися. В іншому випадку різко зростають темпи зношування його деталей та витрати палива, виникає деформація деталей тощо.

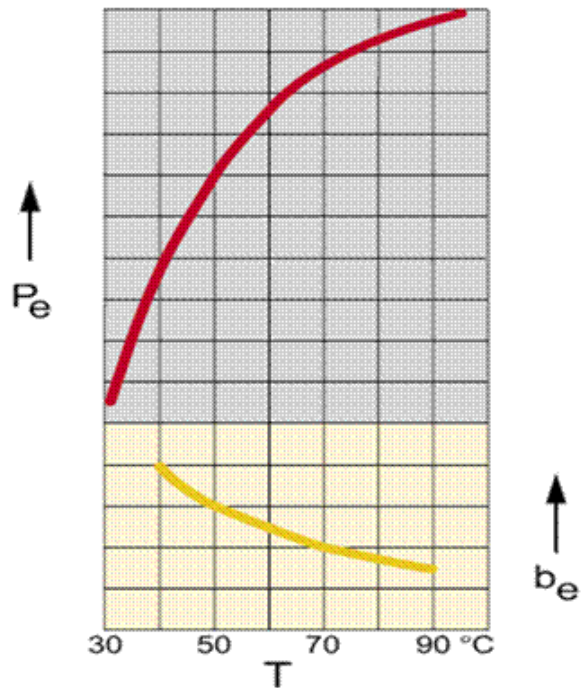


Рисунок 4.1. Залежність потужності двигуна і витрата палива від температури двигуна: P_e – потужність двигуна; b_e – витрата палива; T – температура двигуна

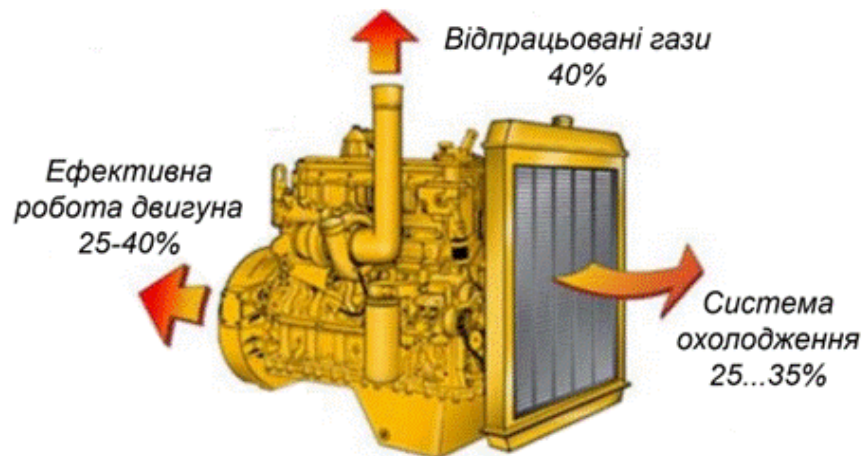


Рисунок 4.2. Витрата тепла під час роботи двигуна

Щоб уникнути всього цього, ДВЗ оснащують системою охолодження, яка не допускає перегріву шляхом примусової циркуляції повітря через радіатор та зміни об'єму рідини, що проходить через нього.

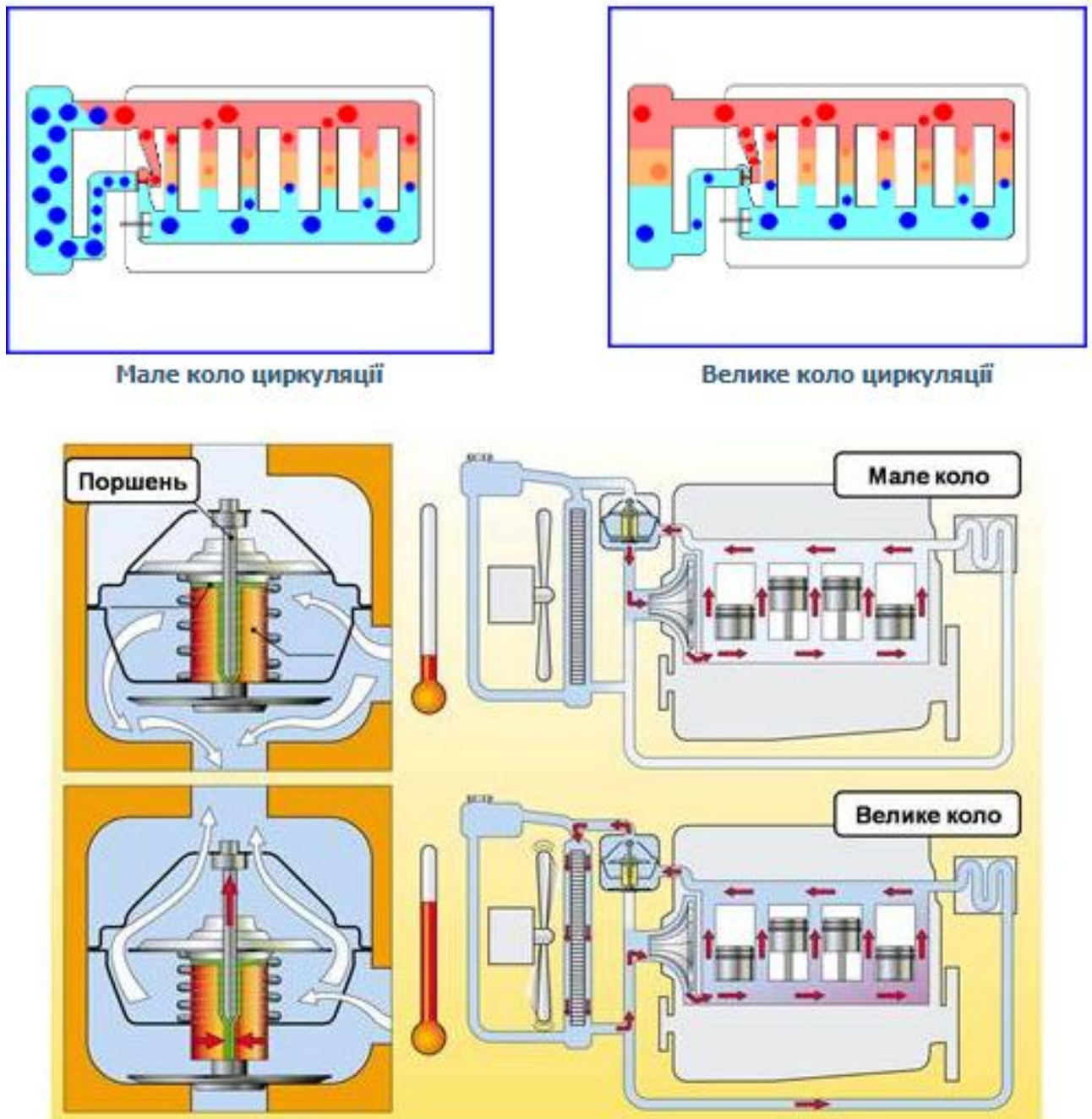


Рисунок 4.3 – Кола циркуляції охолоджувальної рідини

Задача системи охолодження - забезпечити сталість кількості Q_p тепла, яке надходить до неї від двигуна, і його кількості Q_r , що віддається навколишньому середовищу за той самий період часу:

$$Q_p - Q_r = 0. \quad (4.1)$$

Однак слід мати на увазі, що ця формула буде вірною тільки в разі, коли двигун прогрітий до робочої температури, і більша частина тепла, яке продовжує виділятися при згорянні палива, негайно відводиться системою охолодження, а залишкова частина забезпечує роботу двигуна в оптимальному температурному діапазоні. Отже, під час прогріву все тепло повинно накопичуватися двигуном, його системами і деталями, а після прогріву надлишок цього тепла віддається в навколишнє середовище. Це співвідношення в сучасних двигунах регулюється термостатом, який збільшує або зменшує подачу рідини в радіатор.

Стійкість теплового режиму двигуна характеризується фактором F_t стійкості, який визначається за формулою:

$$F_t = \frac{\sigma Q_r}{\sigma T} - \frac{\sigma Q_p}{\sigma T}. \quad (4.2)$$

T – температура.

Якщо:

$F_t > 0$, робота буде стійка,

$F_t < 0$, то - робота не буде стійка.

При сталих режимах роботи ДВЗ, високих температурах навколишнього середовища, коли швидкість відведення тепла від радіатора невелика, і малих швидкостях руху, коли об'єм повітря, що проходить через радіатор, малий, вентилятор системи охолодження повинен працювати на режимі максимальної продуктивності - щоб зберегти тепловий режим двигуна сталим; по-друге, при низьких температурах навколишнього середовища, коли швидкість відведення тепла від радіатора збільшується, і високих швидкостях руху, коли об'єм повітря, що проходить через радіатор, великий, більша частина рідини повинна рухатися по "малому колу", і радіатору достатньо невеликого об'єму повітря, щоб її охолодити

Однак двигун працює не тільки на сталому тепловому режимі. Іншими словами, в його роботі присутній параметр, який залежить від часу t . У цьому випадку температура охолоджуючої рідини описується:

$$C \frac{dT}{dt} = Q_p - Q_r. \quad (4.3)$$

C – Теплоємність системи охолодження двигуна.

Признаком сталого теплового режиму є відсутність зміни швидкості температури $\frac{dT}{dt}$ (4.4), робота відповідає (4.1).

$$\frac{dT}{dt} = 0. \quad (4.4)$$

Такі загальні закономірності. Їх реалізацію розглянемо на прикладі системи охолодження двигуна легкового автомобіля (рис. 4.4). Нехай у деякому поперечному перерізі елементарного струменя повітряного потоку на вході в радіатор швидкість дорівнює v . За час dt частинки перемістяться на відстань:

$$d\omega = v dt. \quad (4.5)$$

v – швидкість елементарного струменя повітряного потоку на вході в радіатор.

Очевидно, що наступні за ними частинки одразу ж заповнять все звільняєме простір, і тому через поперечне січення за пройде обсяг повітря:

$$dW = d\omega ds = v dS dt. \quad (4.6)$$

S – площа січення.

Обсяг повітря, що протікає через січення за одиницю часу, називають об'ємним витратою. Якщо його в випадку елементарного струменя потоку:

$$dQ = v ds. \quad (4.7)$$

Загальний обсяг повітря, що протікає через площу, є сумою обсягів елементарних струменів. Отже, при достатньо великій кількості елементарних струменів в потоці для нього можна записати:

$$Q = \int dQ = \int_S v dS. \quad (4.8)$$

Швидкість повітря в різних точках поперечного січення потоку (місцева швидкість) по всій площі може бути неоднаковою, тому для характеристики руху всього потоку зазвичай розглядається не місцева, а середня по всьому січенню швидкість:

$$V_{cp} = \frac{\int_S v dS}{S} = \frac{Q}{S}. \quad (4.9)$$

З неї слідує, що витрата потоку повітря дорівнює середній швидкості, помноженій на площу його поперечного січення:

$$Q = V_{cp} S. \quad (4.10)$$

Звідси умова незривності течії потоку по напрямку його руху можна записати у вигляді:

$$Q = vS = const. \quad (4.11)$$

Однак це тільки для несжимаємої (ідеальної) рідини. Ми ж маємо справу з рідиною газоподібною (повітря). Для неї масовий витрата дає (4.12), а умова незривності потоку набуває вигляду (4.13). (Цю формулу називають рівнянням витрати.):

$$Q^p = \rho V_{cp} S. \quad (4.12)$$

ρ – щільність повітря.

$$Q^p = \rho V_{cp} S = const. \quad (4.13)$$

На рисунку 4.4 загальна площа проходного січення, призначеного для охолодження радіатора повітрям, позначена через S , а через V_{cp} - середня швидкість потоку, що потрапляє в підкапотний простір. Тепер припустимо, що автомобіль рухається при повному штилі, тобто швидкість V_{cp} повітряного потоку дорівнює швидкості його руху ($V_{cp} = V_a$). Тоді кількість Q^p повітря, що проходить через радіатор:

$$Q^B = \rho V_a S. \quad (4.14)$$

V_a – швидкість автомобіля.

Кількість повітря, необхідне для своєчасного відведення тепла в навколишнє середовище та охолодження двигуна, визначається::

$$G'_B = \frac{Q_r}{C_B (T_{Vux}^B - T_{Vx}^B)}. \quad (4.15)$$

C_B – теплоємність повітря;

T_{Vux}^B , T_{Vx}^B – температура повітря до і після радіатора.

Отримуємо:

$$Q^B = G'_B. \quad (4.16)$$

$$\rho v S = \frac{Q_r}{C_B(T_{Vux}^B - T_{Vx}^B)}. \quad (4.17)$$

Іормулу, з якої легко визначити мінімальну та достатню для ефективного охолодження двигуна площу проходного січення:

$$S_{min} = \frac{Q_r}{\rho V_a C_B (T_{Vux}^B - T_{Vx}^B)}. \quad (4.18)$$

З урахування площі охолодження:

$$F = \frac{Q_r}{K(T_{cp}^G - T_{cp}^B)}. \quad (4.19)$$

K – коефіцієнт теплопередачі.

В яку, як видно, входять середня температура T_{cp}^G рідини в радіаторі та середня темп. повітря T_{cp}^B , що проходить через радіатор. Визначаються вони за формулами:

$$T_{cp}^G = \frac{T_{vx}^G + T_{vux}^G}{2}; \quad (4.20)$$

$$T_{cp}^B = \frac{T_{vx}^B + T_{vux}^{GB}}{2}.$$

З формули (4.19) знаходимо значення (21), підставивши яке в (4.18), отримуємо формулу (4.22), тобто залежність, яка встановлює зв'язок між площею проходного січення і площею радіатора, швидкістю руху автомобіля, а також температурними параметрами системи охолодження і навколишнього середовища. При цьому відношення різниць температур описує умови роботи ДДВЗ — навантаження, режим роботи.

$$Q_r = FK(T_{cp}^G - T_{cp}^B). \quad (4.21)$$

$$S_{min} = \frac{FK(T_{cp}^G - T_{cp}^B)}{\rho V_a C_B (T_{Vux}^B - T_{Vx}^B)}. \quad (4.22)$$

$$S_{min} = \frac{FKK_T}{\rho V_a C_B} \cdot \left(\frac{(T_{cp}^G - T_{cp}^B)}{T_{Vux}^B - T_{Vx}^B} \right)^n. \quad (4.23)$$

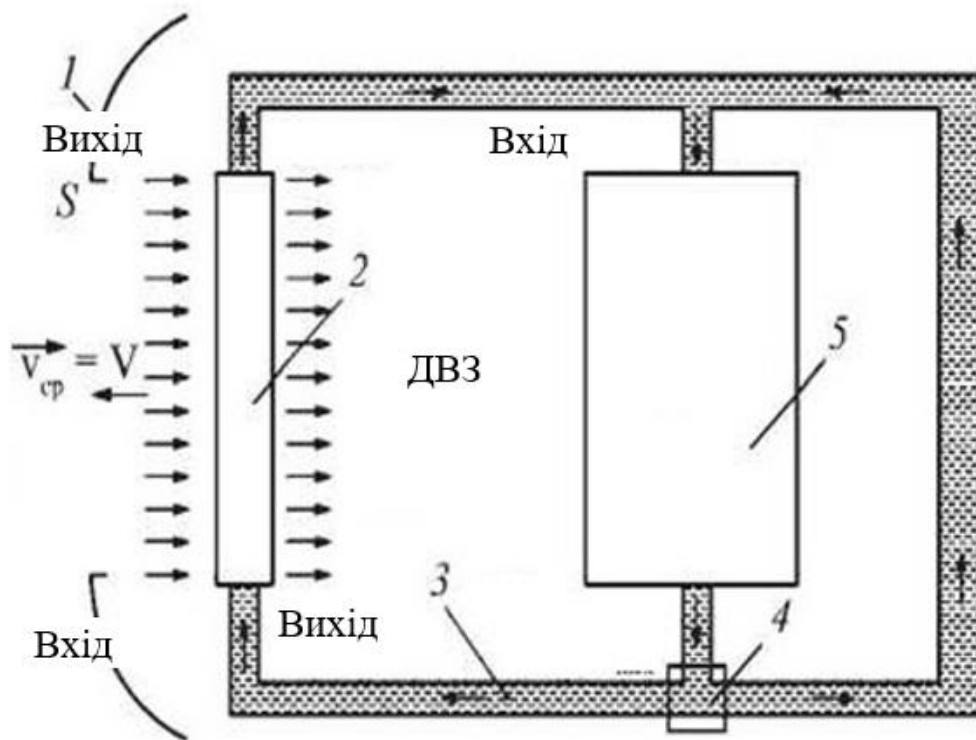


Рисунок 4.4 – Схема роботи та основні параметри системи охолодження:

1 – передня частина автомобіля; 2 – радіатор; 3 – трубопровід системи охолодження; 4 – термостат; 5 – двигун.

Двигуни різних виробників мають відмінності в оптимальних температурних режимах роботи та величинах оцінкових показників ефективності функціонування систем охолодження. До формули (4.22) необхідно додати коригувальний коефіцієнт K_T , який дозволяє врахувати специфіку температурних режимів для різних типів двигунів.

Крім того, враховуючи, що площа проходного січення радіатора повинна збільшуватися зі зростанням різниці температур повітря на вході та виході з радіатора, а також зменшуватися зі збільшенням різниці середніх температур охолоджуючої рідини та повітря, потрібен другий коригувальний параметр. Це може бути показник (n)-го степеня, який враховуватиме залежність площі проходного січення від температур навколишнього повітря та охолоджуючої рідини.

З урахуванням цих доповнень формула (4.12) трансформується у вигляд формули (4.23), яка може бути застосована лише за умови, що $V_a > 0$ (коли існує

потік повітря через радіатор). У випадку несталого температурного режиму, коли двигун переохолоджений $V_a > 0$, площа проходного січення $\backslash(S\backslash)$ повинна бути мінімальною. Якщо ж двигун перегрітий, то S має приймати максимальне значення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика ділянки з точки зору небезпечності роботи

Робота на ремонтних ділянках супроводжується низкою потенційних небезпек, які можуть загрожувати здоров'ю та життю працівників. Ці небезпеки поділяються на кілька основних видів.

До першого виду належить динамічний вплив на людину, який виникає через рухомі частини обладнання або виконавчі механізми верстатів. Це можуть бути поштовхи, удари чи інші фізичні впливи, які становлять небезпеку при контакті з працівником.

Другий вид небезпеки включає механічний вплив. Він проявляється у вигляді захоплення, притисків або здавлювань частинами обладнання чи механічними елементами, які рухаються відносно один одного.

Третій вид небезпеки стосується експлуатації електрообладнання. До основних ризиків належать ураження електричним струмом, електричний удар або вплив електродуги. Ураження струмом є одним із найбільш серйозних факторів, що загрожують життю працівників ремонтного виробництва.

Основні причини електротравматизму

Поява напруги на частинах обладнання, які у нормальних умовах не перебувають під напругою (корпуси, пульти). Це часто трапляється через пошкодження ізоляції в електродвигунах, кабелях чи проводах.

Крокова напруга, що виникає через замикання струмоведучих проводів на землю. У таких випадках зона ураження може бути досить великою.

Помилки персоналу або недостатній технічний контроль за станом електрообладнання також є причинами нещасних випадків.

Згідно з характеристиками приміщення, ділянка відноситься до категорії приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом. У таких приміщеннях забезпечується нормальна температура, вологість до 60%, ізоляція підлог і невелика кількість заземлених предметів.

Інші небезпечні фактори.

Ще одним важливим ризиком є використання мостового крану та кран-балок, які призначені для переміщення важких і великогабаритних предметів. Робота з таким обладнанням потребує дотримання норм техніки безпеки. Зокрема, слід уникати перевантаження обладнання, правильно закріплювати вантажі та проводити регулярний технічний огляд механізмів.

Заходи безпеки.

Для зниження ризику виникнення небезпечних ситуацій на ділянці необхідно дотримуватися таких правил:

Проводити регулярну перевірку стану ізоляції електрообладнання.

Забезпечувати заземлення усіх електричних пристроїв.

Навчати персонал правильному користуванню підйомно-транспортними машинами.

Використовувати сигнальні пристрої та огороження для зон роботи мостового крану чи кран-балок.

Стежити за дотриманням правил завантаження і переміщення важких вантажів.

Дотримання цих заходів дозволить знизити ризик травматизму та забезпечити безпечні умови роботи на ділянці.

5.2 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції

Приміщення ділянки розбирання ДВЗ обладнується витяжною вентиляцією, яка повинна бути від всіх місць можливого виділення шкідливих речовин: стендів, робочих місць та столів. Проточне повітря на ділянку необхідно подавати розсіяно в робочу або верхню зону. Витяжку слід робити з нижньої зони на висоті 0,5-0,7 м від підлоги. Місцеві відсоси повинні бути передбаченні також від стендів розбирання.

В виробничих приміщеннях не допускається безпосереднє розміщення вентиляції, крім віконних. Працювати в приміщеннях, де несправна або не увімкнена вентиляція, заборонено.

Вентиляційне обладнання повинне працювати по графіку, який складається з розрахунком часу прибуття машини на ремонтні пости, вибуттям з них і рух по ним. Графік затверджується головним інженером ремонтно-механічного заводу за згодою з профспілковим комітетом. Графік повинен знаходитися біля пульта управління вентиляційної установки.

За експлуатацію вентиляційних установок відповідає особа, яка призначається наказом по АРЗ, з числа інженерно-технічних працівників.

Кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища, визначають на основі кількості тепла, вологи і шкідливих речовин, які поступають в приміщення. При цьому повинно враховуватися кількість повітря, яке видаляється місцевим підсосом від обладнання загально обмінної вентиляції, на технологічні або інші потреби. Визначати необхідну кількість повітря, яке подається, необхідно окремо для теплого, перехідного і холодного періодів року. Густина повітря необхідно приймати рівною $1,2 \text{ кг/м}^3$. В тому випадку, коли необхідно враховувати дійсну густину повітря, виконується перерахунок.

Визначаємо об'єм повітря, яке відсмоктується зонтом, встановленим над столом комплектувальним.

Розмір столу $1 \times 1,5 \text{ м}$; швидкість розповсюдження парів речовин та пилю $0,2 \text{ м/с}$; швидкість всмоктування їх біля поверхні ванни $v_{xy} = 0,3 \text{ м/с}$; габарити зонти на $0,2 \text{ м}$ більша за габарити ванни по всьому параметру: $a \times b = 1,7 \times 1,2 \text{ м}$; висота від борта ванни до зонти $0,6 \text{ м}$; кут розкриття зонти $\alpha = 60^\circ$; висота зонти $H = 1,4 \text{ м}$.

Визначаємо еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми $d_{ек}$, м

$$d_{ек} = \frac{2ab}{(a+b)}, \quad (5.1)$$

де a – довжина зонти, м; b – ширина зонти, м.

$$d_{ек} = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 1,2}{(1,7 + 1,2)} = 1,4. \quad (5.2)$$

Визначаємо відносні величини в долях еквівалентного діаметру

$$x_0 = \frac{x_0}{d_{ек}}, \quad (5.3)$$

де $d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми.

$$x_0 = \frac{0,85}{1,4} = 0,67. \quad (5.4)$$

$$y_1 = \frac{y_1}{d_{ек}}, \quad (5.5)$$

Тоді одержимо:
$$y_1 = \frac{0,6}{1,4} = 0,42. \quad (5.6)$$

$$x = \frac{x}{d_{ек}}, \quad (5.7)$$

Тоді:
$$x = \frac{0,5}{1,4} = 0,35. \quad (5.8)$$

$$H = \frac{H}{d_{ек}}, \quad (5.9)$$

де H – висота зонти, м;

$d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми.

Тоді

$$H = \frac{1,4}{1,4} = 1,0. \quad (5.10)$$

Знаходимо $y=0,42$ значення $\frac{v_y}{v_u}=0,31$.

Визначаємо значення швидкості повітря в центрі зонти v_u , м/с:

$$v_{\ddot{o}} = \frac{v_{xy}}{\left[\frac{v_y}{v_{\ddot{o}}} - 0,1 \frac{x^2}{x_0^2 - (y_1 + 0,27)H} \right]}, \quad (5.11)$$

де v_{xy} – швидкість всмоктування парів біля поверхні ванни, м/с;

x , x_0 , y_1 , H – відносні величини в долях еквівалентного діаметру.

$$v_u = \frac{0,3}{\left[0,31 - 0,1 \frac{0,35^2}{0,67^2 - (0,42 + 0,27) \cdot 1,4} \right]} = 0,83. \quad (5.12)$$

Середня швидкість всмоктування v_0 , м/с

$$v_0 = \eta v_{\eta}, \quad (5.13)$$

$$v_0 = 1 \cdot 0,83 = 0,83. \quad (5.14)$$

Об'єм відсмоктуючого повітря L , м³/год., визначається з формули

$$L = abv_0 \cdot 3600, \quad (5.15)$$

де a, b – габарити ванни, м;

v_0 – середня швидкість всмоктування, м/с.

Тоді одержимо:

$$L = 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,83 \cdot 3600 = 6095. \quad (5.16)$$

5.3 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда

Розрахунок заземлюючого пристрою полягає у визначенні кількості вертикальних і горизонтальних електродів згідно з вимогами ПУЕ за опором заземлення, питомим опором ґрунту, прийнятими розмірами електродів і конфігурацією заземлення та в порівнянні розрахункового опору заземлення з нормативним значенням.

Визначаємо нормативний опір заземлення R_z (згідно з вимогами ПУЕ) – 10 Ом або 4 Ом.

Обчислюємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_{ϵ} , Ом×м, для вертикальних електродів

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\epsilon} = 220 \cdot 1,3 = 286, \quad (5.17)$$

де ψ_{ϵ} – розрахунковий коефіцієнт сезонності для вертикальних електродів;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір ґрунту, виміряний у лабораторних умовах, Ом×м.

3 Визначаємо опір розтіканню вертикальних електродів R_{ϵ} , Ом, із круглої сталі:

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho_{\epsilon}}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + 0,5 \ln \frac{4t_1 + \ell}{4t_1 - \ell} \right) = \frac{286}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2}{4 \cdot 1,6 - 2} \right) = 114,5, \quad (5.18)$$

де d – зовнішній діаметр електрода, м.

Попередньо встановлюємо необхідну кількість n , шт, паралельно з'єднаних заземлювачів

$$n = \frac{R_{\epsilon}}{R_3 \eta_{\epsilon}} = \frac{114,5}{10 \cdot 0,88} = 13, \quad (5.19)$$

де η_{ϵ} – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

Обчислюємо довжину горизонтального електрода:

$$- \text{при контурному влаштуванні } \ell_{\Gamma} = a \times n, \ell_{\Gamma} = 2 \cdot 13 = 26 \text{ м}; \quad (5.20)$$

де a – відстань між вертикальними електродами, м;

n – прийнята кількість вертикальних електродів, шт.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_{ϵ} , Ом×м, для горизонтального електрода

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{\text{вим}} \psi_{\epsilon} = 220 \cdot 2,5 = 550, \quad (5.21)$$

де ψ_{Γ} – розрахунковий коефіцієнт сезонності для горизонтальних електродів.

Установлюємо опір розтіканню струму R_{ϵ} , Ом, для горизонтального електрода за формулою

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho_{\epsilon}}{2\pi \ell_{\epsilon}} \ln \frac{\ell_{\epsilon}^2}{b_1 t_0}, \quad (5.22)$$

де b_1 – ширина штаби, м (для круглої сталі $b_1 = 2d$, де d – діаметр, м).

Тоді

$$R_{\epsilon} = \frac{550}{2 \cdot 3,14 \cdot 26} \ln \frac{26^2}{0,2 \cdot 0,6} = 28,56. \quad (5.23)$$

Загальний опір заземлюючого пристрою R_0 , Ом

$$R_0 = \frac{R_{\epsilon} R_3}{R_{\epsilon} \eta_{\epsilon} + R_3 \eta_3} \leq R_3, \quad (5.24)$$

де η_{Γ} – коефіцієнт використання горизонтальних електродів з урахуванням вертикальних електродів.

Тоді одержимо:

$$R_0 = \frac{114,5 \cdot 28,6}{114,5 \cdot 0,57 + 28,6 \cdot 0,88} = 9,9 \leq 10. \quad (5.25)$$

Уточнюємо вибрані параметри заземлення. Якщо знайдені значення R_0 та R_3 значно відрізняються одне від одного, то необхідно змінити кількість електродів (їх довжину, діаметр, товщину тощо), після чого повторити розрахунок, починаючи з п. 5 до виконання умови:

$$\begin{cases} R_0 \leq R_3, & \begin{cases} 9,9 \leq 10 \\ 9,9 \approx 10 \end{cases} \end{cases}$$

При збільшенні кількості вертикальних електродів значення R_0 зменшується.

Розрахунки заземлюючих пристроїв є приблизними, тому треба округляти проміжні й кінцеві наслідки в запас.

5.4 Основні джерела радіаційного випромінювання та забруднення

Радіація є природною частиною нашого середовища і одним із численних факторів, які впливають на здоров'я людей. Повністю уникнути впливу радіації неможливо, але можна зменшити її небезпеку шляхом впровадження організаційно-технологічних заходів. Вплив іонізуючого випромінювання на організм залежить від дози та тривалості опромінення, і може бути як позитивним, так і негативним. Для мінімізації ризиків важливо ідентифікувати всі можливі джерела випромінювання та оцінити їхній внесок у сумарну дозу опромінення.

Природні джерела радіації.

Основними джерелами природного радіаційного фону є:

Радон-222: найнебезпечніший компонент природного опромінення, який становить до 78,2% від сумарної дози. Він утворюється при розпаді радію-226 і накопичується в повітрі приміщень.

Природні радіонукліди: радій-226, торій-232, калій-40, які містяться в будівельних матеріалах та ґрунті.

Зовнішній гамма-фон: випромінювання, що надходить від земної кори та космосу.

Радон у повітрі приміщень.

Радон-222 є керованим джерелом природної радіації, і його рівень залежить від типу будівлі:

В одноповерхових будинках середня еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) радону складає 87 Бк/м³.

На першому поверсі багатоповерхових будинків – 45 Бк/м³.

У квартирах вище першого поверху – 24 Бк/м³.

меншення радіаційного забруднення

Для зниження ризиків від природної радіації використовуються такі заходи:

Контроль рівня радону в приміщеннях, особливо на нижніх поверхах.

Використання будівельних матеріалів з низьким рівнем природних радіонуклідів.

Провітрювання приміщень та облаштування вентиляційних систем для зменшення концентрації радону.

Впровадження спеціальних технологій будівництва, які зменшують накопичення радону.

Радіація є невід'ємною частиною нашого життя, проте впровадження ефективних заходів дозволяє значно зменшити її вплив на здоров'я людини. Контроль за рівнем природного радіаційного фону, радіоактивністю будівельних матеріалів та концентрацією радону у приміщеннях є основою для забезпечення радіаційної безпеки.

ВИСНОВКИ

Виходячи з проведених розрахунків для АТП, яке займається перевезенням будівельних матеріалів та сільськогосподарської продукції за допомогою автомобілів HINO 500 FM, Ford Cargo-1830 та Ford Cargo-2524, а також ТО і ремонтом ТЗ, можна зробити такі висновки.

Покращення техніко-економічних показників, зокрема коефіцієнтів випуску автомобілів на лінію, коефіцієнтів використання пробігу, технічної та експлуатаційної швидкості, сприяло значному збільшенню обсягів перевезень та транспортної роботи підприємства. Це дозволило досягти вищої ефективності.

Розроблений генеральний план підприємства, особливу увагу було приділено розробці пристрою для розбирання та збирання ПНВТ, що значно підвищить продуктивність праці в паливному відділенні. Впровадження цього пристрою дозволить зекономити кошти за рахунок скорочення часу на ремонт і зменшення трудомісткості робіт.

З економічного боку, проект показав позитивні результати: за рахунок зниження витрат на обслуговування та підвищення продуктивності праці АТП окупиться за 5 років при існуючих цінах на основні засоби, оборотні кошти та тарифах на перевезення.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях, що демонструє всебічний і комплексний підхід. Це не лише сприяє створенню безпечних умов праці, але й підвищує ефективність роботи підприємства, забезпечуючи його стабільність і стійкість у разі виникнення непередбачуваних обставин.

Також в даній кваліфікаційній роботі розглянуто систему турбонаддуву Н06, Н07 та приведені значення даних потрібних для перевірки і ремонту, оцінку стану турбокомпресора, розглянуто систему турбонаддуву Н06, Н07 та ЕР100, ЕН700. Наведено дані для перевірки і ремонту систем ЕР100, ЕН700.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
2. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
3. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
4. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
5. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Частина 2. Електрообладнання: Навчальний посібник.- Київ.: Вища освіта, 2001. – 243 с. ISBN: 966-95995-4-7.
6. Диха О.В., Свідерський В.П., Дробот О.С., Машовець Н.С. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибо систем: монографія / О.В.Диха, В.П.Свідерський, О.С.Дробот, Н.С.Машовець.- Хмельницький:ХНУ, 2021. – 178 с.
7. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко , А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
9. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
10. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
11. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний

транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

14. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014

15. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

16. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.

17. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В. Основи теорії надійності технічних систем. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В., Львівська політехніка, 2021. – 208 с.

18. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108

19. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

20. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВІЦ, 2004. 174 с

21. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.

22. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

23. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с.

24. Формальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту

Лнкp – нормативний пробіг до КР певної моделі автомобіля;

Лнто-1, Лнто-2 – нормативи періодичностей для певної моделі автомобіля;

тнщо, тнто-1, тнто-2, тнпр – нормативи трудозатрат відповідно на ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР для вибраної моделі автомобіля;

К5 – коефіцієнт коригування питомих трудозатрат поточного ремонту в залежності від прийнятого в проекті способу зберігання рухомого складу: при відкритому зберіганні $K5 = 1$, при закритому – $K5 = 0,9$;

тнсо, тнто-2 – нормативи трудозатрат відповідно на СО і ТО-2;

Тр – річний об'єм робіт, люд. год;

Фр – річний фонд робочого часу, год. Для водіїв він складає 1750 год;

Кпн – коефіцієнт перевиконання норм виробітку. $Kпн = 1,02 \div 1,1$;

$Тр = АГе + Тп.з. = АГе + 0,3 \cdot А$;

$Тр = 340411,5 + 0,3 \cdot 36609,1 = 351394,2$ люд. год.;

$N_{BATH} = 351394,2 / (1750 \cdot 1,05) = 198$ водіїв;

Тр – річний об'єм робіт кожного виду, люд. год;

Фрр – річний фонд часу робітника певної професії, год;

Кпн – коефіцієнт перевиконання норм виробітку. $Kпн = 1,05$.

2.4 Розрахунок кількості виробничих постів, обґрунтування вибір методів організації виробництва на постах

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\Sigma ДнщО$ – добова тривалість впливів ЩО;

η_B – коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО;

$\Phi дщО$ – добова тривалість робочого періоду зони ЩО;

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\Sigma Дндто-1$ – добова тривалість впливів ЩО;

η_B – коефіцієнт використання робочого часу постів ТО-1 і Д-1;

$\Phi дто-1$ – добова тривалість робочого періоду зони ТО-1 і Д-1;

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\Sigma Трдто-1$ – загальнорічні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-1;

η_B – коефіцієнт використання робочого часу постів Д-1;

$\Phi рто-1$ – річна тривалість робочого періоду зони ТО-1;

$\Phi дто-1$ – добова тривалість робочого періоду зони ТО-1;

$R_{пд-1}$ – кількість працюючих на постах Д-1 ($R_{пд} = 1 \dots 2$ чел.);

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\Sigma \text{Дндто-2}$ – добова тривалість впливів ТО-2 і Д-2;
 Фдто-2 – добова тривалість робочого періоду зон ТО-2 і Д-2;
 φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Трдто-2}$ – загальнорічні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-2;
 $\eta \text{в}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів Д-2;
 Фрто-2 – річна тривалість робочого періоду зони ТО-2;
 Фдто-2 – добова тривалість робочого періоду зони ТО-2 і Д-2;
 Рпд-2 – кількість працюючих на постах Д-2 ($\text{Рпд-2} = 1 \dots 2$ чол.);
 φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Дндпр}$ – добова тривалість ПР;
 $\eta \text{в}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів ПР;
 Фдпр – добова тривалість робочого періоду зони ПР;
 A_e – експлуатаційна кількість автомобілів;
 $t_{\text{ко}}$ – тривалість одного контрольного огляду автотранспортного засобу ($t_{\text{ко}} = 2 \dots 3$ хв.);
 Рп – кількість працюючих на посту $\text{Рп} = 2$ (механік і водій);
 $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів КТП;
 $t_{\text{п}}$ – час на постановку і виїзд автомобіля з поста ($t_{\text{п}} = 1 \dots 3$ хв.).

2.5 Місця зберігання та технологічного обладнання зон і відділень

$\Sigma \text{Трм}$ – загальні трудозатрати механічних робіт АТП, люд. год;
 $\varphi \text{д}$ – коефіцієнт врахування затрат допоміжних робіт по самообслуговуванню підприємства, які належать до відділу головного механіка ($\varphi \text{д} = 1,2 \dots 1,3$);
 Фрпр – річна тривалість робочого періоду верстатів;
 Фдпр – добова тривалість робочого періоду верстатів;
 $\eta \text{в}$ – коефіцієнт використання робочого часу верстата ($\eta \text{в} = 0,7 \div 0,8$);
 $V = 9997,48 \cdot 1,3 / 253 \cdot 13,4 \cdot 0,7 = 5$ верстати;
 φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 A_e – експлуатаційна кількість автомобілів;
 Фдщо – добова тривалість робочого періоду зони ЩО;
 M_y – кількість мийних установок;
 $\eta \text{в}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО.

2.6 Приміщення і розрахунок їх площ

F_A – площа автомобіля в плані по габаритних розмірах;
 P_3 – число постів (автомобіле-місць) в даній зоні;
 $K_3 = 6 \dots 7$ при односторонньому розташуванні постів в зонах ТО-1 і ПР
 $K_3 = 4 \dots 5$ при двохсторонньому розташуванні постів в зонах ТО і ПР та на потокових лініях ЩО і ТО-1;

$K_3 = 2,5...3$ для зон зберігання рухомого складу;

F_A – площа автомобіля за габаритними розмірами;

Π_3 – число постів (автомобіле-місць) в даній зоні;

K_3 – коефіцієнт щільності розміщення постів в зоні;

f_1, f_2 – питома площа припадає на першого і кожного наступного робітника;

P_e – кількість робітників в найбільш завантажену зміну;

F_A – площа автомобіля в плані по габаритних розмірах;

n – кількість спеціалізованих постів у відділенні (для зварювального, арматурно-кузовного, столярно-кузовного і малярного відділень $n = 1$);

$K_D = 2,5...3$ – коефіцієнт щільності;

ΣL_p – загальнорічний пробіг автомобілів певного типу, млн. км;

F_n – питома площа складських приміщень на 1 млн. км пробігу певного типу рухомого складу;

K_6 – коригування площ в залежності від чисельності технологічно сумісного рухомого складу;

K_7 – коригування площ в залежності від типу рухомого складу;

K_8 – коригування площ в залежності від висоти складування;

K_9 – коригування площ в залежності від категорії умов експлуатації.

δ – відсоток приміщень, що одночасно використовуються, або відсоток користувачів певної категорії працюючих;

F_p – питома норма площі на одного користувача;

p – пропускна здатність площі або одиниці устаткування;

ΣP – кількість працюючих, які користуються певним приміщенням.

3.2 Розрахунок потужності вакуумного насоса

P - потужність насоса (Вт);

p - тиск, що створюється насосом (Па);

V - об'єм повітря, який потрібно відкачати (m^3/c);

η - коефіцієнт корисної дії (ефективність насоса, безрозмірна величина).