

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів DONG FENG 1030 з
дослідженням залежності потужності ДВЗ від зміни фази газообміну

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Олександр КОЗИРСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

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)

Тернопіль
2024

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 Козирському Олександрю Едуардовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів DONG FENG 1030 з дослідженням залежності потужності ДВЗ від зміни фази газообміну

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: DONG FENG 1030

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)
Схема технологічного процесу – 1 аркуш формату А1. Система живлення автомобіля – 1 аркуш формату А1. Схема з'єднання апаратури – 1 аркуш формату А1. Пристрій для перевірки форсунок – 1 аркуш формату А1. Зона ТП – 1 аркуш формату А1. Виробничий корпус – 1 аркуш формату А1. Генеральний план – 1 аркуш формату А1. Дослідження – 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)

Олександр КОЗИРСЬКИЙ

(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 живлення автомобілів DONG FENG 1030 з дослідженням залежності потужності ДВЗ від зміни фази газообміну» студента групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Козирського Олександра Едуардовича. Керівник роботи – к.т.н., доцент кафедри автомобілів Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить: 71 арк. формату А4 та додатки, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технічне обслуговування, ремонт, організація ТО, структура АТП, структура управління, система живлення, газообмін.

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 технічне обслуговування та ремонт системи живлення автомобілів DONG FENG 1030.

Приведено вибір обладнання для ТО.

Розглянуто залежність потужності ДВЗ від зміни фази газообміну.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Призначення та характеристика підприємства	8
1.2 Технологія та організація транспортного процесу АТП	10
1.3 Площі АТП	10
1.4 Обґрунтування організації виробництва	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Суміжні групи, дані АТП	13
2.2 Розрахунок програми, обсягу робіт	15
2.3 Визначення ТО за цикл	16
2.4 Визначення кількості ТО на групу ТЗ	17
2.5 Діагностичні заходів протягом року	19
2.6 Річний обсяг робіт і чисельність робітників	21
2.7 Розрахунок постів	25
2.8 Розрахунок площ приміщень	31
2.9 Генеральний план підприємства	33
2.10 ТО та ремонт системи живлення автомобілів DONG FENG 1030	34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Стенд для діагностик форсунок	46
3.2 Розрахунок стенду	47
3.2.1 Розрахунок кулачкового вулу	47
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Залежність потужності ДВЗ від зміни фази газообміну	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Розробка і впровадження системи управління охороною праці	62
5.2 Ідентифікація можливих надзвичайних ситуацій на автотранспортному підприємстві	63
5.3 Інженерні (технічні) рішення з охорони праці	65

ВИСНОВКИ	68
БІБЛІОГРАФІЯ	69
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Автомобільний транспорт є важливою складовою транспортної інфраструктури країни, обслуговуючи мільйони підприємств, організацій, сільськогосподарських господарств та населення. Вантажні перевезення автомобільним транспортом складають близько 35% загального грузообігу, а його частка у перевезеннях вантажів і пасажирів значно зростає, займаючи 75 ... 77% і 53 ... 55% відповідно. Це підкреслює важливість ефективного ТО і діагностики для забезпечення безперебійної роботи транспорту та попередження несправностей.

Якість ТО значною мірою залежить від розвитку вир.-технічної бази АТП, яка включає в себе споруди, обладнання та інструменти, необхідні для обслуговування, ремонту та зберігання ТЗ. Внесок цієї бази в ефективність експлуатації автомобілів становить близько 18-19%.

Основною метою автомобільного транспорту є задоволення потреб економіки і населення в перевезеннях при мінімальних витратах ресурсів. Для цього важливо підтримувати автомобілі в технічно справному стані. Підвищення ефективності роботи транспорту, зокрема через своєчасне та якісне ТО і ремонт, є важливою задачею. Впровадження нових методів діагностики та ремонту, таких як сучасні системи діагностики і нові методи ремонту, дозволить точніше визначати технічний стан автомобілів, зменшити витрати на запчастини і скоротити час простою транспортних засобів.

Робота включає розробку стенда для діагностики форсунок дизельних двигунів, стане важливим кроком у вирішенні цієї проблеми.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення та характеристика підприємства

Основним видом діяльності підприємства є будівельно-монтажні роботи, включаючи будівництво будівель і споруд I та II рівнів відповідальності, проектування та виконання функцій генерального підрядника. Воно спеціалізується на роботах підвищеної небезпеки (газо-, нафто-, продуктопроводи), санітарно-технічних роботах та має відповідні ліцензії й сертифікати.

Підприємство також виконує:

- Перевезення вантажів понад 3,5 т.
- Ремонт підйомних споруд та металоконструкцій.
- Роботи зі зварювання і виготовлення нафто- та газодобувного обладнання.
- Ремонт ізоляційних покриттів трубопроводів.

Має реєстрацію небезпечних об'єктів, таких як система газопостачання та участок механізації, і власну виробничу базу з виготовлення металоконструкцій, лабораторію неразрушуючих методів контролю, три виробничі ділянки та понад 100 одиниць техніки.

Підприємство виконало значні проекти, зокрема будівництво цехів, установок для зимового розігріву автомобілів, очисних споруд і реконструкцію бази для зберігання нафтопродуктів.

Таблиця 1.1– Перелік рухомого складу автомобільного транспорту

Марка	Кільк., шт	Марка	Кільк., шт	Марка	Кільк., шт
Бортові					
КамАЗ-53212	2	DONG F1	1	NINO 500	1
КамАЗ-5320	1	FORD TRANSIT	1	Hyundai	1
КамАЗ-55215	1	Dong Feeng	5		
Сідельні тягачі					
КамАЗ-5410	2	МАЗ-7429	1	КрАЗ-6444	1

МАЗ-64229	1	КрАЗ-260	1		
Тягачі					
УРАЛ-43204	2	УРАЛ-43443	1		
Самоскиди					
ММЗ-4502	1	КамАЗ-55111	12	МАЗ-551600	4
Паливозаправники					
DONG FEENG1030	1	УРАЛ-4320-30	1	КрАЗ-260	1
КамАЗ-53212	1				
Спеціальні ТЗ					
УРАЛ-43202ТМБ	1	ISUZU	1	КамАЗ-55102	1
УРАЛ-43203	1	NINO 300	1		
Автобуси					
Ford Cargo 2524D	1	NINO 300BH3284	1	FORD TRANSIT 130	1
Ford Cargo 2530	1	БОГДАН A092123307	1	NISSAN PATROL	1
Ford Cargo 25301	2	БОГДАН A09212	2	NISSAN PATROL	1
БОГДАН A092	2	ГАЗ-2705	1	ИКАРУС-250	2
Авто – легкові					
ГАЗ-3110	3	ГАЗ-3102	1	JEEP WRANGLER	1
ГАЗ-31105	5	JEEP WRANGLER9	1	JEEP WRANGLER4	1
Ford Ranger Pick-ops	1	FIAT ТРО	1	Nissan-Lavrel	1
Причіпи та напівпричіпи					
8103.2-8	1	СЗАП-8357	1	МТМ-933001	1
СЗАП-8551	3	ГКБ-8350	1	ЧМЗАП-9337	3
ОДАЗ-9370	2	Роспуск88-03У	2	МАЗ-5247Г	1

Таблиця 1.2 – Пробіг протягом року

Камаз	Краз	Маз	Урал	Nino	Зил	Богдан	Икарус	Fiat	Nissan
910	57	169	271	1498	33	346	125	145	220

1.2 Технологія та організація транспортного процесу АТП

Виробничо-технічний відділ (ВТВ) відповідає за впровадження нової техніки та технологій, реконструкцію приміщень і обладнання, розробку заходів з охорони праці та техніки безпеки, складання технічних нормативів та інструкцій, а також організує та керує винахідницькою та раціоналізаторською діяльністю. Крім того, цей відділ займається підготовкою та перепідготовкою робітників і інженерно-технічних працівників (ІТП).

Відділ технічного контролю (ВТК) відповідає за контроль технічного стану рухомого складу, перевірку якості робіт усіх підрозділів виробництва, забезпечення безпеки руху після повернення автомобіля на базу або перед виїздом на лінію. ВТК також здійснює глибоку діагностику всіх систем і механізмів автомобіля, щоб забезпечити їх належний стан.

Відділ головного механіка (ВГМ) займається ремонтом виробничого обладнання і інструменту, а також обслуговуванням приміщень, споруд, енергетичних та санітарно-технічних систем, що підтримують роботу підприємства.

Відділ матеріально-технічного забезпечення (ВМТЗ) організовує постачання матеріалів та запасних частин для потреб виробництва і забезпечує роботу складського господарства (основного та проміжного складів).

1.3 Площі АТП

Таблиця 1.2 – Площі

Назва	Площа, м ²
Ремонтний відсік	772,50
Майстерня паливної апаратури	49,80
Токарна майстерня	49,80+51,00
Майстерня з ремонту радіаторів	24,50
Агрегатна майстерня	76,00
Зарядне приміщення	28,00

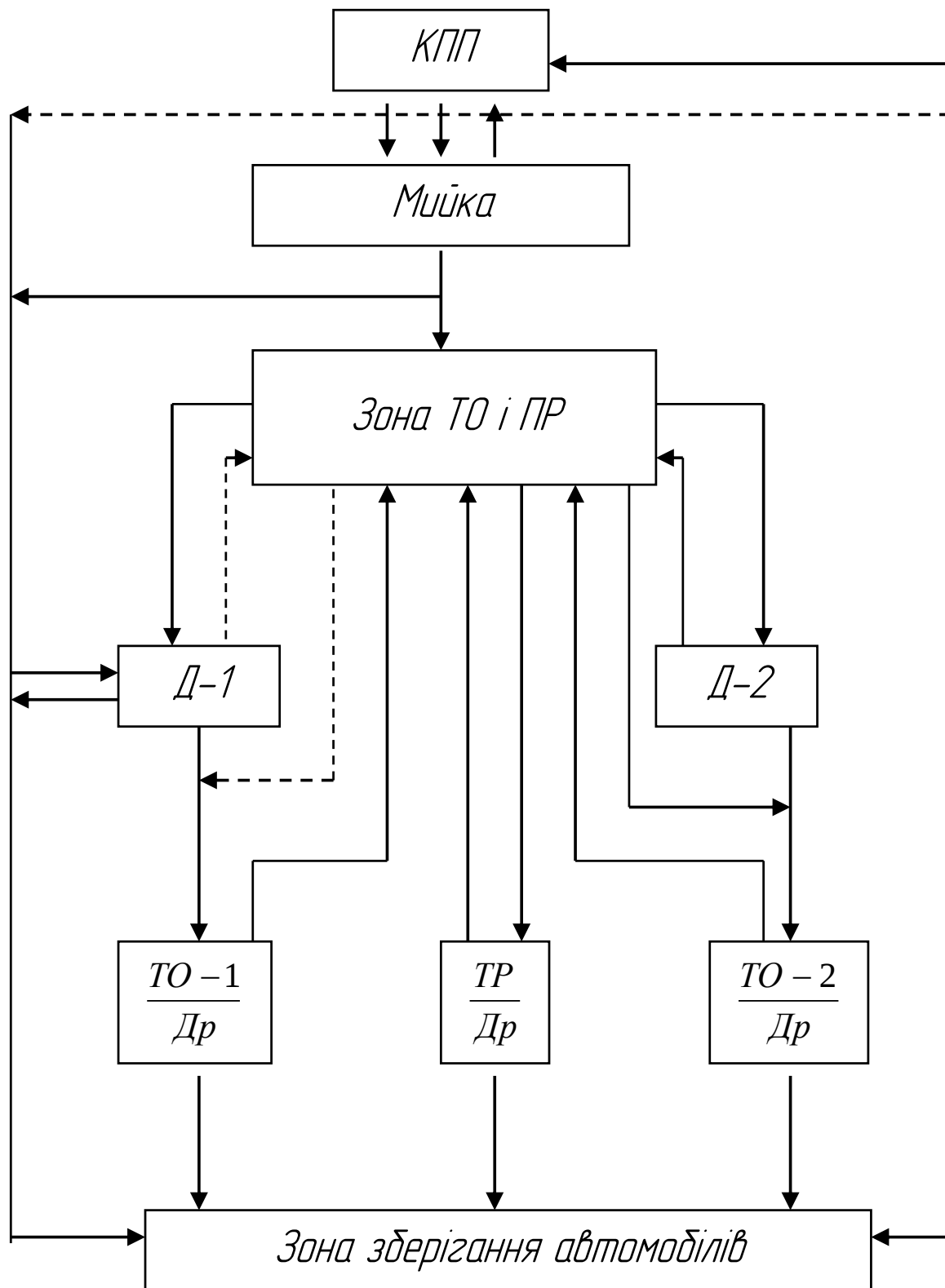
Майстерня автоелектрики	45,80
Приміщення для приготування електроліту	16,00
Складське приміщення	6,00
Майстерня для ремонту акумуляторів	6,00
Санітарний вузол	8,00
Камера вентиляції	12,00
Роздягальня персоналу	33,00
Приміщення електричного щита	4,00
Тамбур	2,00

1.4 Обґрунтування організації виробництва

При виконанні проєктів по зонам ТО, ПР і діагностики на АТП, важливо продемонструвати, як автомобіль рухається по виробничих зонах і робочих постах з моменту його прибуття на АТП до моменту випуску на лінію. Це повинно враховувати конкретні умови діючого АТП та реальні вимоги при проєктуванні.

Приділяється зв'язку між діагностикою, ТО і ремонтом, а також визначити, яке місце займає діагностика в технологічному процесі. Для цього необхідно орієнтуватися на схему, зазначену на рисунку 1.1, яка показує етапи обслуговування, проходження через зони, та зв'язок між діагностикою та ремонтом, що дозволить чітко визначити послідовність і логіку роботи автомобіля на підприємстві.

Ремонт паливної апаратури включає кілька етапів. Спочатку проводиться діагностика для виявлення несправностей. Потім апаратура розбирається і очищається від забруднень. Деталі перевіряються на знос і пошкодження, несправні замінюються або ремонтуються. Після цього апаратуру збирають, налаштовують і тестують на спеціальних стендах. Готовий виріб передається з оформленням документації. Для організації ремонту потрібен контроль якості, планування роботи та сучасне обладнання.



маршрути: — основний; - - - - - можливий

Рисунок 1.1 – Схема технологічного процесу:

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Суміжні групи, дані АТП

Технологічний розрахунок враховує, що автомобілі проходять ТО, поточний ремонт та стоянку на території підприємства.

Рухомий склад поділяється на п'ять технологічно сумісних груп. Це означає, що конструктивна спільність моделей дозволяє виконувати роботи з ТО та ПР на єдиній технологічній базі з використанням однакових робочих місць, постів та обладнання.

Таблиця 2.1 – Технологічно сумісні групи

Група	Марка ТЗ	Кількість
I	Ford Ranger Pick-ops	1
	FIAT TPO	1
II	ГАЗ-3110	8
	JEEP WRANGLER	4
III	Nissan-Lavrel	2
	FORD TRANSIT 130	1
	NISSAN PATROL	2
	NINO 300	1
IV	Ford Cargo 2524D	1
	Ford Cargo 2530	3
	БОГДАН А092	2
	БОГДАН А09212	3
V	ІКАРУС-250	2
VI	DONG F	6
	FORD TRANSIT	1
VII	DONG FEENG1030	1
VIII	NINO 500	2

IX	КамАЗ – 5320	1
X	КамАЗ-53212	4
	КамАЗ-5410	2
	МАЗ-64229	1
	МАЗ – 7429	1
	МАЗ – 551600	4
	КрАЗ-260	2
	КрАЗ-6444	1
	УРАЛ-4320	3
XI	УРАЛ-43443	1
	КамАЗ-55111	12
XII	Причіпи	6
XIII	Напівпричіпи	9
XIV	Спецтехніка	10

Таблиця 2.2 – Дані щодо АТП

Група	Кількість, шт	Середньодобовий пробіг одного авто, лсс, км	Час в наряді, Тн, год
I	2	70	8,19
II	13	70	8,19
III	5	90	8,19
IV	9	90	8,19
V	2	90	8,19
VI	7	110	8,19
VII	3	110	8,19
VIII	1	110	8,19
IX	1	110	11
X	18	110	11
XI	13	110	8,19
XII	6	110	8,19

XIII	9	110	8,19
XIV	10	60	8,19

2.2 Розрахунок програми, обсягу робіт

Для розрахунку програми спочатку потрібно вибрати нормативні пробіги рухомого складу до списання та періодичності проведення ТО – 1 і ТО – 2. Вони встановлюються з врахуванням експлуатації за умов, типів авто і помірно-холодного клімату. Нормовані пробіги до списання та періодичність ТО визначаються з використанням відповідних коефіцієнтів:

$$\begin{aligned} L_P &= L_P^{(H)} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \\ L_i &= L_i^{(H)} \cdot K_1 \cdot K_3, \end{aligned} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.3 – Нормативи за ресурсом і пробігом по АТП

Група	Ресурс до ПР тис. км.	Трудомісткість		
		ТО – 1, люд. год.	ТО – 2, люд. год.	ТР, люд. год. 1000км
I	160,0	2,60442	10,51785	1,80
II	400,0	3,40578	13,52295	2,10
III	370,0	4,50765	18,0306	2,80
IV	400,	6,0102	24,0408	3,01
V	500,0	9,0153	36,0612	4,21
VI	200,0	1,80306	7,21224	1,55
VII	300,0	3,60612	14,42448	3,01
VIII	500,0	3,60612	14,42448	3,41
IX	300,0	5,70969	21,63672	5,01
X	300,0	7,51275	24,0408	5,51
XI	300,0	7,81326	31,25304	6,11
XII	270,0	2,10357	8,41428	1,15
XIII	270,0	2,10357	8,41428	1,15
XIV	270,0	20,53485	80,136	16,03

2.3 Визначення ТО за цикл

Для розрахунку кількості технічних ефектів на один транспортний засіб протягом циклу необхідно враховувати пробіг автомобіля та ресурс, на який він розрахований. Кількість списань авто протягом циклу становить одиницю, оскільки в даному випадку пробіг циклу рівний ресурсному пробігу транспортного засобу. Після досягнення цього пробігу автомобіль списується, а наступне технічне обслуговування не проводиться.

У рамках цього розрахунку передбачається, що обслуговування ТО – 2 включає всі роботи, що робляться протягом ТО – 1, тому кількість ТО – 1 за цикл не включає ТО – 2, оскільки це обслуговування проводиться одночасно з ТО – 2. Таким чином, при визначенні кількості ТО і рем. враховуються як періоди, коли проводиться ТО – 1, так і коли проводиться ТО – 2.

Крім того, в обсязі робіт можуть бути включені й інші види технічних обслуговувань та операцій, що допомагають підтримувати працездатність автомобіля на всіх етапах його експлуатації. Розрахунок цих показників допомагає точно визначити обсяги робіт і необхідні ресурси для належного обслуговування ТО на кожному етапі їх експлуатації.

Кількість списань (N_C), $TO - 2$ (N_2), $TO - 1$ (N_1), EO (NE_{Oc}), EO_T (N_{EOt}) за цикл:

$$N_C = \frac{L_{ц}}{L_P} = 1; \quad (2.2)$$

$$N_2 = \frac{L_P}{L_{TO-2}} - N_C; \quad (2.3)$$

$$N_1 = \frac{L_P}{L_{TO-1}} - (N_C + N_2); \quad (2.4)$$

$$N_{EOc} = \frac{L_P}{l_{cc}}; N_{EOt} = 1,6 \cdot (N_1 + N_2). \quad (2.5)$$

Як приклад для:

гр.1: $N_C - 1$; $N_2 - 20$; $N_{EOc} - 2026$; $N_1 - 9$; $N_{EOt} - 46,3$.

гр.10: $N_C - 1$; $N_2 - 49$; $N_{EOc} - 2067$; $N_1 - 15$; $N_{EOt} - 100$.

2.4 Визначення кількості ТО на групу ТЗ

Оскільки пробіг автомобіля протягом року відмінний від пробігу, який він проходить за один цикл, для розрахунку кількості технічних обслуговувань (ТО) за рік потрібно спочатку визначити річний пробіг транспортного засобу. Річний пробіг авто залежить від відпрацьованих днів, інтенсивності використання, умов експлуатації та планованих обсягів перевезень на підприємстві. Він є важливим параметром для планування ТО, оскільки визначає, скільки разів автомобіль потребуватиме ТО протягом року.

$$L_T = D_{\text{раб.г}} \cdot l_{\text{сс}} \cdot \alpha_T, \text{ км}, \quad (2.6)$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + \frac{D_{\text{ТО-ТР}} \cdot l_{\text{сс}} \cdot K_2}{1000}},$$

Таблиця 2.4 – Простої при ТО, ПР

Група	Простої при обслуговуванні та ремонті
I	0,180
II	0,220
III	0,200
IV	0,250
V	0,351
VI	0,250
VII	0,351
VIII	0,381
IX	0,431
X	0,481
XI	0,531
XII	0,351
XIII	0,351
XIV	0,481

Експлуатація рухомого складу після досягнення нормативного пробігу значно збільшує кількість простоїв для ТО і ПР. Це відбувається через більш часті відмови та необхідність частіших ремонтів. Після виходу автомобіля на нормативний пробіг, його надійність знижується, що призводить до збільшення часу, необхідного для проведення ТО.

Знаючи кількість ТО, яке проводиться на один автомобіль за цикл, а також річний пробіг цього автомобіля, можна обчислити річну кількість ефективних обслуговувань (EO_C) та ефективних обслуговувальних технологічних операцій (EO_T). Ці значення допомагають точно планувати необхідні ресурси та витрати на ТО авто на протязі року.

Визначається - EO_C ($\sum N_{EO\ c.\Gamma}$), EO_T ($\sum N_{EO\ T.\Gamma}$). $TO - 1$ ($\sum N_{1\Gamma}$), $TO - 2$ ($\sum N_{2\Gamma}$).

Для групи ТЗ:

$$\sum N_{EO\ c.\Gamma} = \frac{A_u \cdot L_z}{l_{cc}}; \quad (2.7)$$

$$\sum N_{EO\ m.\Gamma} = (N_{1z} + N_{2z}) \cdot 1,6; \quad (2.8)$$

$$\sum N_{1z} = A_u \cdot L_z \cdot \left(\frac{1}{L_{TO-1}} - \frac{1}{L_{TO-2}} \right); \quad (2.9)$$

$$\sum N_{2z} = \frac{A_u \cdot L_z}{L_2} - 1. \quad (2.10)$$

Таблиця 2.5 – Кількість ТО – 1, ТО – 2

Група	$\sum N_{EO\ c.\Gamma}$	$\sum N_{EO\ T.\Gamma}$	$\sum N_{1\Gamma}$	$\sum N_{2\Gamma}$
I	464,889	9,416	5,209	0,701
II	2390,858	54,993	26,545	7,813
III	970,647	28,949	14,324	3,806
IV	1494,336	45,678	22,138	6,411
V	199,238	6,211	2,905	0,982
VI	224,781	9,516	5,209	0,731
VII	1369,124	65,912	31,654	9,516
VIII	125,213	6,211	2,905	0,962

IX	301,412	13,122	6,912	1,302
X	3203,136	156,466	74,026	23,740
XI	1195,429	57,397	27,647	8,214
XII	812,279	38,465	18,732	5,309
XIII	1218,468	58,499	28,148	8,414
XIV	16258,392	209,255	98,868	31,954

2.5 Діагностичні заходів протягом року

Діагностика, як окремий вид технічного обслуговування, зазвичай не планується, а входить до складу робіт з ТО. В залежності від організації процесу, діагностика може проводитись на окремих постах або ж поєднуватися з профілактичними роботами. Тому, для ефективної організації ТО важливо правильно визначити програму діагностичних дій.

Діагностика підстанцій, зокрема Д – 1 і Д – 2, є часткою виробничої програми. Діагностика Д-1 орієнтована на визначення технічного стану важливих вузлів і систем транспортного засобу, що безпосередньо впливають на безпеку руху. Зазвичай Д-1 проходить з частотою, що відповідає частоті ТО – 1. Вона включає перевірку систем під час проведення ТО – 1, після ТО – 2 для систем, що відповідають за безпеку руху, а також за необхідності після поточного ремонту для цих самих агрегатів.

Програма Д – 1 для всього автопарку на рік визначається для ТЗ, що проходять ТО – 1, ТО – 2, а також з врахуванням того, скільки транспортних засобів потребує діагностики після поточного ремонту або для контрольних перевірок. Це дозволяє спланувати роботу діагностичних станцій, організувати їх ефективне використання та забезпечити належний технічний стан транспортного парку.

$$\sum N_{Д-1г} = \sum N_{1Д-1} + \sum N_{2Д-1} + \sum N_{ТРД-1} ; \quad (2.11)$$

$$\sum N_{Д-1г} = \sum N_{1г} + \sum N_{2г} + 0,1 \cdot \sum N_{1г}; \quad (2.12)$$

$$\sum N_{Д-1г} = 1,1 \cdot \sum N_{1г} + \sum N_{2г} , \quad (2.13)$$

Д – 2 становить:

$$\sum N_{Д-2г} = \sum N_{2Д-2} + \sum N_{ТР Д-2}; \quad (2.14)$$

$$\sum N_{Д-2г} = \sum N_{2г} + 0,2 \cdot \sum N_{2г}; \quad (2.15)$$

$$\sum N_{Д-2г} = 1,2 \cdot \sum N_{2г}, \quad (2.16)$$

Кількість авто за ТР, приймається рівною 20% від річної програми ТО – 2 $\sum N_{ТР Д-2}$

Таблиця 2.6 – Кількість діагностичних дій протягом року

Група	$\sum N_{Д-1г}$	$\sum N_{Д-2г}$
I	6,912	0,801
II	39,667	9,416
III	21,036	4,608
IV	32,956	7,713
V	4,508	1,202
VI	7,012	0,902
VII	47,481	11,419
VIII	4,407	1,202
IX	9,616	1,603
X	112,591	28,448
XI	41,370	9,817
XII	27,747	6,411
XIII	42,172	10,117
XIV	150,556	38,365

Добова виробнича програма за видами ТО - ЕО, ТО – 1, ТО – 2 та діагностики Д – 1, Д – 2:

$$N_{ic} = \frac{\sum N_{ir}}{D_{роб.гi}}; \quad (2.17)$$

Таблиця 2.7 - Добова ВПТО і діагностики ТЗ

Група	N _{ЕО с.с}	N _{ЕО т.с}	N _{1с}	N _{2с}	N _{Д-1с}	N _{Д-2с}
I	1,803	0,037	0,020	0,00027	0,027	0,0032
II	9,416	0,220	0,100	0,031	0,17	0,036
III	3,806	0,110	0,056	0,015	0,082	0,018
IV	5,910	0,180	0,087	0,025	0,13	0,033
V	0,781	0,024	0,011	0,0038	0,018	0,00466
VI	0,881	0,037	0,020	0,0029	0,0269	0,0035
VII	5,409	0,260	0,120	0,037	0,188	0,00448
VIII	0,491	0,024	0,011	0,0038	0,017	0,0047
IX	1,202	0,051	0,027	0,0051	0,0379	0,00633
X	12,521	0,611	0,290	0,093	0,44	0,11
XI	4,708	0,220	0,110	0,032	0,16	0,0383
XII	3,205	0,150	0,073	0,021	0,11	0,0254
XIII	4,808	0,230	0,110	0,033	0,17	0,044
XIV	63,808	0,821	0,391	0,13	0,588	0,154

2.6 Річний обсяг робіт і чисельність робітників

Трудовітність обчислюються:

$$t_{EO c} = t_{EO c}^{(H)} \cdot K_2, \text{ люд. год}; \quad (2.18)$$

$$t_{EO T} = t_{EO T}^{(H)} \cdot K_2, \text{ люд. год}; \quad (2.19)$$

Трудовітність ЕО т становить 50% від трудовітності $t_{EO T}^{(H)}$, тобто $t_{EO c}^{(H)}$:

$$t_{EO T} = 0,5 \cdot t_{EO c}^{(H)} \cdot K_2.$$

Розрахункова нормативна (скоригована) трудовітність:

$$t_i = t_i^{(H)} \cdot K_2 \cdot K_4 \text{ люд. год} \quad (2.20)$$

Питома розрахункова нормативна (скоригована) трудомісткість на 1000 км:

$$t_{TP} = t_{TP}^{(H)} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \text{ люд} - \text{год}/1000\text{км}. \quad (2.21)$$

Таблиця 2.8 - Скоригована трудомісткість

Група	$t_{EO\ c}^{(H)}$	$t_{TO-1}^{(H)}$	$t_{TO-2}^{(H)}$	$t_{TP}^{(H)}$	$t_{EO\ c}^{(H)}$
I	0,200	0,100	4,007	16,228	3,005
II	0,250	0,125	5,309	21,036	3,506
III	0,311	0,150	8,715	34,859	5,910
IV	0,311	0,150	11,620	46,479	6,311
V	0,631	0,311	17,430	69,718	8,915
VI	0,200	0,100	2,805	11,219	2,604
VII	0,301	0,150	5,610	22,438	5,109
VIII	0,351	0,170	6,411	25,644	6,611
IX	0,351	0,170	8,815	33,357	8,414
X	0,461	0,230	13,423	42,973	10,718
XI	0,551	0,270	13,323	53,290	11,319
XII	0,160	0,080	5,209	20,835	3,506
XIII	0,160	0,080	5,209	20,835	3,506
XIV	1,102	0,551	44,576	173,895	37,864

Обсяг робіт на рік визначається шляхом множення кількості ТО на нормативне (скориговане) значення трудомісткості даного виду ТО]:

$$T_{EO\ c.\Gamma} = \sum N_{EO\ c.\Gamma} \cdot t_{EO\ c}, \text{ люд. год}; \quad (2.22)$$

$$T_{EO\ T.\Gamma} = \sum N_{EO\ T.\Gamma} \cdot t_{EO\ T}, \text{ люд. год}; \quad (2.23)$$

$$T_{1\Gamma} = \sum N_{1\Gamma} \cdot t_{TO-1}, \text{ люд. год} \quad (2.24)$$

$$T_{2\Gamma} = \sum N_{2\Gamma} \cdot t_{TO-2}, \text{ люд. год} \quad (2.25)$$

Обсяг робіт на протязі року TP:

$$T_{TP\Gamma} = \frac{L_{\Gamma} \cdot A_u \cdot t_{TP}}{1000}, \text{ люд.-год}. \quad (2.26)$$

Таблиця 2.9 – Обсяг робіт на протязі року

Група	$T_{EO\ c.r.}$	$T_{EO\ t.r.}$	$T_{1\ r.}$	$T_{2\ r.}$	$T_{TP\ r.}$
I	92,958	0,942	20,835	11,319	83,642
II	597,714	6,711	140,739	164,078	502,052
III	300,911	4,307	124,611	132,425	458,178
IV	463,286	6,812	256,836	297,405	753,078
V	125,513	1,903	50,586	68,316	141,841
VI	44,976	0,952	14,625	8,214	58,399
VII	410,697	9,917	177,201	213,162	698,285
VIII	43,874	1,102	18,632	24,642	82,640
IX	105,479	2,204	60,803	43,374	253,230
X	1473,401	35,961	991,984	1018,428	3427,317
XI	657,516	15,526	367,724	436,942	1350,792
XII	129,920	3,105	97,365	110,387	284,282
XIII	194,931	4,708	146,348	174,997	426,424
XIV	17884,252	115,095	4399,667	5547,214	30728,249

Технологічно необхідна кількість робітників визначається як мінімальна кількість працівників, що треба для виконання всіх виробничих завдань з обсл. та ПР на автотранспортному підприємстві. Вона враховує обсяг робіт, вимоги до ефективності виконання ТО, а також час, необхідний для виконання кожного виду робіт.

Це число залежить від кількості ТЗ у парку, частоти проведення ТО, складності ремонтних робіт, кількості робочих місць і необхідних ресурсів для виконання робіт. Визначення технологічно необхідної чисельності робітників дозволяє забезпечити баланс між ефективністю виконання робіт та наявними кадрами, що дозволяє мінімізувати час простою техніки та забезпечити належний рівень ТО.

Робітники зазвичай є основою для планування штатної чисельності, що може враховувати додаткові фактори, такі як потреба в резервних працівниках для покриття відсутності або непередбачених ситуацій.

$$P_T = \frac{T_T}{\Phi_T}, \text{ чол,} \quad (2.27)$$

Річний фонд часу технологічно необхідного працівника на 5-ти денний робочий тиждень можна розрахувати наступним чином:

$$\Phi_T = 8 \cdot (D_{\text{к.г}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}), \quad (2.28)$$

Кількість працівників:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_T}{\Phi_{\text{ш}}}, \text{ чол,} \quad (2.29)$$

Штатні працівники:

$$\Phi_{\text{ш}} = \Phi_T - 8 \cdot (D_{\text{від}} + D_{\text{у.п}}),$$

Таблиця 2.10 – Кількість виробничих робітників.

Види робіт ТО і ПР	T _г	Φ _т	P _т	Φ _ш	P _ш
ЕО	22525,428	2073,519	10,919	1823,094	12,421
ТО – 1					
Загальне діагностування Д-1	671,540	2073,519	0,301	1823,094	0,401
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші роботи	6196,316	2073,519	3,005	1823,094	3,406
ТО – 2					
Глибоке діагностування Д-2	790,942	2073,519	0,401	1823,094	0,401
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші види робіт	7459,259	2073,519	3,606	1823,094	4,107
ТП					
Постові					
Загальне діагностування Д-1	399,478	2073,519	0,200	1823,094	0,200

Глибоке діагностування Д-2	514,173	2073,519	0,200	1823,094	0,301
Регулювальні та розбирально-складальні роботи	12579,449	2073,519	6,110	1823,094	6,912
Зварювальні роботи	1570,565	2073,519	0,801	1823,094	0,902
Бляхарські роботи	731,942	2073,519	0,401	1823,094	0,401
Фарбувальні роботи	2400,774	1833,111	1,302	1612,737	1,503
На ділянці					
Агрегатні роботи	6917,540	2073,519	3,3	1823,094	3,806
Слюсарно-механічні роботи	3919,151	2073,519	1,9	1823,094	2,104
Електротехнічні роботи	1981,062	2073,519	1,0	1823,094	1,102
Акумуляторні роботи	770,608	2073,519	0,4	1823,094	0,401
Ремонт приладів системи живлення	1521,983	2073,519	0,7	1823,094	0,801
Шиномонтажні роботи	412,901	2073,519	0,2	1823,094	0,200
Вулканізаційні роботи	409,495	2073,519	0,2	1823,094	0,200
Ковальсько-ресорні роботи	1224,378	2073,519	0,6	1823,094	0,701
Мідницькі роботи	784,832	2073,519	0,4	1823,094	0,401
Зварювальні роботи	418,811	2073,519	0,2	1823,094	0,200
Бляхарські роботи	411,699	2073,519	0,2	1823,094	0,200
Арматурні роботи	425,322	2073,519	0,2	1823,094	0,200
Оббивні роботи	418,210	2073,519	0,2	1823,094	0,200

2.7 Розрахунок постів

У цьому режимі роботи важливо враховувати кількість робочих днів на рік, кількість змін і період їх роботи протягом дня, а також те, як розподіляється виробнича програма за часом її виконання. Тривалість зон, яка визначається як

добуток числа змін на тривалість зміни, залежить від доб. вир. ПР та часу, протягом якого можна виконати певний вид технічного обслуговування.

Для технічного обслуговування типу ЕО та ТО-1 роботи виконуються між змінами, тому важливо правильно організувати період між змінами, щоб ефективно проводити необхідні роботи. При рівномірному виробництві транспортних засобів, тривалість міжзмінного часу можна обчислити.

Такий розподіл часу дозволяє оптимізувати виробничий процес і забезпечити безперебійне обслуговування ТЗ.

$$T_{мс} = 24 - (T_n + T_{об} T_{вип}) \quad (2.30)$$

Час між змінами:

$$T_{мс} = 24 - (8,2 + 1 - 8) = 22,8 \text{ год.}$$

$$T_{мс} = 24 - (12 + 1 - 8) = 19 \text{ год.}$$

ТО-2, як правило, виконується в одну зміну. Режим роботи діагностичних ділянок взаємозв'язаний з режимом роботи ТО та технічного огляду. Наприклад, діагностична секція Д-1 працює одночасно із зоною ТО-1, що дозволяє проводити діагностику під час обслуговування ТЗ на ТО-1. Діагностика Д-1 після ТО-2 зазвичай проводиться в денний час.

Дільниця Д-2 працює в одну зміну, і тут проводиться більш детальна перевірка стану ТЗ. Це важливо для виявлення проблем, що потребують ДТ після первинного огляду або ТО.

Добовий режим роботи зони ПР визначається типами та обсягами, що робляться. Зазвичай цей режим включає одну зміну, в рамках якої на ПР транспортних засобів проводяться всі необхідні роботи

Ритм визначається:

$$R_i = \frac{60 \cdot T_{см} \cdot C}{N_{ic} \cdot \varphi}, \quad (2.31)$$

Такт поста:

$$\tau_i = \frac{60 \cdot t_i}{P_{п}} + t_{п}, \quad (2.32)$$

Кількість сервісних постів для обслуговування ТЗ визначається на основі відношення сумарного часу простою всіх обслуговуваних ТЗ до тимчасового фонду одного поста.

Щоб оцінити, скільки часу в загальному кожен транспортний засіб проводить на сервісному пості (час простою) та порівняти це з кількістю часу, який доступний для роботи одного поста протягом певного періоду (наприклад, дня або року). Знаючи ці параметри, можна визначити, скільки постів необхідно для ефективного обслуговування.

Це дає точну оцінку кількості постів, які необхідні для того, щоб задовольнити потреби підприємства по обслуговуванню ТЗ без надмірних затримок.

$$X_{TO} = \frac{\tau_i}{R_i}. \quad (2.33)$$

Пости Т0-2 визначається з урахуванням коеф. вик. робочого часу посту, що рівний: $0,85 \dots 0,90 X_2 \eta_2$.

$$X_2 = \frac{\tau_2}{R_2 \cdot \eta_2}. \quad (2.34)$$

Коеф. вик. робочого часу: $0,6 \dots 0,75 X_{дi} P_{п} \eta_{д}$.

$$X_{дi} = \frac{T_{дi}}{\Phi_{п} \cdot P_{п}}; \quad (2.35)$$

Таблиця 2.11 – Кількість постів.

Група	Т _{см} , г	С	φ	N _{EO}	R _{EO}	t _{EO} , люд.г	P _п	t _n , хв	τ _{EO}	X _{EO}
I	8	1	1,8	1,8	148,1	0,3	1	2	20	0,14
II	8	1	1,8	9,6	27,8	0,4	1	2	26	0,93
III	8	1	1,8	3,9	68,4	0,5	1	2	32	0,47
IV	8	1	1,8	6,1	43,7	0,5	1	2	32	0,73
V	8	1	1,8	0,8	333,4	0,9	2	2	29	0,087
VI	8	1	1,8	0,92	289,9	0,3	1	2	20	0,069
VII	8	1	1,8	5,7	46,8	0,5	1	2	32	0,68
VIII	8	1	1,8	0,51	522,9	0,5	2	2	17	0,033

IX	8	1	1,8	1,3	205,2	0,5	2	2	17	0,083
X	8	1	1,8	13,1	20,4	0,7	2	2	23	1,1
XI	8	1	1,8	4,9	54,4	0,8	2	2	26	0,48
XII	8	1	1,8	3,4	78,4	0,2	1	2	14	0,18
XIII	8	1	1,8	5,0	53,3	0,2	1	2	14	0,26
XIV	8	1	1,8	64,5	4,1	1,7	2	2	53	12,9

Таблица 2.12 – Посты ТО-1.

Группа	T _{см} , год	C	φ	N _{ТО}	R _{ТО}	t _{ТО} , люд- год	P _н	t _н , хв	τ _{ТО}	X _{ТО}
I	8	1	1,4	0,02	17145	4,0	2	2	122,0	0,007
II	8	1	1,4	0,1	3429	5,3	2	2	161,0	0,047
III	8	1	1,4	0,056	6123,2	8,7	2	2	263,0	0,043
IV	8	1	1,4	0,087	3941,4	11,6	2	2	350,0	0,089
V	8	1	1,4	0,011	31172,7	17,4	3	2	350,0	0,011
VI	8	1	1,4	0,02	17145	2,8	2	2	86,0	0,005
VII	8	1	1,4	0,12	2857,5	5,6	2	2	170,0	0,059
VIII	8	1	1,4	0,011	31172,7	6,4	3	2	130,0	0,004
IX	8	1	1,4	0,027	12700	8,8	3	2	178,0	0,014
X	8	1	1,4	0,29	1182,4	13,4	3	2	270,0	0,23
XI	8	1	1,4	0,11	3117,3	13,3	3	2	268,0	0,086
XII	8	1	1,4	0,073	4697,3	5,2	3	2	106,0	0,023
XIII	8	1	1,4	0,11	857,3	5,2	3	2	106,0	0,12
XIV	8	1	1,4	0,39	879,2	44,5	3	2	892,0	1,01

Таблиця 2.13 – Пости ТО-2.

Група	T_{cm} , год	C	ϕ	N_{TO}	R_{TO}	t_{TO} , люд- год	P_n	t_n , хв	τ_{TO}	X_{TO}
I	8	1	1,4	0,0027	127000	16,2	1	2	488	0,0045
II	8	1	1,4	0,031	11061,3	21,0	1	2	632	0,067
III	8	1	1,4	0,015	22860	34,8	2	2	1046	0,051
IV	8	1	1,4	0,025	13716	46,4	2	2	1394	0,12
V	8	1	1,4	0,0038	90236,8	69,6	3	2	1394	0,018
VI	8	1	1,4	0,0029	118241,4	11,2	2	2	338	0,0034
VII	8	1	1,4	0,037	9267,6	22,4	2	2	674	0,086
VIII	8	1	1,4	0,0038	90236,8	25,6	3	2	514	0,0067
IX	8	1	1,4	0,0051	67235,3	33,3	3	2	668	0,012
X	8	1	1,4	0,093	3687,1	42,9	3	2	860	0,27
XI	8	1	1,4	0,032	10715,6	53,2	3	2	1066	0,12
XII	8	1	1,4	0,021	16328,6	20,8	3	2	418	0,031
XIII	8	1	1,4	0,033	10390,9	20,8	3	2	418	0,047
XIV	8	1	1,4	0,13	2637,7	173,6	3	2	3474	1,55

При розрахунку кількості постів ПР необхідно враховувати значні втрати робочого часу, які виникають в порівнянні з технічним обслуговуванням. Ці втрати пов'язані з виїздом виконавців зі своїх постів на інші ділянки або склади, а також з вимушеним простоем ТЗ під час очікування знятих з автомобілів певних деталей та вузлів, а також і агрегатів при ремонті. Такий час простою впливає на загальну ефективність роботи постів і потребує коригування.

Ці втрати робочого часу враховуються за допомогою коеф. вик. часу постів, позначеного як η_n . Для кращої організації праці коефіцієнт може становити від 0,85 до 0,90, що означає високий рівень ефективності використання часу. В середніх умовах він є в межах від 0,80 до 0,85, а в найгірших умовах організації технологічного процесу та подачі постів - від

0,75 до 0,80. Ці значення дозволяють коригувати розрахунки для точнішого планування ресурсів.

Кількість постів ПР:

$$X_{TP} = \frac{T_{TPr}^{(H)} \cdot \varphi}{\Phi_{II} \cdot P_{II}}; \quad (2.36)$$

$$X_{TP} = \frac{T_{TPr}^{(H)} \cdot \varphi}{D_{роб.г} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{II}}, \quad (2.37)$$

Таблиця 2.14 – Пости ПР

Роботи	$T_{см},$ год	C	φ	$T_{TPr}^{(H)}$	P_{II}	$D_{роб.г}$	η_{II}	X_{TP}
Д-1	8,0	1	1,4	99,478	2	255	0,9	0,2
Д-2	8,0	1	1,4	514,173	2	255	0,9	0,2
Збирально-розбиральні	8,0	1	1,4	12579,449	2	255	0,9	4,8
Зварні	8,0	1	1,4	1570,565	2	255	0,9	0,6
Жерстяницькі	8,0	1	1,4	731,942	2	255	0,9	0,3
Малярні	7,0	1	1,4	2400,774	2	255	0,9	1,0

Трудомісткість визначається:

$$Q_{об} = \frac{T_{об}}{D_{роб.г} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{об} \cdot P_{роб}} \quad (2.38)$$

Мийні приміщення.

За ступенем використання і продуктивності обладнання можна визначити кількість спеціалізованих мийних установок.

$$M_y = \frac{N_{EO} \cdot \varphi_{EO}}{N_y \cdot T \cdot \eta_y} \quad (2.39)$$

$$M_y = \frac{4,3 \cdot 1,8}{35 \cdot 0,04 \cdot 0,9} = 6,1 \text{ - для легкових автомобілів;}$$

$$M_y = \frac{33,47 \cdot 1,8}{17 \cdot 0,66 \cdot 0,9} = 5,9 \text{ (6) - для вантажних автомобілів;}$$

$$M_y = \frac{2,36 \cdot 1,8}{38 \cdot 0,04 \cdot 0,9} = 3,1 - \text{для автобусів.}$$

2.8 Розрахунок площ приміщень

Ділянки автотранспортного підприємства розділяють на групи за функціональним призначенням: виробничі та складські, для зберігання підстанцій та допоміжні.

Вони включають в себе ремонтні та технічні ділянки, зони ТО, склади, а також приміщення для енергетичних та санітарних служб, такі як компресорні, трансформаторні, насосні та вентиляційні установки. Ці зони призначені для забезпечення нормальної роботи підприємства, обслуговування ТЗ, зберігання запасних частин та матеріалів, а також для енергетичних потреб.

Складські (паркувальні) зони для підстанцій включають площі для паркування транспортних засобів, а також площі, зайняті обладнанням для обігріву автомобілів. Такі зони мають на меті не тільки зберігання техніки, але й забезпечення її належного стану, зокрема у зимовий період, шляхом обігріву транспортних засобів для запобігання їх замерзанню та забезпечення готовності до роботи.

Допоміжні приміщення включають різноманітні інфраструктурні об'єкти, які підтримують основні функції, але не займаються безпосередньо обслуговуванням транспортних засобів чи зберіганням матеріалів. Це можуть бути адміністративні приміщення, санітарно-побутові зони для працівників та інші служби, які забезпечують комфорт і ефективність роботи підприємства.

Площі зон утримання і обслуговування розраховуються за методом конкретних ділянок:

$$F_3 = f_a \cdot X_3 \cdot K_n \text{ м}^2, \quad (2.40)$$

Площа визначається на основі моделі ТЗ з найбільшими габаритними розмірами, оскільки для пасажирських вагонів окремий пост для ТО та ТР не передбачений.

$$f_a = L_a \cdot B = 10,0 \times 2,5 = 25 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.15 – Зони ТО і зони обслуговування

Тип	$f_a, \text{м}^2$	K_n	X_3	$F_3, \text{м}^2$
Зона ТО-1	25,0	6	2	300
Зона ТО-2	25,0	6	3	450
Зона ТР	25,0	6	7	1050

Площа виробничих ділянок визначається на основі кількості працівників, задіяних у найбільш завантаженій зміні:

$$F_y = f_1 + f_2 \cdot (P_T - 1) \text{ м}^2, \quad (2.41)$$

Таблиця 2.34 – Площі виробничих майданчиків

Ділянка	P_T	$f_1, \text{м}^2$	$f_2, \text{м}^2$	$F_y, \text{м}^2$
Агрегатний	4	22	14	64
Слюсарний	2	22	18	40
Електротехнічний	1	15	9	15
Ремонт приладів системи живлення	1	14	8	14
Акумуляторний	1	21	15	21
Шиномонтажний	1	18	15	18
Вулканізаційний	1	12	6	12
Ресорний	1	21	5	21
Мідницький	1	15	9	15
Зварювальний	1	15	9	15
Жерстяницький	1	18	12	18
Арматурний, оббієний	1 + 1	12+18	6+5	12+18

Площа стоянки авто розраховується за такою формулою:

$$F_{ст} = f_0 \cdot A_{ст} \cdot K_n \text{ м}^2 \quad (2.42)$$

Таблиця 2.35 – Пакувальні площі

Марка	$f_0, \text{м}^2$	$A_{\text{ст}}, \text{шт.}$	$K_{\text{п}}$	$F_x, \text{м}^2$
I	8,314	2,0	2,50	41,571
II	8,314	13,0		270,259
III	10,117	5,0		126,515
IV	17,670	9,0		397,575
V	30,051	2,0		150,255
VI	10,418	7,0		182,309
VII	11,419	2,0		72,122
VIII	15,226	1,0		38,065
IX	14,525	1,0		36,362
X	20,956	12,0		628,667
XI	21,366	20,0		1066,811
XII	10,117	6,0		151,758
XIII	10,117	90,0		227,686
XIV	11,419	95,0		2712,103

2.9 Генеральний план підприємства

Площа ділянки автотранспортного підприємства становить 30,700 м². Забудова цієї території може бути організована в двох основних типах: блоковому та павільйонному. У даному випадку для планування підприємства обраний павільйонний тип забудови. Основні переваги цього типу планування включають зниження пожежної небезпеки та спрощення загального планувального рішення, що підвищує ефективність використання простору.

Адміністративні та побутові приміщення на підприємстві розташовані ближче до входу, що забезпечує зручний доступ для працівників та відвідувачів. Важливою частиною планування є правильне орієнтування будівель і споруд щодо сторін світу і переважаючих напрямків вітру. Це допомагає створити

найбільш сприятливі умови для природного освітлення та вентиляції приміщень, що було враховано при проектуванні даного підприємства.

Площа забудови на підприємстві визначається сумуванням, які займають будівлі та споруди всіх типів, без врахування площ під тротуарами, дорогами, спортивними майданчиками та майданчиками для відпочинку. У даному випадку площа забудови складає 5604 м².

Щільність отримується зі співвідношення площ забудови до загальної території АТП в процентах. Для цього підприємства щільність забудови становить 18%, що означає, що 18% від загальної площі території зайнято будівлями та спорудами.

Коеф. використання розраховується як відношення площі, що зайнята будівлями, відкритими майданчиками, дорогами, тротуарами до заг. площі АТП. Для цього АТП коеф. використання території дорівнює 0,93, що означає, що 93% території активно використовується для різних функціональних потреб.

2.10 ТО та ремонт системи живлення автомобілів DONG FENG 1030

Планове технічне обслуговування включає кілька важливих етапів. Спершу потрібно перевірити рівень масла в піддоні і, якщо потрібно, додати його до потрібної позначки. Якщо рівень масла змінюється, необхідно з'ясувати причини цих коливань. Далі варто перевірити рівень охолоджуючої рідини та долити її, якщо це необхідно. Якщо охолоджуюча рідина не містить антифризу, слід злити воду із системи охол. ДВЗ, особливо якщо двигун експлуатується при температурах нижче 5°C.

Важливо перевірити з'єднання між піддувалом, впускними та вихідними патрубками, а також герметичність з'єднань паливної системи і системи змащення. Точно так само потрібно перевірити герметичність труб між повітряним фільтром і компресором вентилятора. У разі виявлення несправностей ці проблеми слід усунути негайно. Якщо виявлено витоки масла чи охолоджуючої рідини, їх необхідно швидко ліквідувати.

Також важливо підтримувати двигун у чистоті, виконуючи його миття за необхідності. І нарешті, всі несправності та аномалії повинні бути усунуті вчасно, щоб забезпечити безперебійну роботу.

ТО після пробігу 2500 км (після завершення обкатки) включає перевірку і затягування всіх зовнішніх болтів, гайок та інших кріпильних елементів до потрібного крутного моменту. Також потрібно перевірити натяг ременя приводу вентилятора та, за необхідності, відрегулювати його. Додатково проводиться заміна картриджа масляного фільтра і очищення диска повітряного фільтра від пилу. Якщо елемент фільтра пошкоджений, його слід замінити.

Через 10 000 км пробігу необхідно провести повторну перевірку всіх пунктів обслуговування після 2500 км пробігу. Зокрема, перевіряється тиск впорскування і функціонування форсунок, при потребі їх очищають і регулюють. Також перевіряється і регулюється холостий хід двигуна, а також положення плунжера ПНВТ, якщо це потрібно, з урахуванням вимог до насосів.

Перевіряються і регулюються теплові зазори клапанів згідно з регламентом Сервісної книжки, очищається піддон і маслозбірна сітка. Необхідно також замінити паливні фільтри тонкого і грубої очистки відповідно до рекомендацій в Сервісній книжці. Очищуються елементи пилосбірника повітряного фільтра і паливний бак разом з паливопроводами. Проводиться продування генератора і стартера стисненим повітрям, змащуються підшипники, а також перевіряється стан всіх деталей.

При необхідності перевіряється обертання ротора або валу крильчаток турбокомпресора на наявність слідів пошкоджень.

Перевірте обертання ротора вручну. Якщо ротор обертається плавно та вільно хоча б на один оборот, це свідчить про нормальну роботу. При перевірці обертання ротора важливо видалити бруд, що знаходиться в районі розбирання. При складанні необхідно також забезпечити, щоб в систему турбокомпресора не потрапив бруд.

ДВЗ працює за принципом запалювання від стиснення, де ступінь стиснення досягає 22:1. Вихрова камера згоряння в таких двигунах є двох

частинна: вихрової форкамери та головної камери згоряння. Вихрова форкамера розташована у верхній частині головки блоку циліндрів і має прохід, що з'єднує її з головною камерою згоряння.

На такті стиснення повітря, що потрапляє в вихрову форкамеру, різко закручується, що сприяє кращому змішуванню пального з повітрям. Після займання робочої суміші, вона потрапляє в головну камеру згоряння, де утворюється ще один потік, який продовжує змішуватися з повітрям і горіти всередині основної камери.

Для покращення роботи двигуна в вихровій форкамері та головній камері згоряння використовують сопло з додатковою голкою, що конструктивно знижує тиск впорскування і підвищує надійність роботи системи. Це забезпечує легшу роботу ДВЗ, зниження рівня шуму, ефективніше використання повітря і зниження тиску впорскування.

Двигун виготовлений за технологією Nissan Diesel Japan, яка забезпечує відмінну координацію систем всмоктування, подачі та згоряння. Це дозволяє досягти високих показників потужності, економічності, а також знижує рівень викидів і шуму.

Дизельний двигун CYQD32EGR оснащений системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR), яка є важливою частиною його конструкції. Основна функція системи EGR полягає в тому, щоб частину газів, що вивільняється з випускного колектора, спрямовувати назад у впускний колектор, де вони змішуються з повітрям. Це дозволяє знижувати температуру займання, що, в свою чергу, зменшує вміст оксидів азоту у вихлопних газах і знижує рівень забруднення повітря.

Використання технології EGR не тільки ефективно знижує викиди оксидів азоту, але й позитивно впливає на процес згоряння. Це спричиняє збільшення потужності двигуна, зменшенню витрати палива та зниженню рівня забруднення вихлопними газами. Завдяки гармонізації системи впорскування та згоряння відповідно до національних стандартів, система EGR дозволяє досягати кращих показників.

Що стосується системи турбонаддува, вона забезпечує додатковий тиск повітря, що подається в камеру. Це дозволяє згоряти більше пального за менший час, підвищуючи ефективність роботи двигуна та його потужність. Турбонаддув також допомагає знижувати витрати палива, оскільки забезпечує кращу заповнюваність циліндрів киснем, що покращує горіння і зменшує втрати енергії.

У дизельному двигуні CYQD32T використовується система турбонаддува, яка приводиться в дію вихлопними газами. Турбонаддув є ефективним методом збільшення потужності, при цьому не вимагає збільшення його робочого об'єму або частоти обертання. Це дозволяє досягти кращих показників потужності, зниження витрат та зменшення викидів. Така технологія є важливою для розвитку двигунів, орієнтованих на високу продуктивність і екологічність.

Турбокомпресор використовує енергію гарячих, стиснених вихлопних газів двигуна для обертання ротора. Ротори компресора і турбіни знаходяться на одній осі, і робоче колесо компресора обертається з великою швидкістю. Це дозволяє нагнітати свіже повітря, яке потім охолоджується в інтеркулері і надходить до циліндрів через впускний колектор. Така система покращує подачу повітря для згорання палива, що дозволяє впорскувати більше палива і, відповідно, збільшувати потужність дизельного двигуна.

При підвищенні висоти над рівнем моря потужність двигуна без турбонаддува знижується приблизно на 10% на кожні 1000 метрів висоти через зменшення щільності повітря. Однак для двигунів з турбонаддувом ця проблема майже не виникає, оскільки інтенсивність турбонаддува збільшується на великій висоті. Це дозволяє компенсувати зниження щільності атмосферного повітря та зберегти потужність двигуна на високих висотах.

Система впуску з'єднана з виходом повітряного фільтра та вихідним отвором компресора турбокомпресора, а опір вихлопної системи, підключеної до глушника, відчувається на турбіні турбокомпресора.

Коли опір впускної системи стає занадто високим, виникає нестача повітря для нормального згорання палива. Можуть створитися проблеми: вихлопу

чорного диму, підвищення температури газів, зменшення потужності, а також витоку масла в турбокомпресор. Таким чином, важливо підтримувати рівень опору в системі впуску та вихлопу для забезпечення ефективної роботи двигуна.

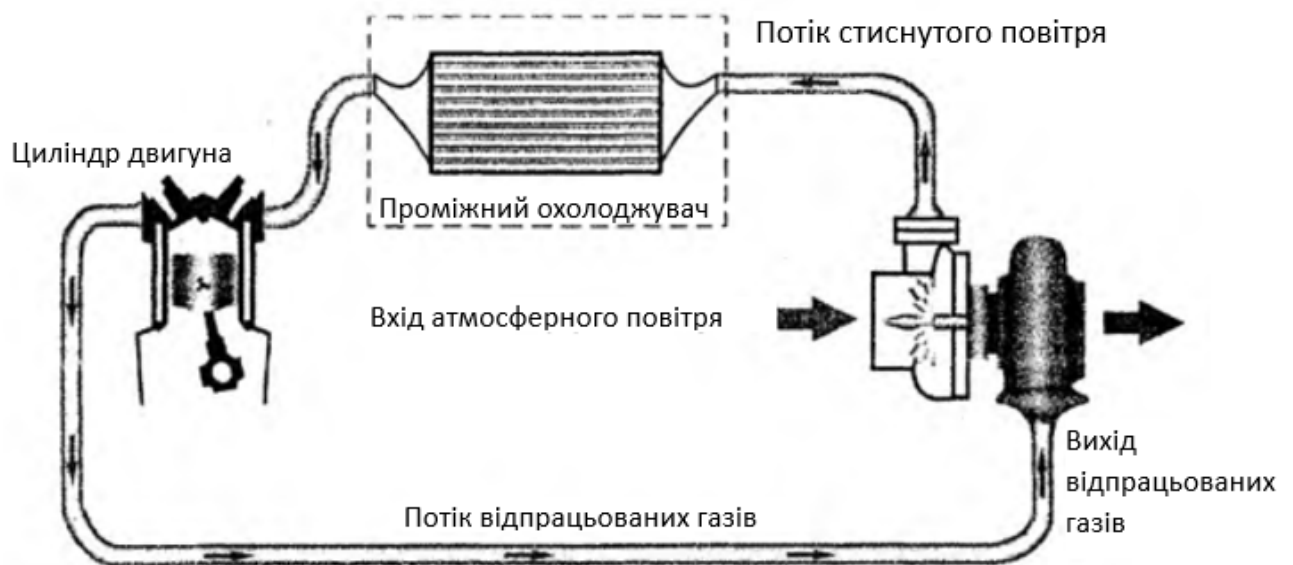


Рисунок 2.1 – Принцип роботи турбонагнітача

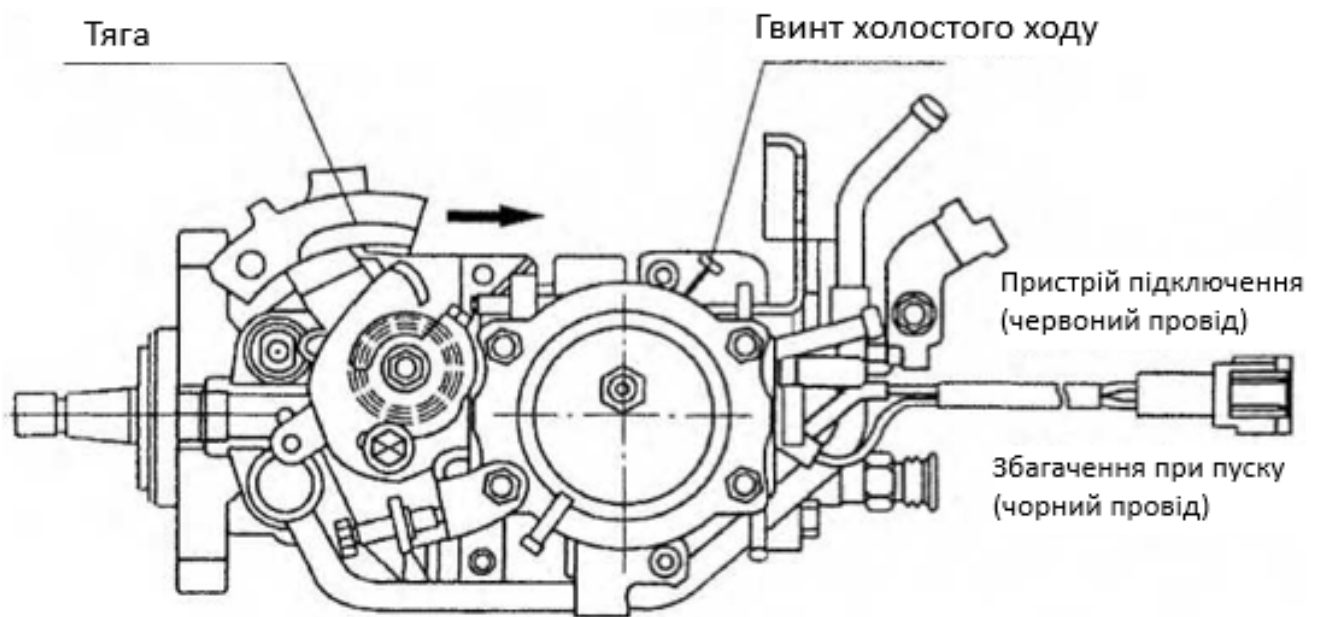


Рисунок 2.2 – Механізм управління насосом VE дизельного двигуна
CYQD32

При використанні нового повітряного фільтра перепад тиску в впускній системі, що підключена до виходу повітряного фільтра з виходу компресора турбокомпресора, не повинен перевищувати 3 кПа. Якщо використовується

старий повітряний фільтр, перепад тиску може досягати максимуму 6 кПа. Щодо вихлопної системи, то перепад тиску в ній, підключеній до глушника від турбіни турбокомпресора, не повинен перевищувати 3 кПа. Важливо дотримуватися цих показників, оскільки надмірний перепад тиску може вплинути на ефективність роботи ДВЗ та систему турбонаддува.

Дизельний двигун CYQD32Ti використовує турбонагнітач із проміжним охолодженням. Турбокомпресор цього двигуна отримує енергію гарячих, стиснених вихлопних газів для обертання ротора. Ротор компресора і турбіни розташовані на одній осі, а робоче колесо компресора обертається на високих обертах, нагнітаючи свіже повітря.

Повітря проходить через інтеркулер, де воно охолоджується. Проміжне охолодження дозволяє знизити температуру, що надходить до ДВЗ, що підвищує його щільність і забезпечує кращу ефективність згоряння палива, що в свою чергу сприяє збільшенню потужності та зниженню викидів.

Проміжне охолодження покращує подачу повітря для згоряння палива, що дозволяє впорскувати більше суміші і, як результат, збільшувати потужність дизельного двигуна. Повітря, що нагнітається, подається в інтеркулер, де воно охолоджується до необхідної температури, після чого надходить у циліндри. Завдяки цьому процесу щільність повітря збільшується, а температура знижується, що дозволяє поліпшити координацію з системами впорскування палива та згоряння.

Це забезпечує кращу ефективність згоряння, збільшує потужність двигуна, зменшує споживання палива та знижує рівень забруднення вихлопними газами. Під час роботи не можна не торкатися інтеркулера і ретельно перевіряти щільність приєднання патрубків, щоб уникнути погіршення експлуатаційних характеристик двигуна.

Експлуатація дизельного двигуна з турбонаддувом з інтеркулером відрізняється від роботи атмосферного двигуна через додаткові елементи, що забезпечують підвищену ефективність та потужність. Оскільки турбонаддув

підвищує подачу повітря в двигун, необхідно враховувати, що вся система повинна бути налаштована для роботи з підвищеним тиском і температурою.

Система впорскування палива низького тиску має кілька важливих компонентів: паливний бак, паливну магістраль низького тиску, водовідділювач з ручним насосом підкачки, паливний фільтр, насос підкачки палива, внутрішній клапан контролю тиску та канал повернення палива. Проте важливо зазначити, що двигун не поставляється з деякими з цих компонентів, такими як паливний бак, водовідділювач з ручним насосом підкачки і паливний фільтр.

Паливний насос всмоктує паливо і подає постійну кількість до паливного ПНВТ з кожним оборотом. Внутрішній клапан регулювання тиску підтримує стабільний тиск всередині системи залежно від частоти обертання паливного насоса, що дозволяє забезпечити стабільну подачу палива для нормальної роботи двигуна.

Внутрішній тиск насоса пропорційно швидкості обертання, тобто чим вище швидкість обороту, тим більший тиск нагнітання палива. Частина палива, яка не використовується, повертається в всмоктуючий патрубок насоса через внутрішній клапан регулювання тиску. Інша частина палива повертається в паливний бак через "канал повернення", що підтримує охолодження та самоспорожнення ПНВТ.

Для ефективної роботи ПНВТ паливо повинно подаватися під певним тиском, безперервно і без бульбашок повітря. Якщо є велика різниця у висоті між паливним баком і ПНВТ або якщо довжина паливної магістралі між баком і насосом велика, то необхідно встановити передпаливний насос. Це допоможе компенсувати опір між паливною магістраллю і паливним фільтром, що забезпечить належну подачу палива в систему.

Точність роботи ПНВТ та інжекторів високого тиску складає всього кілька мікрометрів, тому будь-які сторонні домішки в паливі призводять до серйозних проблем. Недостатня фільтрація палива може стати причиною поломок таких важливих компонентів, як паливний насос, нагнітальний клапан і інжектори.

Тому паливний фільтр має бути спеціально виготовлений відповідно до вимог паливної системи для забезпечення належного очищення палива.

При заміні паливного фільтра настійно рекомендується використовувати лише ті фільтри, які схвалені компанією Chaoyang Diesel Co., Ltd., оскільки вони відповідають вимогам до ефективності фільтрації.

Важливо також пам'ятати, що впорскування палива, яке містить воду, може призвести до корозійного пошкодження ПНВТ. Для запобігання цьому перед розподільним насосом слід встановити паливний фільтр з відстійником або окремий водовідділювач, щоб ефективно видаляти воду з палива перед його подачею в систему.

Система змащення. Налаштування кількості палива, що впорскується, в двигунах з ПНВТ серії CYQD32 здійснюється за допомогою спеціальних регулювальних болтів, передбачених конструкцією насоса. Ці болти контролюють пропускну здатність паливного каналу, що впливає на обсяг подачі палива. Закручування болтів зменшує пропускну здатність і, відповідно, знижує кількість поданого палива. Відкручування болтів збільшує пропускну здатність, підвищуючи обсяг подачі палива.

Однак самостійне регулювання подачі палива без відповідного досвіду та спеціального обладнання може призвести до неточностей і несправностей. Рекомендується звернутися до кваліфікованих фахівців або сервісних центрів, оснащених необхідним діагностичним обладнанням, для точного налаштування ПНВТ

Система передпускового підігріву.

Двигун оснащений системою передпускового прогріву, яка використовує спеціальну свічку запалювання для нагріву повітря, що потрапляє в камеру передзгоряння..

Інструкція по застосуванню свічок передпускового підігріву:

- Номінальна напруга свічки запалювання повинна становити $11\text{ В} \pm 0,1\text{ В}$.
- Робоча напруга повинна відповідати напрузі акумуляторної батареї.

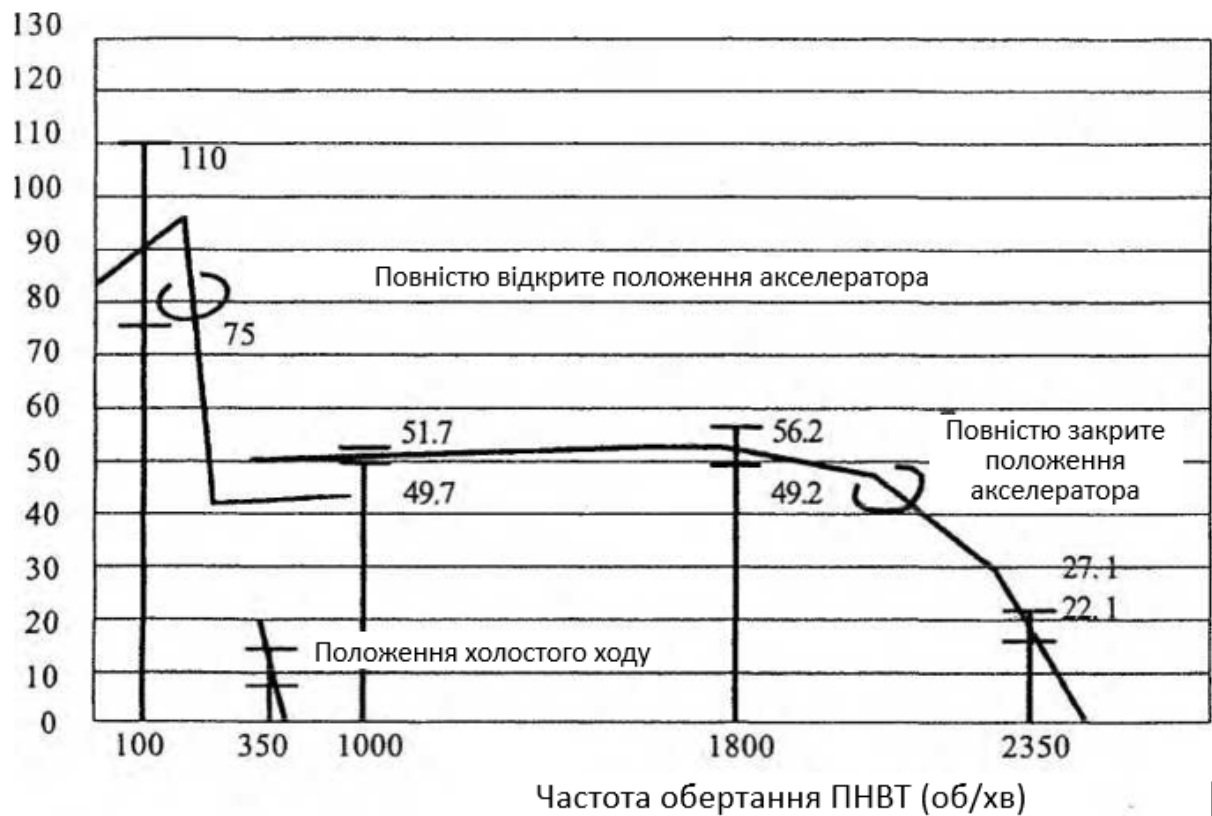


Рисунок 2.3 – Схема регулювання ПНВТ. Дизельні двигуни CYQD32, CYQD32EGR





Рисунок 2.4 – Схема регулювання ПНВТ. Дизельні двигуни CYQD32T

- При номінальній напрузі струм, що протікає через свічку протягом 20 с. після включення живлення, не повинен перевищувати 10 А.
- Безперервний (60 секунд) робочий струм не повинен перевищувати 8 А.
- Момент затягування сполучної клеми свічки запалювання не повинен перевищувати 7 Нм.

Тривалість попереднього підігріву - 20-60 с.

Іструкція по застосуванню системи передпускового підігріву.

Система передпускового підігріву складається з чотирьох свічок запалювання, електропровідної пластини, джгута проводів і ЕБУ з обігрівом, який поставляється разом з двигуном.

Занадто тривале нагрівання скорочує термін служби свічки запалювання. Якщо головка свічки пошкоджена, її слід замінити, щоб уникнути короткого замикання. Також необхідно уникати зіткнення струмопровідної пластини з іншими предметами, щоб не пошкодити електрообладнання від короткого замикання.

Одним із таких електронних блоків є DKK 1507, схема підключення якого включає вентилятор з електронним управлінням. Цей блок містить реле низьких і високих швидкостей, які відповідають за регулювання температури в системі.

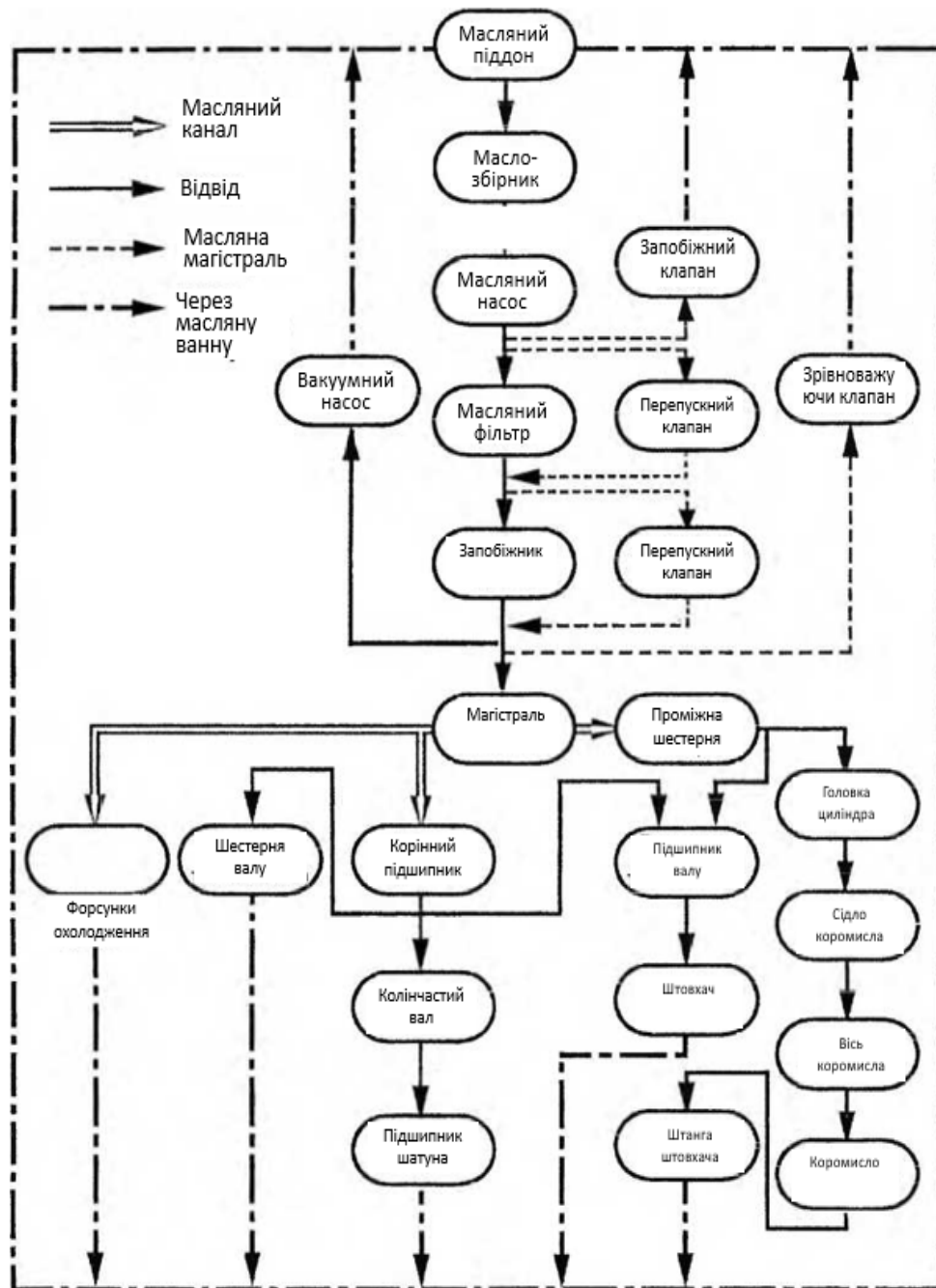


Рисунок 2.5 – Схема регулювання ПНВТ. Дизельні двигуни CYQD32T
Схема системи змащення CYQD32

Для правильного підключення дотримуйтеся схеми, зазначеної в інструкції, і особливу увагу зверніть на полярність блоку живлення, щоб не пошкодити електроніку.

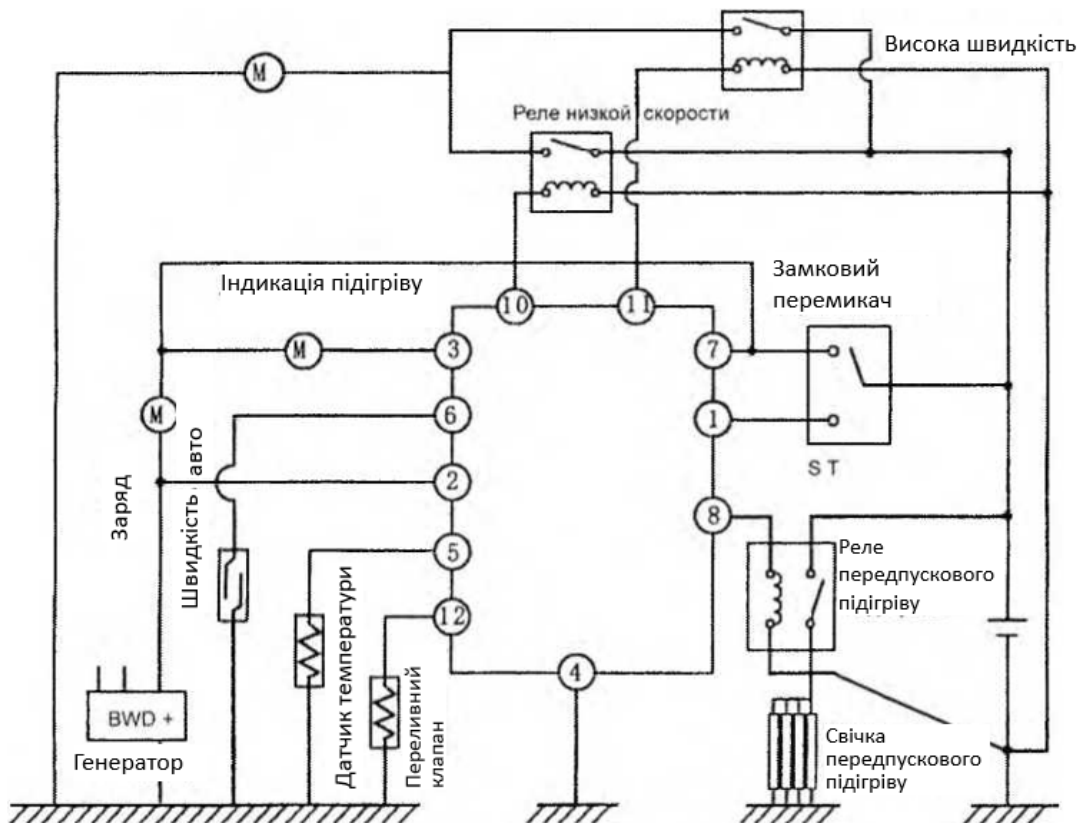


Рисунок 2.6 – Схема підключення системи передпускового підігріву

Процес роботи:

Після включення блоку живлення на панелі загоряється індикаторна лампа, що вказує на процес нагріву.

Двигун можна запускати тільки після того, як ця лампа згасне.

Якщо двигун не запускається протягом 15 ± 3 секунд після повороту замка запалювання в положення «СТАРТ», електронний блок автоматично відключає стартер.

Для повторного запуску необхідно повернути замок запалювання в положення «ВИМК.» на три секунди, а потім повторити запуск.

Реле низьких і високих швидкостей налаштовуються для включення при досягненні певних температур теплоносія:

- Низькошвидкісне реле включається при температурі теплоносія 86°C .
- Високошвидкісне реле включається при температурі теплоносія 93°C .

Це забезпечує належне функціонування системи передпускового підігріву і підтримку оптимальної температури для запуску ДВЗ..

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для діагностик форсунок

Дизельні двигуни економічніші, менш шкідливі для довкілля та краще переносять перевантаження, але їхня складність визначається особливостями системи паливоподачі. Правильне обслуговування вузлів паливної системи вимагає спеціального обладнання та навичок. Зміни в роботі паливної апаратури негативно впливають на економічність, потужність і довговічність двигуна.

Стенд дозволяє діагностувати інжектор без його демонтажу. Він оснащений плунжерним насосом для подачі палива під високим тиском, манометром для вимірювання тиску, стікломіром для визначення об'єму палива та електродвигуном для спрощення роботи. Це значно полегшує діагностику та скорочує час обслуговування.

3.1.1 Принцип дії діагностичного стенду

Стенд для діагностики форсунок перевіряється на герметичність перед використанням. Для цього створюється тиск 30 МПа, і заміряється час його падіння, який не має перевищувати 0,5 МПа за хвилину.

Асинхронний електродвигун приводить у рух розподільний вал, забезпечуючи подачу палива.

Тиск впорскування вимірюється манометром. Початок підйому голки форсунки фіксується при досягненні тиску 12,5 МПа зі швидкістю підвищення 0,5 МПа/с. Якщо значення тиску не відповідають технічним умовам, форсунку ремонтують або налаштовують.

На малюнку 3.1 показаний стенд для діагностики форсунок, який складається з: 1 – манометр; 2 – паливний бак; 3 – корпус пристрою; 4 – трубопровід низького тиску; 5 – мотор-редуктор; 6 – спускний клапан; 7 – розподільний вал; 8 – штовхач; 9 – насос високого тиску; 10 – трубопровід високого тиску; 11 – стіпробер.

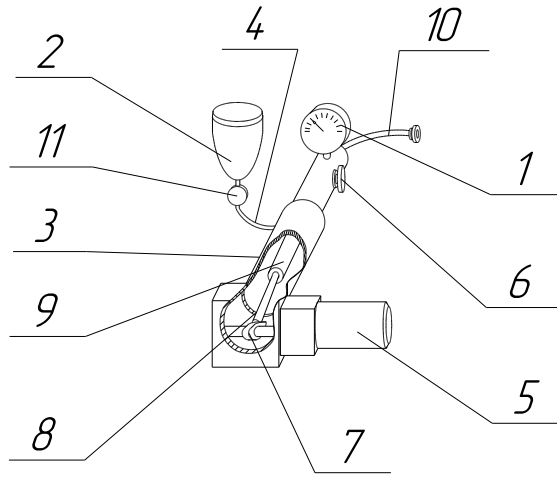


Рисунок 3.1 – Стенд для діагностики.

3.2 Розрахунок стенду

3.2.1 Розрахунок кулачкового вулу

При розрахунку визначається діаметр о вала при наявних напруженнях. Вал зображений на рисунку 3.2.

Розрахунок діаметра вала зазвичай здійснюється на основі механічних властивостей матеріалу вала, величини прикладених навантажень і типу напружень (наприклад, згинальні, крутильні або нормальні).

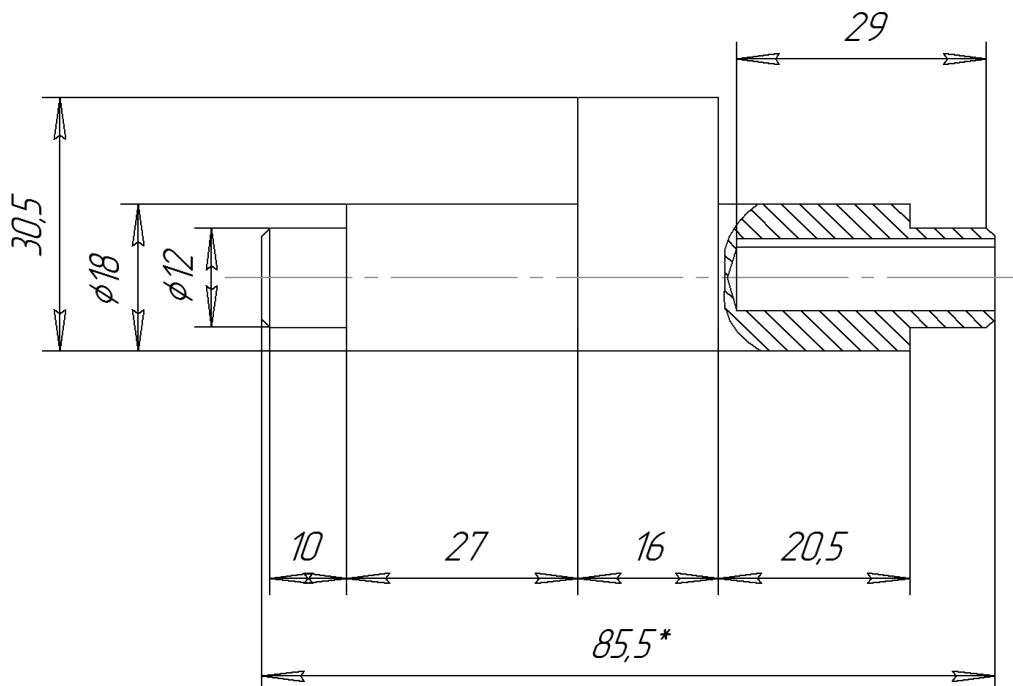


Рисунок 3.2 – кулачковий вал

При визначенні діаметра валу першочергово необхідно розрахувати величину сили, що впливає на нього.

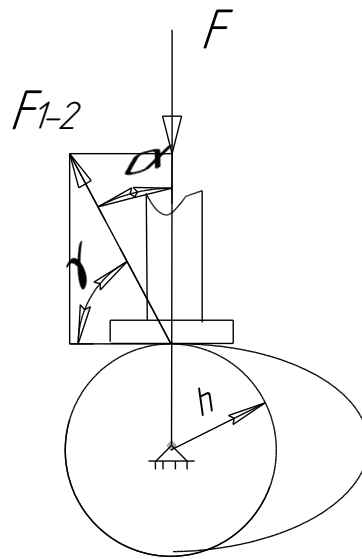


Рисунок 3.3 – Прикладання зусиль

На схемі прикладання зусилля показано, що кулачок приводиться в дію штовхачем із прикладеною силою F .

$$F = P \cdot S \quad (3.1)$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (3.2)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} = 0,64 \text{ см}^2$$

Відповідно:

$$F = 200 \cdot 0,64 = 128 \text{ кгс} = 1280 \text{ Н.}$$

Діаметр валу за умовою міцності визначається:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{T}{[\tau]}}, \text{ мм} \quad (3.3)$$

Момент отримаємо:

$$T = \frac{N}{\omega}, \text{ Нм} \quad (3.4)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30}, \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (3.5)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Враховуючи це, що вал взаємозв'язаний з двигуном, отримаємо:

$$T = \frac{40}{6,28} = 6,37 \text{ Нм}$$

$$[W_K] = 1,72^3 \cdot \frac{T}{d^3} \quad (3.6)$$

$$[\tau] = [W_K] = 1,72^3 \cdot \frac{6,37}{18^3} = 0,006 \text{ МПа.}$$

Тоді, діаметр вала:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{6,37}{0,006}} = 17 \text{ мм.}$$

Оскільки в валу є порожнина зі шпонковим пазом, і розмір необхідно збільшити на 5%, можна розрахувати новий розмір вала таким чином:

$$17,0 \times 1,05 = 17,85 \text{ мм.}$$

Оскільки розмір вала повинен бути цілим числом, округляємо до найближчого стандартного розміру, в даному випадку – до 18 мм.

Отже, новий розмір вала, що враховує шпонковий паз і збільшення на 5%, становить 18 мм.

3.2.2 Розрахунок конструкції шва

Розрахунок зварного з'єднання здійснюється відповідно до принципів теорії опору матеріалів. Конструкція зварного з'єднання корпусу двигуна зображена на рисунку 3.4.

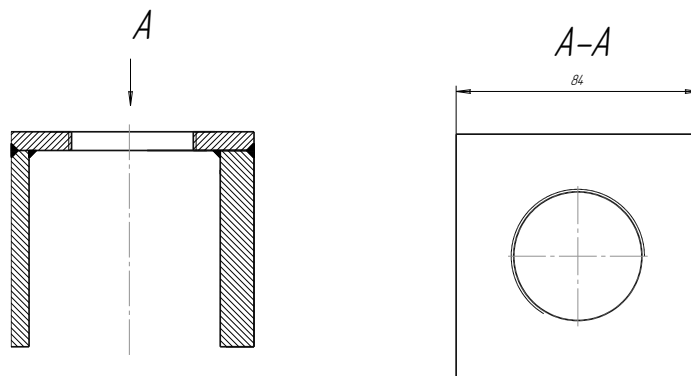


Рисунок 3.4 – З'єднання корпусу

Метою цього розрахунку на міцність є перевірка зварних з'єднань стінок із кришкою проектованої підставки.

Міцність зварних швів перевіряється методом зсуву, при цьому вважається, що сила, яку сприймають шви, рівномірно розподіляється по їх робочому перетину:

$$\tau_{\text{з}} = \frac{P}{0,7 \cdot t \cdot l_p} \leq [\tau_{\text{з}}], \quad (3.7)$$

$$\tau_{\text{з}} = \frac{75}{0,7 \cdot 0,003 \cdot 0,084} = 0,42 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 110 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Оскільки умова міцності виконана, зварне з'єднання здатне витримувати допустимі навантаження.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Залежність потужності ДВЗ від зміни фази газообміну

Двигуни для вантажних ТЗ зазвичай створюються на базі дизельних двигунів із мінімальними доопрацюваннями. У той час як газові двигуни, що призначені для тих самих цілей, потребують серйозніших змін, таких як доопрацювання головки блоку циліндрів, заміна форсунок на свічки запалювання, а також оснащення системою подачі газу до впускного трубопроводу або безпосередньо в впускні канали. Окрім цього, щоб уникнути детонації, необхідно знижувати ступінь стиснення дизельного двигуна, змінюючи конструкцію поршня. У цьому випадку важливо вирішити одну з двох задач: або налаштувати двигун на роботу зі стехіометричною сумішшю ($\alpha = 1$), або на біднішу суміш, де α знаходиться в межах від $\alpha = 1,4 \dots 1,58$.

Незалежно від того, яку схему перетворення на газовий двигун використовує дизель, він отримує кілька основних відмінностей від оригінального дизельного двигуна. По-перше, запалення газоповітряної суміші в ньому здійснюється від іскри, а не від стиснення, як у базовому дизелі. По-друге, утворення суміші є зовнішнім процесом, а не внутрішнім, як у дизельних двигунах. Також у газовому двигуні використовується кількісне регулювання подачі палива, на відміну від якісного регулювання в дизелі. Крім того, потужність газового двигуна зменшується, а паливна економічність стає гіршою порівняно з базовим дизелем. Частина повітря в циліндри заміщається газом, який має більший об'єм, ніж рідке паливо, що зменшує заповнення циліндрів. Для компенсації цієї втрати використовують наддув, але це вимагає додаткового зниження ступеня стиснення та ККД газового двигуна і погіршує його паливну економічність на всіх режимах роботи.

Однією з причин погіршення паливної економічності газового двигуна є спосіб кількісного регулювання потужності. На відміну від якісного регулювання потужності в дизельних двигунах, яке не потребує додаткових елементів, газові двигуни використовують дросельну заслінку в впускному

трубопроводі для контролю потужності. Це дроселювання значно збільшує насосні втрати, що, в свою чергу, знижує ефективність використання палива і погіршує паливну економічність двигуна.

Попри деякі обмеження, газові двигуни, конвертовані з дизелів, набувають все більшої популярності завдяки їх екологічним перевагам. Вони є екологічнішими навіть за дизельні двигуни, тому знаходять широке застосування в транспортних засобах, таких як вантажівки та автобуси міського, комунального та громадського транспорту. Зазвичай для таких двигунів використовується стехіометричний варіант робочого процесу.

Науковці, досліджуючи можливості конвертації сучасного дизельного двигуна в газовий з зовнішнім утворенням суміші та кількісним регулюванням, намагається зберегти потужність та паливну економічність на рівні базового дизеля. Для цього зберігається геометрична ступінь стиснення (ϵ) на рівні 17,5, номінальна потужність становить 180 кВт (245 к.с.) при частоті 2300 об/хв.

Фази газорозподілу для дизельного двигуна виглядають наступним чином:

- Впуск: відкриття – 21° п.к.в. до ВМТ;
- закриття - 37° п.к.в. після НМТ.
- Випуск: відкриття – 54° до НМТ;
- закриття – 22° після ВМТ.

При моделюванні робочого процесу для газового двигуна, щоб визначити октанове число палива, при якому двигун працює без детонації, було використано метод Дауда Ейза. Згідно з залежністю, яка показана на графіку, максимальна потужність газового ДВЗ залежить від ступеня стиснення. Виявилось, що для забезпечення номінальної потужності 180 кВт (245 к.с.) при тих самих фазах газорозподілу, що й у базового дизеля, без детонації, необхідно значно знизити геометричну ступінь стиснення з 17,5 до 10,0. Однак це призводить до зниження індикаторного ККД на 8%.

Незважаючи на це, уникнути детонації без зниження ступеня стиснення або з мінімальним його зменшенням можна, реалізувавши цикл з раннім закриттям впускного клапана до того, як поршень досягне НМТ. Це дозволяє

газоповітряній суміші спочатку розширюватися і охолоджуватися при русі до НМТ, а потім, після НМТ і руху поршня до верхньої мертвої точки (ВМТ), суміш стискається. Хоча це і призводить до деяких втрат у заповненні циліндрів, ці втрати можна компенсувати підвищенням тиску наддуву.

Процес дослідження вивчає, як змінюються геометрична ступінь стиснення (ϵ) і фактична ступінь стиснення (ϵ_f) двигунів обох варіантів при різних налаштуваннях.

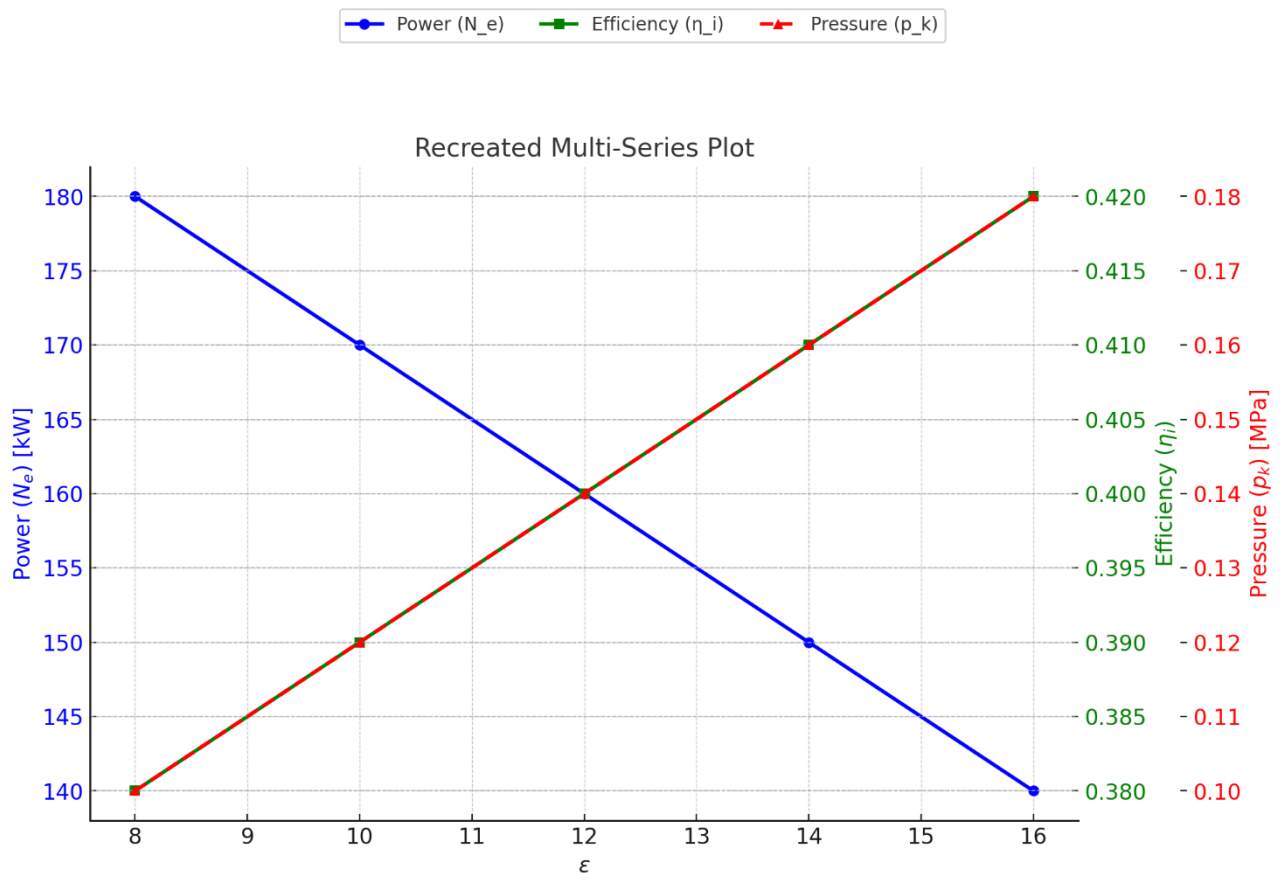


Рисунок 4.1 – Залежність максимальної потужності, тиску наддуву та індикаторного ККД газового двигуна від ступеня стиснення (межа детонації).

Початок процесу стиснення в будь-якому ДВЗ збігається з моментом закриття вп. клапана φ_a . Якщо це закриття відбувається в НМТ, фактична ступінь стиснення (ϵ_f) дорівнює геометричній ступені стиснення (ϵ). Однак при традиційній організації робочого процесу, для покращення наповнення циліндра за рахунок дозарядки, впускний клапан закривається через 20...40° після НМТ.

Це дає змогу покращити заповнення циліндрів, але знижує фактичну ступінь стиснення, оскільки частина газоповітряної суміші залишається в цил. після закриття клапана і не підлягає стисненню.

При реалізації циклу з укороченим впуском впускний клапан закривається до НМТ. Отже, в реальних двигунах $\varepsilon_a \neq \varepsilon$. При цьому ε_f можна визначити за формулою:

$$\varepsilon_f = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V}{V_c} = 1 + \psi(\varepsilon - 1) = 1 + 0,5 \left[(1 + \cos \varphi_a) + \frac{\lambda(1 - \cos 2\varphi_a)}{4} \right] \cdot (\varepsilon - 1). \quad (4.1)$$

де V_a – об'єм циліндра в момент закриття вп. кл.;

V_c – об'єм стиснення;

V – об'єм циліндра, обмежений положенням від ВМТ до моменту закриття (об'єм наповнення);

$\psi = \frac{V}{V_h}$ – відносний об'єм наповнення;

V_h – робочий об'єм циліндра; φ_a – кут закриття;

λ – відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна.

Відносний об'єм наповнення циліндра в діапазоні зміни φ_a до 60% з точністю до 1% підкоряється наближеній залежності, записаній у вигляді формули:

$$\psi \approx 1 - 0,55 \cdot 10^{-4} \varphi_a^2. \quad (4.2)$$

Взаємодія у, ψ і ε_f дає формулу:

$$\psi = \frac{\varepsilon_f - 1}{\varepsilon - 1} \approx \frac{\varepsilon_f}{\varepsilon}. \quad (4.3)$$

Основними параметрами процесу газообміну, що характеризують процеси газообміну в двигуні, є коефіцієнти наповнення (η_v) і залишкових газів (K_{og}), а також витрати енергії E на здійснення цих процесів. Або, що те саме, насосні втрати. До оптимізації параметрів цих процесів, тобто мінімізації насосних втрат, існують два підходи – традиційний і новий. Максимальному значенню цього коефіцієнта, як правило, відповідають мінімальні значення коефіцієнта

K_{og} залишкових газів і тиску P_{np} насосних втрат. І це досягається за рахунок вибору геометричних параметрів органів газообміну і фаз газорозподілу: відкриття впускного клапана завжди починається до приходу поршня в ВМТ на кут випередження впуску – з таким розрахунком, щоб для мінімізації гідравлічних втрат вже на початку руху поршня від ВМТ до НМТ була достатня площа проходного січення клапана. Закривається ж цей клапан після ВМТ, при русі поршня до НМТ і зменшенні об'єму циліндра. Але при збільшенні затримки його закриття, з одного боку, покращується наповнення, а з іншого – при занадто пізньому його закритті можливий зворотний викид заряду. Тому оптимальний кут закриття вибирають у поєднанні з оптимальними геометричними характеристиками впускного тракту.

В даний час, коли широке поширення отримують електронні системи управління, стало можливим регулювання фаз, а також підйому клапанів, отже, таке вплив на коефіцієнти наповнення і залишкових газів, які відповідають конкретним умовам роботи двигуна. При цьому для зменшення навантаження коефіцієнт наповнення можна зменшувати, забезпечуючи більш раннє закриття впускного клапана.

В результаті виявилось, що при ранньому закритті вп. клапана і незмінній, такій самій, як у базового дизеля, тривалості фази впуску (238° п.к.в.), впускний клапан довелося б відкривати задовго до ВМТ, тобто створювати надмірно велике перекриття клапанів. А це неминуче призвело б до надмірного зростання коеф. зал. газів і порушенням протікання робочого процесу. Тому раннє закриття впускного клапана потрібно супроводжувати значним, до 180° п.к.в., зменшенням тривалості фази впуску.

На рис. 4.2 приведена залежність у P_a газоповітряного заряду в процесі наповнення циліндра від кута φ_a закриття впускного клапана і тривалості φ_z цього закриття. Як видно, тиск P_a в кінці наповнення виявляється нижчим за тиск у впускному трубопроводі, причому ця різниця тим більша, чим раніше до НМТ закривається впускний клапан.

На рисунку нижче показано вплив pk та кута pa закриття на відносну зміну

тиску $KK_p = P_a/P_k$ і температури $k_T = T_a/T_k$ в кінці процесу. З нього видно, що при закритті вп. клапана в ВМТ температура T_a заряду в кінці наповнення вища за температуру T_k у впускному трубопроводі (крива 1). При більш ранньому закритті впускного клапана температури T_a і T_k п.к.в. заряд під час наповнення не нагрівається, а навпаки, охолоджується (крива 3). Що стосується відносної зміни тиску заряду під час наповнення циліндра, то воно визначається тільки кутом φ_a і не залежить від P_k і температури T_k у впускному трубопроводі.

В діапазоні кутів закриття впускного клапана $\varphi_a = 0 - 60^\circ$ п.к.в. до НМТ при вузькій фазі впуску сукупне зміна тиску і температури заряду, а також фактичної ступені стиснення (рис. 4.3).

Трансформувавши відому формулу для коеф. наповнення зміни фактичної ступені стиснення при варіації кута φ_a закриття впускного клапана, отримаємо відому формулу для цього коефіцієнта – формулу:

$$\eta_V = \frac{\varepsilon_f p_a T_k}{p_a T_a (\varepsilon - 1)(1 + \gamma_z)} = \frac{K_p \varepsilon_f}{T_k \frac{\varepsilon_f p_a T_k}{p_a T_a (\varepsilon - 1)(1 + \gamma_z)}}. \quad (4.4)$$

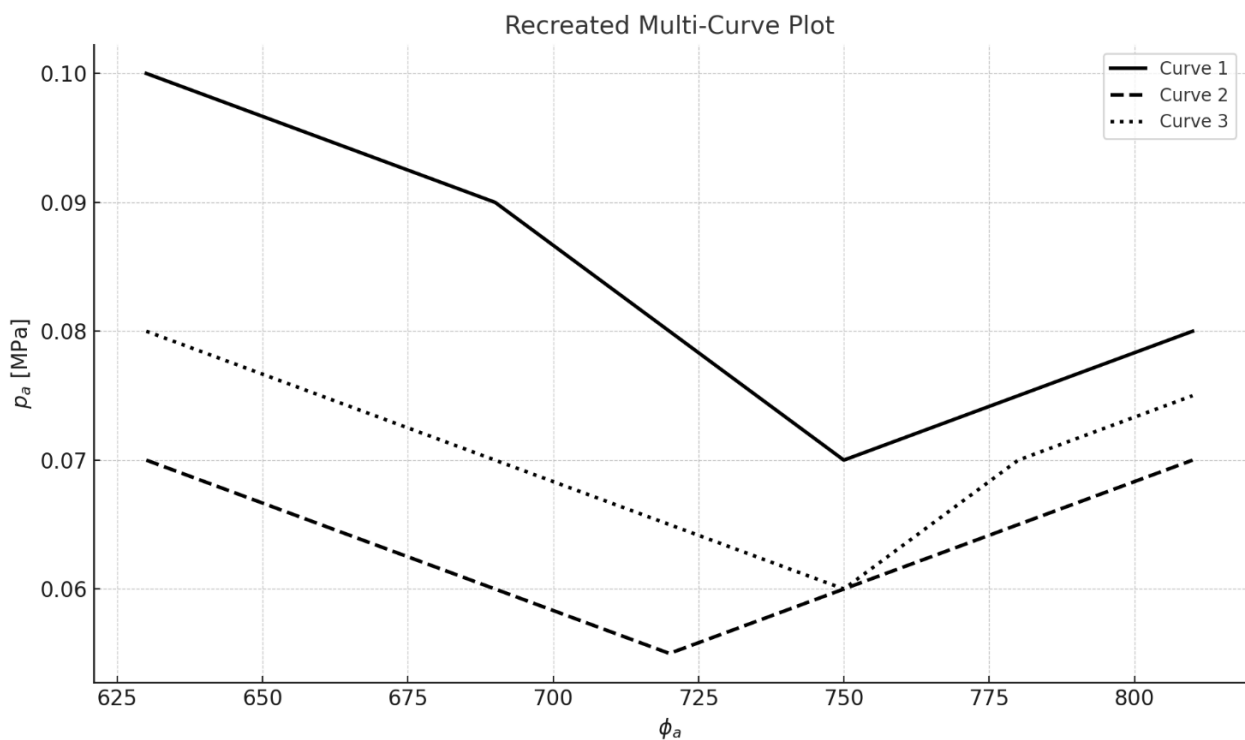


Рисунок 4.2 – Залежність тиску наповнення циліндра газового двигуна від кута закриття його впускного клапана: 1 – $\varphi = 0^\circ$; 2 – $\varphi = 30^\circ$; 3 – $\varphi = 60^\circ$.

При цьому відносне змінення тиску і температури заряду, а також коефіцієнта наповнення може бути апроксимовано формулами:

$$K_p = K_{p0} - a_p \varphi_a; K_T = K_{T0} - a_T \varphi_a; \eta_V = \eta_{V0} - K. \quad (4.6)$$

де K_{p0} , K_{T0} , η_{V0} – значення коеф. K_p , K_T и η_V при відкритті в ВМТ і НМТ.

Основною задачею управління процесом газообміну при кількісному регулюванні навантаження є забезпечення на кожному режимі роботи необхідного заряду циліндра при мінімальному рівні механічних втрат. Щоб досягти такого результату, будемо виходити з наступного: відомо, що P_m втрат може бути представлене у вигляді суми середніх тисків, що відповідають витратам енергії на подолання тертя (P_{TP}), на здійснення процесів газообміну (насосних втрат P_{np}), тобто у вигляді формули:

$$P_m = P_{tp} + P_{np}. \quad (4.6)$$

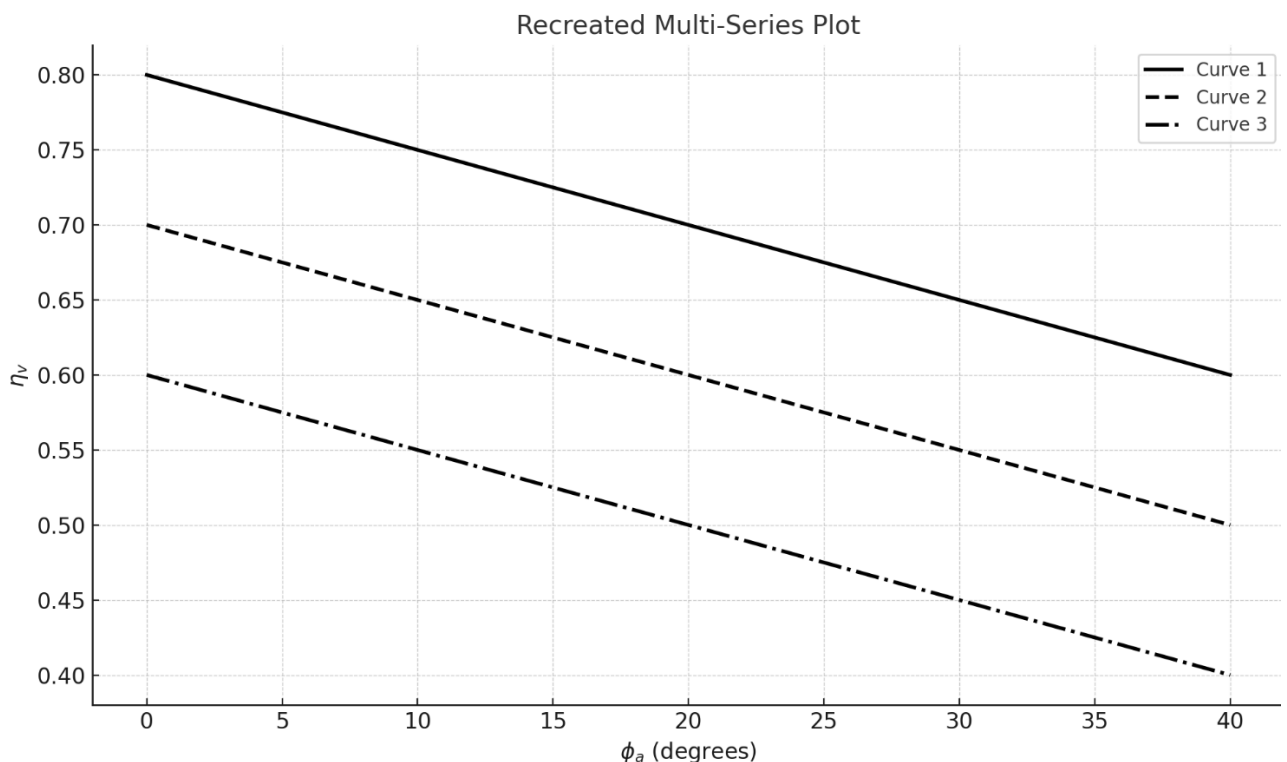


Рисунок 4.3. Залежність коефіцієнта наповнення газового двигуна від кута закриття впускного клапана і частоти обертання колінчастого валу:

$$1 - n = 1200 \text{ хв}^{-1}; 2 - n = 1600 \text{ хв}^{-1}; 3 - n = 2300 \text{ хв}^{-1}$$

В свою чергу, втрати P_{tr} на подолання тертя в вузлах двигуна включають втрати на граничне (P_{gp}) і рідинне (P_g) тертя. Перші з них мають місце в основному в з'єднаннях поршневих кілець з гільзою циліндра, і їх середнє за цикл значення залежить від пружності поршневих кілець і заколочного тиску, узагальнено визначеного одним з характерних тисків циклу. Середнє ж тиск P_g рідинного тертя пропорційне швидкості ковзання в з'єднаннях механізмів двигуна, що характеризуються середньою швидкістю C_m . Таким чином, втрати P_{tr} тертя можуть бути апроксимовані формулою:

$$P_{tr} = aP_c + bP_g \quad (4,7)$$

Насосні втрати (P_{np}) в двигуні складаються з сумарного тиску ΔP_{gl} гідравлічних втрат у випускних і впускних клапанах та різниці середніх тисків у випускному (P_m) і впускному (P_k) трубопроводах:

$$P_{np} = \Delta P_{kl} + (P_m + P_k). \quad (4.8)$$

В двигунах з газотурбінним наддувом на режимах великих навантажень $P_g > P_k$, що може бути забезпечено при достатньо високому ККД турбокомпресора. Але середнє тиск P_{np} насосних втрат може мати й негативне значення, тобто за період газообміну газами буде виконана позитивна робота, що знижує механічні втрати. У цьому випадку енергія стисненого в компресорі повітря не тільки компенсує втрати енергії на здійснення газообміну, але й забезпечує певний вигреш енергії, який буде тим більший, чим більше P_k відрізняється від P_m . Для двигунів же без наддуву і двигунів з наддувом на режимах малих навантажень, якщо знехтувати втратами тиску від гідравлічних опорів повітряного фільтра, глушника шуму випуску та нейтралізатора відпрацьованих газів, тиск насосних втрат складається з тиску P_{dp} дросельних втрат ($P_{dp} = P_0 - P_k$) і сумарного тиску P_{kl} :

$$P_{np} = P_{dp} + P_{kl}. \quad (4.9)$$

Втрати тиску в клапанах, позначені як P_{kl} , пропорційні щільності заряду

p_k у впускному трубопроводі та квадрату середньої швидкості поршня c_p . Оскільки при використанні охолодження наддувного повітря температура заряду у впускному трубопроводі змінюється незначно, можна вважати, що щільність заряду залежить тільки від його тиску та квадрату середньої швидкості поршня. Залежність втрат тиску через ці два параметри, що дозволяє зробити розрахунки точнішими, оскільки температура заряду не вносить значних коректив у визначення щільності.

$$\Delta P_{kl} = K_{kl} P_k c_p^2. \quad (4.10)$$

де K_{kl} – коефіцієнт, що визначає втрати тиску в клапанах.

Значення коефіцієнта K_{kl} залежить від входячого в цю формулу відношення площі S_{kl} проходних січень клапанів до площі S_p поршня, а також фаз газорозподілу. Для двигунів з чотирьохклапанними головками циліндра і зі стандартними фазами газорозподілу воно дорівнює $(2,5 \dots 3,0) \cdot 10^3 \text{ c}^2/\text{m}^2$. Наддув двигуна і підвищення ступеня його стиснення обмежуються (на режимі номінальної потужності), при однакових умовах, – детонацією. Очевидно, що при однакових коефіцієнті надлишку повітря і кутах φ_a випередження запалювання умови її виникнення відповідають певним значенням тиску P_c і температури T_c заряду в кінці стиснення, що залежать від фактичної ступені стиснення ε_f . Причому при зміні моменту закриття вп. клапана об'єм V_c стиснення залишається постійним, а об'єм V_a змінюється. Тому, якщо знехтувати витоками через поршневі кільця в процесі стиснення, можна сказати, що відношення $\frac{P_c}{T_c}$ змінюється пропорційно ε_f :

$$\frac{P_c}{T_c} = \frac{\varepsilon_f P_a}{T_a}. \quad (4.11)$$

Причому $\frac{P_c}{T_c}$ пропорційно щільності ρ_k заряду. Фактична ступінь ε_f стиснення показує, наскільки збільшується щільність робочого заряду в процесі стиснення. Але на параметри робочого тіла в кінці стиснення впливає не тільки фактична ступінь ε_f стиснення, а й ті ж P_c і T_c заряду в кінці наповнення, що

визначаються протіканням процесів газообміну, в першу чергу, процесом наповнення. Реалізація більш високої ступені стиснення в двигуні з укороченим впуском викликає ріст індикаторного ККД і в поєднанні з певним зростанням механічного ККД супроводжується підвищенням ефективного ККД на 8 %.

Реалізація більш високої ступені стиснення в двигуні з укороченим впуском викликає ріст індикаторного ККД і в поєднанні з певним зростанням механічного ККД супроводжується підвищенням ефективного ККД на 8%. При дослідженні кількісного бездросельного регулювання потужності ДВЗ на легких режимах при стандартних фазах газорозподілу видно: для зменшення величини заряду циліндра в 2,5 рази при переході на мале навантаження тиск $P_k = 0,1 \text{ МПа}$ у впускному трубопроводі необхідно знизити приблизно в 2 рази - з 0,1 до 0,05 МПа. При цьому втрати на клапанах зменшуються на 50%, а сумарні насосні втрати за рахунок дросельної складової, навпаки, зростають. Цей ріст сильно залежить від частоти обертання: при переході на високу частоту вони зростають в 2,4 рази, а на низьку — вже в 9 разів. Баланс дросельних втрат і втрат на клапанах також суттєво залежить від режиму. Так, на номінальному режимі частка дросельних втрат в загальних насосних втрат на складає 80% (20% припадає на втрати в клапанах), а при зниженні швидкісного режиму частка перших збільшується до 94%, а других - зменшується до 6%. Тому на режимах низьких частот, найбільш характерних для роботи ДВЗ в міських умовах, зменшення саме дросельних втрат є особливо актуальним.

У газових двигунах з одним розподільчим валом процес впуску можна змінювати, регулюючи висоту підйому клапанів. Цей метод є досить складним в реалізації, тому в сучасних двигунах його застосовують рідше. Натомість для управління фазами газорозподілу використовуються більш ефективні рішення, які вже широко застосовуються в серійних двигунах автомобільних фірм. Така система передбачає використання двох розподільчих валів і фазових змінювачів, що дозволяють змінювати кут відкриття і закриття при незмінній тривалості відкриття. Для реалізації такого управління можуть використовуватися різноманітні технічні рішення, наприклад, коаксіальний розподільчий вал з

одиничним фазообертачем.

Застосування кількісного бездросельного регулювання потужності на малих навантаженнях, замість традиційного якісного регулювання, дозволяє значно покращити паливну економічність двигуна – на 12...17%. Це досягається за рахунок більш точного контролю за подачею палива і повітря, що оптимізує процес згоряння та знижує витрати палива.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка і впровадження системи управління охороною праці

Система управління охороною праці (СУОП) – це комплекс заходів і дій, спрямованих на створення безпечних умов праці, захист здоров'я працівників та запобігання нещасним випадкам. Для автотранспортного підприємства (АТП), де високий рівень ризику пов'язаний із ремонтними роботами та експлуатацією транспортних засобів, розробка і впровадження такої системи є обов'язковою.

Розробка СУОП починається з оцінки наявного стану охорони праці на підприємстві. Це включає аналіз ризиків, небезпечних і шкідливих факторів, аудит документації, обладнання та засобів безпеки. Паралельно проводиться вивчення статистики виробничого травматизму і захворювань, що дозволяє визначити слабкі місця в організації роботи.

Після цього формується політика підприємства у сфері охорони праці. Вона включає визначення стратегічних цілей щодо безпеки праці та зобов'язання керівництва дотримуватись цих принципів. На основі політики розробляються нормативні документи: інструкції, положення, правила та алгоритми дій у надзвичайних ситуаціях. Всі вони повинні враховувати специфіку діяльності підприємства.

Важливою складовою СУОП є організаційна структура. На підприємстві призначається відповідальна особа (інженер з охорони праці або спеціаліст), створюється комісія з охорони праці, визначаються обов'язки кожного працівника у сфері безпеки. Для забезпечення безперервного навчання персоналу організовуються регулярні інструктажі, тренінги та перевірки знань правил охорони праці.

Контроль і моніторинг є ключовими елементами СУОП. Регулярні перевірки дозволяють виявити недоліки, а використання спеціальних чек-листів сприяє систематичному оцінюванню дотримання норм безпеки. Отримані дані аналізуються, що допомагає приймати обґрунтовані рішення для вдосконалення

системи.

Для ефективної роботи СУОП необхідно забезпечити працівників усіма необхідними засобами безпеки: засобами індивідуального захисту, протипожежним обладнанням, технікою, яка відповідає сучасним стандартам. Особливу увагу слід приділити мотивації персоналу – створити систему заохочень за дотримання правил безпеки та застосовувати санкції за порушення.

Інтеграція СУОП з іншими системами управління, такими як екологічний менеджмент чи управління якістю, допомагає оптимізувати процеси і дотримуватись міжнародних стандартів, наприклад, ISO 45001.

Система управління охороною праці має постійно вдосконалюватися. Періодичний аналіз її ефективності, оновлення нормативної бази та впровадження сучасних технологій дозволяють підприємству залишатись конкурентоспроможним і безпечним місцем роботи.

Результатом впровадження СУОП стає зниження ризику травматизму, покращення умов праці, дотримання законодавчих норм і підвищення продуктивності. Це також створює позитивний імідж підприємства як соціально відповідальної організації. Система управління охороною праці – це не тільки обов'язок, а й запорука стабільності та успішної діяльності підприємства.

5.2 Ідентифікація можливих надзвичайних ситуацій на автотранспортному підприємстві

Ідентифікація можливих надзвичайних ситуацій (НС) – це важливий етап побудови системи безпеки на автотранспортному підприємстві (АТП). Її мета – визначення потенційних загроз, оцінка ризиків та підготовка до їхньої ліквідації. Такий підхід дозволяє запобігти аваріям, мінімізувати їхні наслідки і розробити ефективні плани реагування.

Ідентифікація НС спрямована на виявлення джерел небезпеки, що можуть становити загрозу для працівників, обладнання, транспорту та довкілля. Вона дозволяє оцінити можливі масштаби та наслідки аварій, підготувати персонал до швидкого реагування та забезпечити безпеку на підприємстві.

Ідентифікація НС.

Процес ідентифікації включає аналіз діяльності підприємства, його внутрішніх і зовнішніх факторів, а також історії надзвичайних ситуацій.

Внутрішні фактори:

Особливості виробничих процесів, таких як ремонт і обслуговування автомобілів, заправка і зберігання пального.

Технічний стан обладнання: підйомників, компресорів, електромереж.

Використання небезпечних речовин: палива, мастил, розчинників.

Зовнішні фактори:

- ✓ Природні загрози, наприклад, повені, сильний вітер, землетруси.
- ✓ Техногенні ризики, зокрема аварії на сусідніх об'єктах або транспортні катастрофи.
- ✓ Соціальні ризики, такі як крадіжки, диверсії чи терористичні акти.

Приклади можливих НС.

- ✓ Пожежі: Займання пального чи мастил, несправність електромереж.
- ✓ Хімічні аварії: Розлив небезпечних рідин, викид токсичних випарів.
- ✓ Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП): Аварії транспорту підприємства або інциденти під час ремонтів.
- ✓ Техногенні катастрофи: Поломки підйомного обладнання, руйнування споруд.
- ✓ Природні катаклізми: Затоплення складів або пошкодження будівель вітром.
- ✓ Соціальні загрози: Несанкціоновані проникнення, саботаж.

Заходи з ідентифікації та реагування.

На основі аналізу формується список можливих НС і визначаються пріоритетні загрози. Розробляються рекомендації для зменшення ймовірності аварій, а також плани дій у разі їх виникнення. Працівники ознайомлюються із цими планами через навчання та інструктажі.

Документальне забезпечення включає:

- ✓ Паспорт безпеки підприємства, який містить перелік і характеристику

можливих НС.

- ✓ План локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС).
- ✓ Інструкції для персоналу щодо дій у разі надзвичайної ситуації.

Переваги ідентифікації НС.

Ефективна ідентифікація загроз дозволяє знизити ризик надзвичайних ситуацій, покращити готовність підприємства до кризових умов і зменшити можливі збитки. Крім того, це забезпечує дотримання законодавчих вимог і формує позитивний імідж підприємства як соціально відповідальної організації.

Ідентифікація НС є основою для створення безпечного середовища, забезпечення стабільної роботи підприємства і захисту працівників у разі виникнення аварій.

5.3 Інженерні (технічні) рішення з охорони праці

Розрахунок освітлення

Розрізняють штучне і природне освітлення. Для освітлення виробничих приміщень штучним світлом, як правило, використовують газорозрядні лампи.

Загальне освітлення розраховують, в основному, методом коефіцієнта світлового потоку:

$$F = E * S * K * z / j * n \quad (5.1)$$

де E- норма освітленості (табл. 3.7), лк ;

S- площа приміщення, м²;

K- коефіцієнт запасу, K = 1.3 ... 1.5 (менші значення для ламп розжарювання, більші- для газорозрядних ламп);

z- коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в межах z = 1.1 ... 1.5 (у середньому 1.2);

j- коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n- число ламп.

Для визначення коефіцієнта j розраховують індекс приміщення:

$$i = a * b / Hc * (a + b) \quad (5.2)$$

де a, b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

Нс - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, приймаємо = 4м .

Мета розрахунків - визначити кількість ламп:

$$n = E * S * K * z / F * j \quad (5.3)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку ламп. Для місцевого освітлення звичайно використовують лампи розжарювання:

$$F = 1000 * h^2 * E / e \quad (5.4)$$

де h - відстань від лампи до освітлювальної поверхні, м;

E - нормативна освітленість, лк;

e - показник, який вибирається за графіком в залежності від h і відстані d від перпендикулярного променя на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки (

Значення E знаходимо як різницю між загальним і комбінованим освітленням.

Розрахунок природнього освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів бокового освітлення:

$$S_o = S_n * I_n * K_z * j_o * K_{бд} / 100 * Q_o * r_1 \quad (5.5)$$

де S_n - площа підлоги приміщення, м²;

I_n - нормативне значення коефіцієнта природньої освітленості;

K_z - коефіцієнт запасу (K_z = 1.4 ... 1.5 менше значення для приміщень з меншою запиленістю);

j_o - світлова характеристика вікон;

K_{бд} - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками;

Q_o - загальний коефіцієнт світлопропускання, Q_o = 0.63;

r₁ - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні, r₁ = 1.05 ... 1.3.

Коефіцієнт урахування затінення K_{дб} = 1.

Розрахунки виконуємо для всіх виробничих приміщень. Всі розрахунки приводимо у вигляді таблиці 5.12

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків освітлення.

Зона, відділення, дільниця	Освітленість		Тип ламп		Кількість ламп		Нормован. значення i_n , %	Площа світлових прорізів, m^2
	Комб.	Загал.	Комб.	Місц.	Комб	Місц		
Шиномонтажний	750	200	НГ150	НБ60	6	1	0,6	5,2
пост								
Канави для	-	75	НГ150	НБ60	-	2	0,3	-
огляду								

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на тему «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів DONG FENG 1030 з дослідженням залежності потужності ДВЗ від зміни фази газообміну» проведено всебічне дослідження та розрахунок ключових аспектів функціонування автотранспортного підприємства (АТП), яке спеціалізується на ТО автомобілів даної марки.

В першому розділі визначено призначення та характеристики проектного підприємства, що дозволяє забезпечити високий рівень ТО ТЗ DONG FENG 1030, забезпечуючи безперебійну роботу автопарку, розглянута технологія та організація транспортного процесу АТП, що включає раціональний підхід до управління логістикою перевезень і оптимізацію витрат на обслуговування техніки, визначення площ АТП, та обґрунтування організації виробництва в розділі 1.4 дозволяють планувати ефективну забудову підприємства та вибір оптимального розміщення зон.

В другому розділі проведено детальний розрахунок програм обслуговування та обсягу робіт, визначено чисельність робітників та кількість постів для обслуговування автомобілів, що дає змогу створити хорошу організаційну структуру АТП. Визначення діагностичних заходів сприяє покращенню планування ресурсів та підвищенню ефективності підприємства. Представлено генеральний план підприємства, що враховує технологічні та організаційні процеси, забезпечуючи безпеку та комфорт робітників. Особлива увага приділена ТО системи живлення автомобілів DONG FENG 1030.

В третьому розділі розглянуті стенди для діагностики форсунок, принцип їх дії та розрахунки необхідних вузлів, що дозволяють створити ефективні засоби для перевірки працездатності системи живлення.

Проведено дослідження залежності потужності ДВЗ від фаз газообміну, що дозволяє точніше налаштовувати параметри роботи двигуна, підвищуючи його ефективність та знижуючи витрати пального.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. British Petroleum. Statistical Review of World Energy. Approximate conversion factors. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-statsreview-2019-approximate-conversion-factors.pdf>.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
3. 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.
4. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
5. 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.
6. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Частина 2. Електрообладнання: Навчальний посібник.- Київ.: Вища освіта, 2001. – 243 с. ISBN: 966-95995-4-7.
7. Гунько І.В., П'ясецький А.А., Бурлака С.А. Система паливоподачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2 (97). С.47-51.
8. 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.
9. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.

10. 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.
11. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
12. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
13. 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 .
14. 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.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
16. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
17. 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.
18. 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.
19. 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.

20. 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
21. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
22. 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
23. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
24. 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.
25. Транспортні енергетичні установки: навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с.
26. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.2 Розрахунок програми, обсягу робіт

$L_p^{(H)}$ - нормативний ресурс пробігу транспортного засобу, км;

$L_i^{(H)}$ - стандартна частота проведення ТО і типу (ТО-1 або ТО-2), км;

частота і трудомісткість технічного обслуговування і обслуговування рухомого складу повинні коригуватися в залежності від наступних умов за допомогою коефіцієнтів: категорія умов експлуатації рухомого складу - K1;

модифікації рухомого складу - K2;

природно-кліматичні умови експлуатації рухомого складу - K3;

кількість одиниць технічно сумісного рухомого складу - K4;

способи зберігання рухомого складу - K5;

2.3 Визначення ТО за цикл

$L_{\text{ц}}$ - пробіг транспортного засобу за цикл (приймається рівним пробігу до КР), км;

$I_{\text{сс}}$ - середньодобовий пробіг;

$N_{\text{ЕОс}}$ - кількість УЗ, що виконуються щодня при поверненні рухомого складу;

$N_{\text{ЕОт}}$ - Кількість НУ, виконаних перед технічним обслуговуванням, і ТР за цикл;

$N_{\text{ЕОт}}$ - коефіцієнт, який враховує продуктивність під час ТР.

2.4 Визначення кількості ТО на групу ТЗ

$D_{\text{роб.г}}$ - кількість робочих днів у році;

α_t - коефіцієнт технічної доступності;

$D_{\text{ТО-ТР}}$ - загальний питомий час простою транспортного засобу при технічному обслуговуванні та технічному обслуговуванні в днях на 1000 км;

K_2 - коефіцієнт, що враховує тип.

2.5 Діагностичні заходів протягом року

$\sum N_{1Д-1}$, $\sum N_{2Д-1}$, $\sum N_{ТР Д-1}$ - відповідно, кількість автомобілів, діагностованих під час ТО-1, після ТО-2 та під час ТР за рік;

$\sum N_{2Д-2}$, $\sum N_{ТР Д-2}$ - відповідно, кількість автомобілів, діагностованих до ТО-2 і під час ТР за рік;

N_{it} - річна програма по кожному виду ТО або діагностики окремо; N_{it} ;

$D_{\text{роб.гі}}$ - щорічна кількість робочих днів зони, призначених для виконання того чи іншого виду технічного обслуговування та діагностики автомобілів.

2.6 Річний обсяг робіт і чисельність робітників

$t_i^{(H)}$ - нормативна трудомісткість ТО-1 або ТО-2, людино-годин; $t_i^{(H)}$

K_4 - коефіцієнт, що враховує кількість технологічно сумісних підстанцій.

$t_{\text{ТР}}^{(H)}$ - нормативна питома трудомісткість ТР, людино-години/1000 км; $t_{\text{ТР}}^{(H)}$

K_1, K_3, K_5 - коефіцієнти, що враховують, відповідно, категорію умов експлуатації, кліматичний регіон та умови зберігання підстанції.

T_r - річний обсяг робіт в зонах технічного обслуговування, ТР або майданчику, людино-години; T_r

Φ_r - річний (номінальний) фонд робочого часу технологічно необхідного працівника при виконанні однозмінних робіт, ч.

де 8 - тривалість зміни, ч;

$D_{к.г}$ - кількість календарних днів у році;

D_v - кількість вихідних днів на рік;

$D_{п}$ - кількість святкових днів у році.

T_r - річний (ефективний) фонд $\Phi_{ш}$ робочого часу працівника «повної зайнятості»;

$D_{від}$ - кількість днів відпустки, встановлена за даною професією працівника; $D_{от}$

$D_{у.п}$ - кількість днів прогулу з поважних причин.

2.6 Розрахунок постів

$T_{вип}$ - випуск автомобілів на лінію, $T_{вип} = 3г$;

T_n - робота транспортного засобу на лінії в замовленні, $T_n = 8,2; 12$ годин;

$T_{об}$ - обідня перерва водія, $T_{об} = 1$ година.

$T_{см}$ - тривалість зміни, ч;

C - число змін;

N_{ic} - щоденна виробнича програма окремо для кожного виду ТО і діагностики;

ϕ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність прибуття транспортних засобів на пости технічного обслуговування.

t_i - трудомісткість роботи даного виду служби, що виконується на посту, людино-години; t_i

$P_{п}$ - кількість працівників, що працюють на посаді одночасно;

$t_{п} = 3$ - час, витрачений на рух транспортного засобу при його постановці на посту і виїзді з посту, хв.

$T_{ді}$ - річний обсяг діагностичної роботи, людино-години; $T_{ді}$

$\Phi_{п}$ - річний фонд часу роботи діагностичного посту, ч;

$D_{роб. г}$ - кількість робочих днів діагностичної ділянки на рік;

$T_{см}$ - тривалість зміни, годин;

C - число змін;

$T_{ТРг}^{(н)}$ - річний обсяг виконаних робіт на постах ТР, людино-години; $T_{ТРг}^{(н)}$

$\Phi_{п}$ - річний фонд часу посту, ч;

$P_{п}$ - кількість робітників на посаді;

$D_{раб. г}$ - кількість робочих днів на рік для поста ПР;

$\eta_{п}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста (0,80... 0,85).

$P_{роб}$ - кількість робітників, які одночасно працюють на даному виді обладнання;

$\eta_{об}$ - Коефіцієнт використання обладнання в динаміці (0,85... 0,9).

N_{EO} – кількість автомобілів, які потрібно помити за день;

ϕ_{HU} - коефіцієнт, що враховує нерівномірність заїзду машин;

N - продуктивність мийної установки, а/м·год;

T - тривалість роботи одиниці за добу, годину;

η_y – коефіцієнт використання робочого часу установки.

f_a - площа, яку займає автомобіль в плані (за габаритними розмірами), m^2 ;

X_3 - кількість постів;

K_n - коефіцієнт щільності посту.

f_1 - площа на одного працівника, m^2 ;

f_2 - площа для кожного наступного працівника, m^2 ;

P_T - чисельність технологічних робітників у найбільш завантажену зміну.

f_0 - площа займаного автомобіля в плані, m^2 ;

$A_{ст}$ - кількість місць для зберігання автомобілів;

$K_{п}=2,4$ - коефіцієнт щільності транспортного засобу.

3.2.1 Розрахунок кулачкового вулу

P – тиск на плунжер $P = 200 \text{ кгс/см}^2$;

S - площа плунжера;

d - діаметр плунжера, $d = 0,9 \text{ см}$;

$[\tau]$ - допустима напруга;

T - момент;

N - потужність;

ω -кутова швидкість.

$[\tau] = [W_K]$ – для круглого перерізу,

T - момент;

d - діаметр вала, що проектується, $d = 18 \text{ мм}$;

$n_{вих}$ – число обертів вихідного валу, $n_{вих} = 60 \text{ об/хв}$.

3.2.2 Розрахунок конструкції шва

τ_3 - напруга зсуву зварних швів;

P - сила, прикладена до зварного шва;

$t = 0,003 \text{ м}$ - шва ноги;

$l_p = 0,084 \text{ м}$ - довжина зварного шва;

$[\tau_3] = 110 \cdot 10^6 \text{ Па}$ - допустимі навантаження на зріз зварних швів.