**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

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів КрАЗ-6437

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

| | | |
|---|---|---|
| | | Шумило В.О. |
| | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Керівник | | Гкупка А.Б. |
| | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Нормоконтроль | | Сіправська М.Д |
| | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Завідувач кафедри | | Цьонь О.П. |
| | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Рецензент | | Сташків М.Я. |
| | (підпис) | (прізвище та ініціали) |

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

Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«29» січня 2024 р.

# З А В Д А Н Н Я

## НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шумило Віталію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів КрАЗ-6437

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-74

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2024

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля КрАЗ-6437, базовий технологічний процес обслуговування та ремонту системи живлення

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Графіки тягово-швидкісної характеристики та витрата палива – 1 аркуш формату А1. Основні технологічні операції по ремонту паливного насоса високого тиску – 1 аркуш формату А1. Стенд для обкатки ТНВД – 1 аркуш формату А1. Турбокомпресор – 1 аркуш формату А1. Дільниця ремонту паливної апаратури – 1 аркуш формату А1. Вимірювальна схема стенду для спрощених випробувань – 1 аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 29.01.2024р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Загально-технічний розділ | 21.02.2024 | |
| 2 | Технологічний розділ | 21.03.2024 | |
| 3 | Конструкторський розділ | 25.04.2024 | |
| 4 | Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | 23.05.2024 | |
| 5 | Оформлення графічної частини | 18.06.2024 | |
| 6 | Захист дипломної роботи | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____ Шумило В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Гупка А.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

# РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на тему «Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення автомобілів КрАЗ-6437», пояснювальна записка містить 71 сторінок та додатки, графічна частина кваліфікаційної роботи складається з 6 листів формату А1.

В пояснювальній записці приводяться всі необхідні розрахунки, вона містить всі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам.

В загальному розділі наведено огляд автомобіля КрАЗ-6437, визначено потужності ДВЗ та швидкісної характеристики та паливної економічності автомобіля КрАЗ-6437.

В технологічному розділі розглянуто ТО та ремонт КрАЗ-6437, роботи при ПР автомобілів, трудомісткість поточного ремонту автомобіля КрАЗ-6437, визначено середньорічний пробіг автомобіля та річна виробнича програма, кількість постів ПР, ТП ремонту паливної апаратури ДВЗ вантажних автомобілів.

В конструкторському розділі розлянуто методи вибору та види устаткування при виконанні ПР системи живлення, наведено стенд для обкатки паливного насоса і випробування форсунки, розглянутот призначення стенду, проведено його розрахунок клиноремінної передачі, валу з'єднання шківа з валом муфти насоса, підшипників валу та виробнича дільниця ПР паливної апаратури, планувальні рішення розташування обладнання, площа дільниці ПР паливної апаратури.

Наведено заходи з безпеки життєдіяльності, основи охорони праці.

**ЗМІСТ**

ВСТУП 6

**1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ**

1.1 Огляд автомобіля КрАЗ-6437 7

1.2 Визначення потужності ДВЗ та швидкісної характеристики 9

1.3 Визначення паливної економічності автомобіля КрАЗ-6437 12

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

2.1 ТО та ремонт КрАЗ-6437 18

2.2 Роботи при ПР автомобілів 19

2.3 Трудомісткість поточного ремонту автомобіля КрАЗ-6437 20

2.4 Середньорічний пробіг автомобіля та річна виробнича програма 21

2.5 Визначення кількості постів ПР 22

2.6 ТП ремонту паливної апаратури ДВЗ вантажних автомобілів 23

**3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

3.1 Методи вибору та види устаткування при виконанні ПР системи живлення 41

3.2 Стенд для обкатки паливного насоса і випробування форсунки 41

3.2.1 Призначення стенду 42

3.2.2 Розрахунок клиноремінної передачі стенду 44

3.2.3 Розрахунок валу з'єднання шківа з валом муфти насоса 47

3.2.4 Розрахунок підшипників валу 50

3.3 Виробнича дільниця ПР паливної апаратури 51

3.3.1 Планувальні рішення розташування обладнання 53

3.3.2 Площа дільниці ПР паливної апаратури 54

**4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

4.1 Вимоги щодо виконанні операцій технологічного процесу 56

4.2 Режим праці і відпочинку, виробнича естетика, вимоги гігієни і промсанітарії 59

4.3 Розрахунок штучного освітлення 62

Загальні висновки 65

Бібліографія 66

Додатки 68

# ВСТУП

В рамках національної транспортної мережі, автотранспорт займає ключове місце, оскільки забезпечує масові перевезення як вантажів, так і пасажирів, перевищуючи в цьому обсяги інших видів транспорту. Недавно спостерігається збільшення кількості автотранспортних засобів, що спричиняє більшу складність у їхній будові та підвищені вимоги до безпеки дорожнього руху та екологічних стандартів. Це викликало потребу в поліпшенні сервісу та ремонтних робіт, а також у розширенні обов'язків технічної служби. Варто відмітити, що технічна база автотранспорту інколи не встигає за розширенням транспортного парку, проблема, яка може продовжуватися в найближчій перспективі. Це створює виклики для модернізації існуючих засобів з метою більш ефективного використання ресурсів. Для вирішення цих питань застосовуються інноваційні підходи до обслуговування та ремонту, збільшення механізації робочих процесів, використання новітніх діагностичних інструментів, ефективна організація праці та оптимізація робочих просторів. При оновленні процесів поточного ремонту паливної системи дизельних моторів на транспортних підприємствах ключовим є розроблення підходів до технічного сервісу, створення щорічних виробничих планів, впровадження методів технічного обслуговування та поточного ремонту, а також вибір необхідного обладнання. Для зниження витрат на ремонтні роботи в умовах експлуатації автотранспорту необхідно встановити оптимальні умови роботи для агрегатів, визначити оптимальне мащення та максимально можливу довговічність компонентів, а також виконувати діагностику стану обладнання з використанням ефективних методів.

# ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Огляд автомобіля КрАЗ-6437

Розміри кузова становлять ключовий критерій при виборі транспортного засобу, впливаючи на його маневреність у міських умовах та рівень безпеки. Для КрАЗ 6437 характерні такі габарити: довжина спанує від переднього до заднього бампера, ширина визначається на найширшому відрізку, а висота міряється від поверхні землі до верху автомобіля, не включаючи висоту рейлінгів.

Габарити цього автомобіля встановлені як 7690 х 2720 х 3310 мм, при вазі 12100 кг. КрАЗ 6437 обладнаний системою повного приводу.

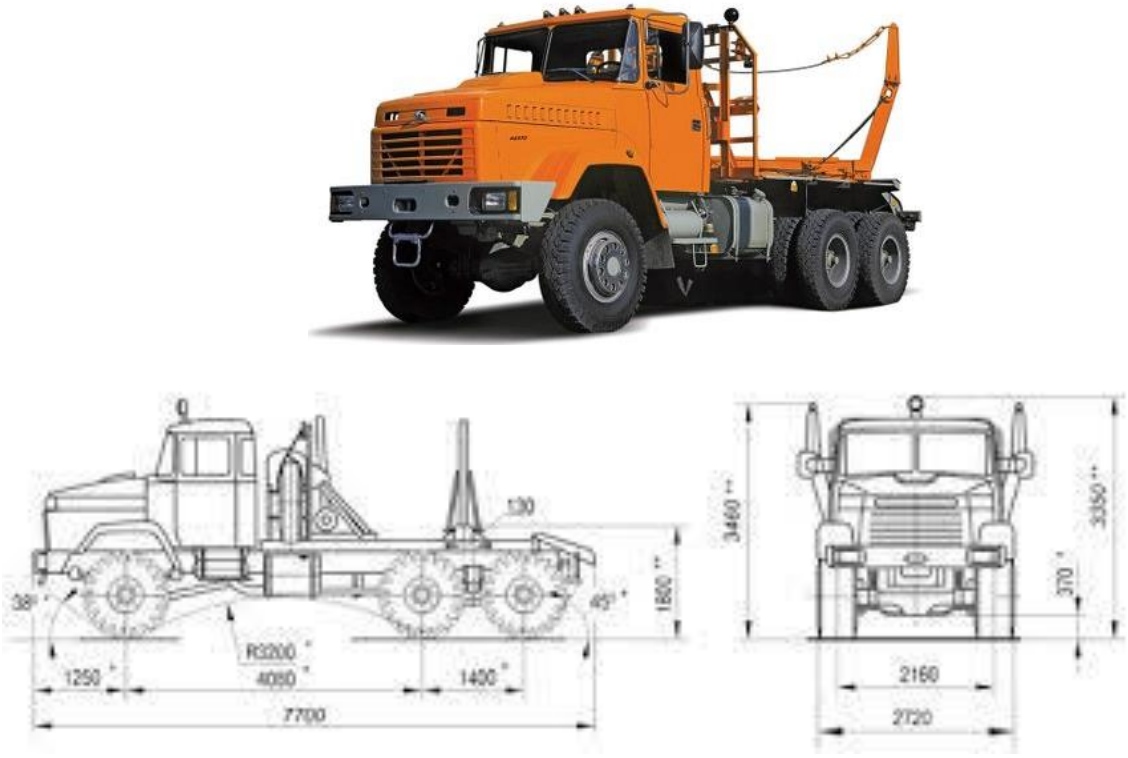



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд та габаритні розміри КрАЗ-6437

Що стосується систем приводу, існують передній, повний і задній приводи. Передній привід керує передніми колесами і є більш безпечним і економічним у порівнянні з іншими типами. Повний привід розподіляє

силу на всі колеса, забезпечуючи кращу прохідність, але це підвищує споживання палива і ціну. Задній привід відправляє енергію на задні колеса.

Дорожній просвіт, важливий для визначення можливості подолання перешкод, для КрАЗ 6437 складає 370 мм, але може зменшуватись з навантаженням.

Також важливий вибір трансмісії: автоматична пропонує комфорт, в той час як механічна гарантує простоту і надійність, хоча й може бути більш витратною опцією. КрАЗ 6437 комплектується механічною коробкою передач.

Нижче представлені основні технічні характеристики цього автомобіля.

| **Модифікації** | **Тип трансмісії** |
|---|---|
| 14.9 л, 320 к.с., дизель, повний привід (4WD) | МКПП 8 |
| 14.9 л, 330 к.с., дизель, повний привід (4WD) | МКПП 8 |
| 14.9 л, 360 к.с., дизель, повний привід (4WD) | МКПП 8 |

| **Модифікації** | **Об'єм двигуна, см³** | **Марка двигуна** |
|---|---|---|
| 14.9 л, 320 к.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 14860 | ЯМЗ-238Ф |
| 14.9 л, 330 к.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 14860 | ЯМЗ-238Д |
| 14.9 л, 360 лк.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 14860 | ЯМЗ-7512 |

| **Модифікація** | **Макс. крутн. момент, Н*м** | **Марка двигуна** |
|---|---|---|
| 14.9 л, 320 к.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 1117 | 238 |
| 14.9 л, 330 к.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 1225 | 238 |
| 14.9 л, 360 к.с., дизель, МКПП, повний привід (4WD) | 1570 | 7512 |

## 1.2 Визначення потужності ДВЗ та швидкісної характеристики

Для забезпечення рівномірного руху повністю завантаженого транспортного засобу важливо мати адекватну потужність двигуна. Ця потужність має бути достатньою, щоб автомобіль міг рухатися з максимальною швидкістю на плоскому асфальтобетонному шосе. Важливим фактором є потужність, яка долає опір коченню, позначається як $Nk$ і вимірюється в кіловатах (кВт), яка визначається за допомогою певної формули.

$$N_k = \frac{G_a \cdot f_v \cdot V_{\max}}{1000}; \tag{1.1}$$

Коефіцієнт опору коченню:

$$f_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2_{\max}}{1500}\right); \tag{1.2}$$

$$f_v = 0{,}02 \cdot \left(1 + \frac{22{,}2^2}{1500}\right) = 0{,}027.$$

$$N_k = \frac{144452 \cdot 0{,}027 \cdot 22{,}2}{1000} = 86{,}58 \text{ кВт}.$$

Потужність опору повітря, $N$В, кВт:

$$N_B = \frac{K_B \cdot F \cdot V^3_{\max}}{1000} = \frac{W \cdot V^3_{\max}}{1000}, \tag{1.3}$$

Площа лобового опору:

- для вантажних автомобілів:

$$F = B_a \cdot H_a \text{ м}^2;$$

$$F = 2{,}50 \cdot 2{,}56 = 6{,}4 \text{ м}^2;$$

$$N_B = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 22{,}2^3}{1000} = 48{,}04 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна при максимальній швидкості руху $NV$, кВт, визначають по формулі

$$N_V = (N_K + N_B)\frac{1}{\eta_{TP}}, \tag{1.4}$$

$$N_V = (86{,}58 + 48{,}04)\frac{1}{0{,}92} = 146{,}33 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії (К.П.Д.) для різних типів автомобілів лежить у діапазоні від 0,8 до 0,92 і обирається з урахуванням конструкції конкретного автомобіля.

Кутова швидкість колінчастого валу $\omega_V$ при максимальній швидкості автомобіля $V_{\max}$ відрізняється від кутової швидкості $\omega_N$ при максимальній швидкості двигуна $Nmax$. Максимальна потужність двигуна, $N$мах, кВт, визначається по емпіричній залежності

$$N_{\max} = \frac{N_V}{a\frac{\omega_V}{\omega_N} + в\left(\frac{\omega_V}{\omega_N}\right)^2 - c\left(\frac{\omega_V}{\omega_N}\right)^3}, \qquad (1.5)$$

При: а = 0,87; в = 1,13; с = 1,0.

$$N_{мах} = \frac{146{,}33}{0{,}87 \cdot 0{,}97 + 1{,}13 \cdot (0{,}97)^2 - (0{,}97)^3} = 147{,}15 \text{ кВт.}$$

$$\omega_V = 0{,}97 \cdot 220 = 213 \text{ рад/с.}$$

Поточні значення потужності двигуна, $Ne$, кВт, при різних визначеннях реальних кутових швидкостей, $\omega$е, визначають:

$$Ne = N_{\max}\left[a\frac{\omega_e}{\omega_N} + в\left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - c\left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3\right], \qquad (1.6)$$

$$N_{e60} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}273 + 1{,}13 \cdot (0{,}273)^2 - (0{,}273)^3\right] = 44{,}35 \text{ кВт;}$$

$$N_{e90} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}409 + 1{,}13 \cdot (0{,}409)^2 - (0{,}409)^3\right] = 70{,}11 \text{ кВт;}$$

$$N_{e125} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}568 + 1{,}13 \cdot (0{,}568)^2 - (0{,}568)^3\right] = 99{,}40 \text{ кВт;}$$

$$N_{eM157} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}714 + 1{,}13 \cdot (0{,}714)^2 - (0{,}714)^3\right] = 122{,}61 \text{ кВт;}$$

$$N_{e180} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}818 + 1{,}13 \cdot (0{,}818)^2 - (0{,}818)^3\right] = 135{,}44 \text{ кВт;}$$

$$N_{e205} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}932 + 1{,}13 \cdot (0{,}932)^2 - (0{,}932)^3\right] = 144{,}62 \text{ кВт;}$$

$$N_{eN220} = 147{,}15 \cdot 1 = 147{,}15 \text{ кВт;}$$

$$N_{eV213} = 147{,}15 \cdot \left[0{,}87 \cdot 0{,}97 + 1{,}13 \cdot (0{,}97)^2 - (0{,}97)^3\right] = 146{,}33 \text{ кВт;}$$

Крутний момент, Ме, Н · м, обчислюється:

$$M_e = 1000\frac{N_e}{\omega_e} \quad , \tag{1.7}$$

$$M_{e60} = 1000 \cdot 44{,}35/60 = 739{,}17 \text{ Нм};$$

$$M_{e90} = 1000 \cdot 70{,}11/90 = 779{,}0 \text{ Нм};$$

$$M_{e125} = 1000 \cdot 99{,}40/125 = 795{,}20 \text{ Нм};$$

$$M_{eM157} = 1000 \cdot 122{,}61/157 = 780{,}96 \text{ Нм};$$

$$M_{e180} = 1000 \cdot 135{,}44/180 = 752{,}44 \text{ Нм};$$

$$M_{e205} = 1000 \cdot 144{,}62/205 = 705{,}46 \text{ Нм};$$

$$M_{eN220} = 1000 \cdot 147{,}15/220 = 668{,}86 \text{ Нм};$$

$$M_{eV213} = 1000 \cdot 146{,}33/213 = 687{,}0 \text{ Нм}.$$

Таблиця 1.1 – Параметри зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автомобіля КрАЗ-6437

| Характерні крапки | $\omega_{e1}$ | $\omega_{e2}$ | $\omega_{e3}$ | $\omega_{e4}$ | $\omega_{e5}$ | $\omega_{e6}$ | $\omega_{e7}$ | $\omega_{e8}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\omega_e/\omega_N$ | 0,273 | 0,409 | 0,568 | 0,714 | 0,818 | 0,923 | 1,0 | 0,97 |
| $\omega_e$ | 60 | 90 | 125 | 157 | 180 | 205 | 220 | 213 |
| *Ne*, кВт | 44,35 | 70,11 | 99,40 | 122,61 | 135,44 | 144,62 | 147,15 | 146,33 |
| *Me*, Н·м | 739,17 | 779,0 | 795,20 | 780,96 | 752,44 | 705,46 | 668,86 | 687,0 |

Аналізуючи отримані результати, можна оцінити такі параметри, як питома потужність, запас крутного моменту та коефіцієнт зниження кутової швидкості обертання колінчастого валу при перевантаженні. Ці показники потім порівнюються з характеристиками еталонного автомобіля, щоб виявити можливі відхилення між розрахунковими даними та даними прототипу.

На підставі аналізованих даних формується графік зовнішньої швидкісної характеристики ДВЗ, який демонструє залежність між швидкістю

автомобіля та його потужністю. Цей графік є інструментом для визначення ефективності роботи двигуна при різних швидкостях.

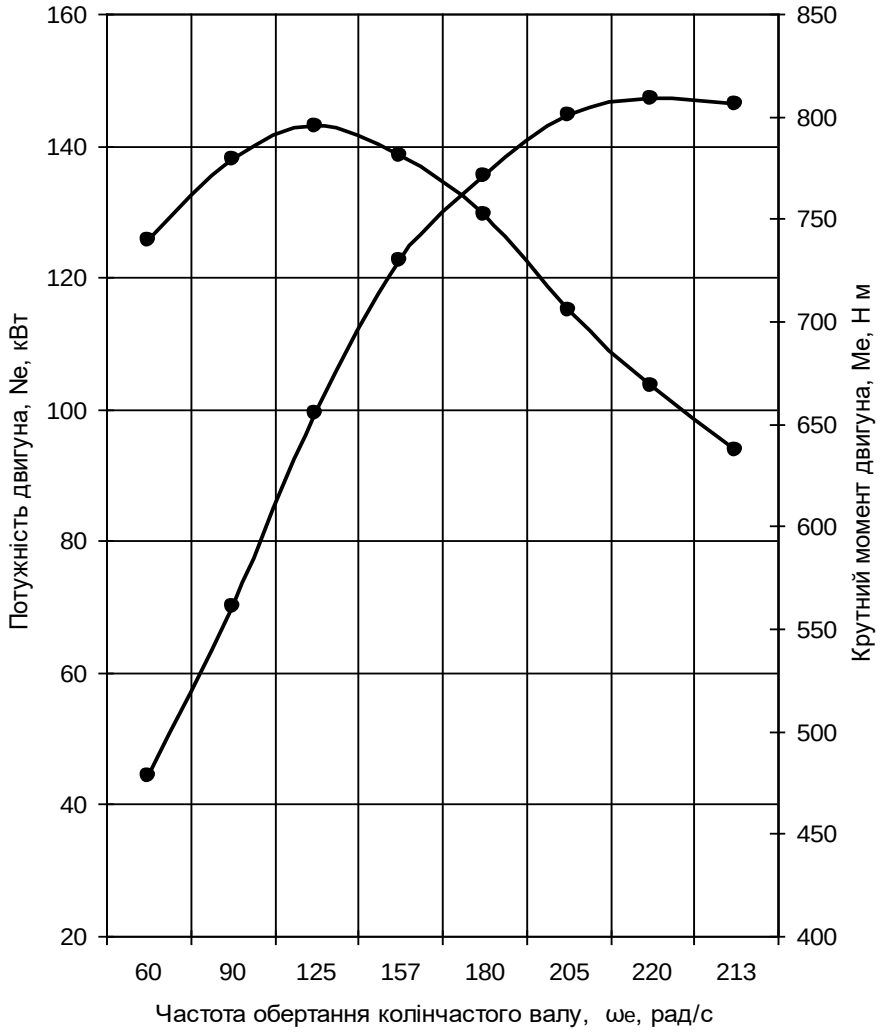



Рисунок 1.2 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна автомобіля КрАЗ – 6437

## 1.3 Визначення паливної економічності автомобіля КрАЗ-6437

Шляхова витрата палива, $q_П$, л/100 км., – це кількість палива в літрах, витраченого на 100 км шляху, пройденого автомобілем:

$$q_П = \frac{g_e}{36 \cdot \upsilon \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \cdot \left(N_Д + N_B + N_И\right), \qquad (1.8)$$

Зазвичай при визначенні витрати палива, $q_П$, приймають, що рух рівномірний на горизонтальній дорозі, тобто $N_И = 0;\ N_Д = N_К$.

Відповідно:

$$q_П = \frac{g_e}{36 \cdot \upsilon \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \cdot \left(N_Д + N_B\right), \tag{1.9}$$

$g_e = f(Ne, \omega_e)$ відсутня. Тоді $g_e$ користується за допомогою наближених методів:

$$g_e = g_{eN} \cdot K_И \cdot K_Ч, \tag{1.10}$$

Коефіцієнт $K_И$ :

$$K_И = A - B \cdot И + C \cdot И^2, \tag{1.11}$$

Для дизельних ДВЗ коефіцієнти: $A = 1{,}7$; $B = 2{,}63$; $C = 1{,}92$.

Коефіцієнт використання потужностей И:

$$И = \frac{N_K + N_B}{N_e \cdot \eta_{TP} \cdot K_P} \tag{1.12}$$

Швидкості руху автомобіля, при яких визначаються $N$К$i$, $N$В$i$, $N$e$i$, розраховуємо:

$$\omega_e = \frac{v_i \cdot i_{кп.в} \cdot i_0}{r_к}, \tag{1.13}$$

$$v_i = \frac{\omega_e \cdot r_к}{i_{кп.в} \cdot i_{р.к} \cdot i_0}, \tag{1.14}$$

$$v_1 = \frac{60 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 6{,}96 \text{ м/с}; \qquad v_2 = \frac{90 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 10{,}43 \text{ м/с};$$

$$v_3 = \frac{125 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 14{,}49 \text{ м/с}; \quad v_4 = \frac{157 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 18{,}20 \text{ м/с};$$

$$v_5 = \frac{180 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 20{,}87 \text{ м/с}; \quad v_6 = \frac{205 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 23{,}77 \text{ м/с};$$

$$v_7 = \frac{220 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 25{,}51 \text{ м/с}; \quad v_8 = \frac{213 \cdot 0{,}554}{0{,}66 \cdot 1 \cdot 7{,}24} = 24{,}69 \text{ м/с}.$$

$$N_k = \frac{G_a \cdot f_v \cdot V_{\max}}{1000};$$

$$N_{k1} = \frac{144452 \cdot 0{,}02 \cdot 6{,}96}{1000} = 20{,}11 \text{ кВт};$$

$$N_{k2} = \frac{144452 \cdot 0{,}02 \cdot 10{,}43}{1000} = 30{,}13 \text{ кВт};$$

$$N_{k3} = \frac{144452 \cdot 0{,}02 \cdot 14{,}49}{1000} = 41{,}86 \text{ кВт};$$

$$N_{k4} = \frac{144452 \cdot 0{,}024 \cdot 18{,}20}{1000} = 63{,}10 \text{ кВт};$$

$$N_{k5} = \frac{144452 \cdot 0{,}026 \cdot 20{,}87}{1000} = 78{,}38 \text{ кВт};$$

$$N_{k6} = \frac{144452 \cdot 0{,}028 \cdot 23{,}77}{1000} = 96{,}14 \text{ кВт};$$

$$N_{k7} = \frac{144452 \cdot 0{,}029 \cdot 25{,}51}{1000} = 106{,}86 \text{ кВт};$$

$$N_{k8} = \frac{144452 \cdot 0{,}028 \cdot 24{,}69}{1000} = 99{,}86 \text{ кВт}.$$

$$N_B = \frac{K_B \cdot F \cdot V^3_{\max}}{1000};$$

$$N_{B1} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 6{,}96^3}{1000} = 1{,}480 \text{ кВт};$$

$$N_{B2} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 10{,}43^3}{1000} = 4{,}981 \text{ кВт};$$

$$N_{B3} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 14{,}49^3}{1000} = 13{,}357 \text{ кВт};$$

$$N_{B4} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 18{,}20^3}{1000} = 26{,}468 \text{ кВт};$$

$$N_{B5} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 20{,}87^3}{1000} = 39{,}909 \text{ кВт};$$

$$N_{B6} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 23{,}77^3}{1000} = 58{,}965 \text{ кВт};$$

$$N_{B7} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 25{,}51^3}{1000} = 72{,}885 \text{ кВт};$$

$$N_{B8} = \frac{0{,}686 \cdot 6{,}4 \cdot 24{,}69^3}{1000} = 66{,}080 \text{ кВт}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання потужності.

$$И_1 = (20{,}11 + 1{,}480) / 44{,}35 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 0{,}557;$$

$$И_2 = (30{,}13 + 4{,}981) / 70{,}11 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 0{,}573;$$

$$И_3 = (41{,}86 + 13{,}357) / 99{,}40 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 0{,}636;$$

$$И_4 = (63{,}10 + 26{,}468) / 122{,}61 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 0{,}836;$$

$$И_5 = (78{,}38 + 39{,}909) / 135{,}44 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 0{,}999;$$

$$И_6 = (96{,}14 + 58{,}965) / 144{,}62 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 1{,}227;$$

$$И_7 = (106{,}86 + 72{,}885) / 147{,}15 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 1{,}398;$$

$$И_8 = (99{,}86 + 66{,}080) / 146{,}33 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 = 1{,}297.$$

$$К_{И1} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 0{,}557 + 1{,}92 \cdot 0{,}557^2 = 0{,}831;$$

$$К_{И2} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 0{,}573 + 1{,}92 \cdot 0{,}573^2 = 0{,}823;$$

$$К_{И3} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 0{,}636 + 1{,}92 \cdot 0{,}636^2 = 0{,}804;$$

$$К_{И4} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 0{,}836 + 1{,}92 \cdot 0{,}836^2 = 0{,}843;$$

$$К_{И5} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 0{,}999 + 1{,}92 \cdot 0{,}999^2 = 0{,}989;$$

$$К_{И6} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 1{,}227 + 1{,}92 \cdot 1{,}227^2 = 1{,}364;$$

$$К_{И7} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 1{,}398 + 1{,}92 \cdot 1{,}398^2 = 1{,}776;$$

$$К_{И8} = 1{,}7 - 2{,}63 \cdot 1{,}297 + 1{,}92 \cdot 1{,}297^2 = 1{,}519.$$

Коефіцієнт $K_Ч$:

$$K_Ч = A - B\frac{n}{n_N} + C\left(\frac{n}{n_N}\right)^2, \qquad (1.15)$$

Беремо А = 1,23; В = 0,792; С = 0,56.

$$K_{Ч1} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}273 + 0{,}56 \cdot 0{,}273^2 = 1{,}056;$$

$$K_{Ч2} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}409 + 0{,}56 \cdot 0{,}409^2 = 0{,}999;$$

$$K_{Ч3} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}568 + 0{,}56 \cdot 0{,}568^2 = 0{,}961;$$

$$K_{Ч4} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}714 + 0{,}56 \cdot 0{,}714^2 = 0{,}950;$$

$$K_{Ч5} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}818 + 0{,}56 \cdot 0{,}818^2 = 0{,}957;$$

$$K_{Ч6} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}932 + 0{,}56 \cdot 0{,}932^2 = 0{,}978;$$

$$K_{Ч7} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 1 + 0{,}56 \cdot 1^2 = 0{,}998;$$

$$K_{Ч8} = 1{,}23 - 0{,}792 \cdot 0{,}97 + 0{,}56 \cdot 0{,}97^2 = 0{,}989.$$

З врахуванням коефіцієнта питомої витрати палива:

$$g_{e1} = 167 \cdot 0{,}831 \cdot 1{,}056 = 146{,}55 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e2} = 167 \cdot 0{,}823 \cdot 0{,}999 = 137{,}30 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e3} = 167 \cdot 0{,}804 \cdot 0{,}961 = 129{,}03 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e4} = 167 \cdot 0{,}843 \cdot 0{,}950 = 133{,}74 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e5} = 167 \cdot 0{,}989 \cdot 0{,}957 = 158{,}06 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e6} = 167 \cdot 1{,}364 \cdot 0{,}978 = 222{,}78 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e7} = 167 \cdot 1{,}776 \cdot 0{,}998 = 295{,}99 г/кВт \cdot ч;$$

$$g_{e8} = 167 \cdot 1{,}519 \cdot 0{,}989 = 250{,}88 г/кВт \cdot ч.$$

Витрата палива в залежності від швидкості:

$$q_{П1} = \frac{146{,}55}{36 \cdot 6{,}96 \cdot 0{,}82 \cdot 0{,}92} \cdot (20{,}11 + 1{,}480) = 16{,}74 \text{ л/100 км};$$

$$q_{П2} = \frac{137{,}30}{36 \cdot 10{,}43 \cdot 0{,}82 \cdot 0{,}92} \cdot (30{,}13 + 4{,}981) = 17{,}02 \text{ л/100 км};$$

$$q_{П3} = \frac{129,03}{36 \cdot 14,49 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (41,86 + 13,357) = 18,10 \ \ л/100 \text{ км};$$

$$q_{П4} = \frac{133,74}{36 \cdot 18,20 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (63,10 + 26,468) = 24,23 \ \ л/100 \text{ км};$$

$$q_{П5} = \frac{158,06}{36 \cdot 20,87 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (78,38 + 39,909) = 32,99 \ \ л/100 \text{ км};$$

$$q_{П6} = \frac{222,78}{36 \cdot 23,77 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (96,14 + 58,965) = 53,53 \ л/100 \text{ км};$$

$$q_{П7} = \frac{295,99}{36 \cdot 25,51 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (106,86 + 72,885) = 76,79 \ л/100 \text{ км};$$

$$q_{П8} = \frac{250,88}{36 \cdot 24,69 \cdot 0,82 \cdot 0,92} \cdot (99,86 + 66,080) = 92,09 \ \ л/100 \text{ км}.$$

Таблиця 1.2 – Розрахункові дані автомобіля КрАЗ-6437

| $\omega_e$, рад/с | 60 | 90 | 125 | 157 | 180 | 205 | 220 | 213 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *v, м/с* | 6,96 | 10,43 | 14,49 | 18,20 | 20,87 | 23,77 | 25,51 | 24,69 |
| *f* | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,024 | 0,026 | 0,028 | 0,029 | 0,028 |
| $N_K$, кВт | 20,11 | 30,13 | 41,86 | 63,10 | 78,38 | 96,14 | 106,86 | 99,86 |
| $N_B$, кВт | 1,480 | 4,981 | 13,357 | 26,468 | 39,909 | 58,965 | 72,885 | 66,080 |
| *Ne*, кВт | 44,35 | 70,11 | 99,40 | 122,61 | 135,44 | 144,62 | 147,15 | 146,33 |
| *И* | 0,557 | 0,573 | 0,636 | 0,836 | 0,999 | 1,227 | 1,398 | 1,297 |
| $K_И$ | 0,831 | 0,823 | 0,804 | 0,843 | 0,989 | 1,364 | 1,776 | 1,519 |
| $K_Ч$ | 1,056 | 0,999 | 0,961 | 0,950 | 0,957 | 0,978 | 0,998 | 0,989 |
| $g_e$, г/кВтч | 146,55 | 137,30 | 129,03 | 133,74 | 158,06 | 222,78 | 295,99 | 250,88 |
| $q_П$, л/100км | 16,74 | 17,02 | 18,10 | 24,23 | 32,99 | 53,53 | 76,79 | 92,09 |

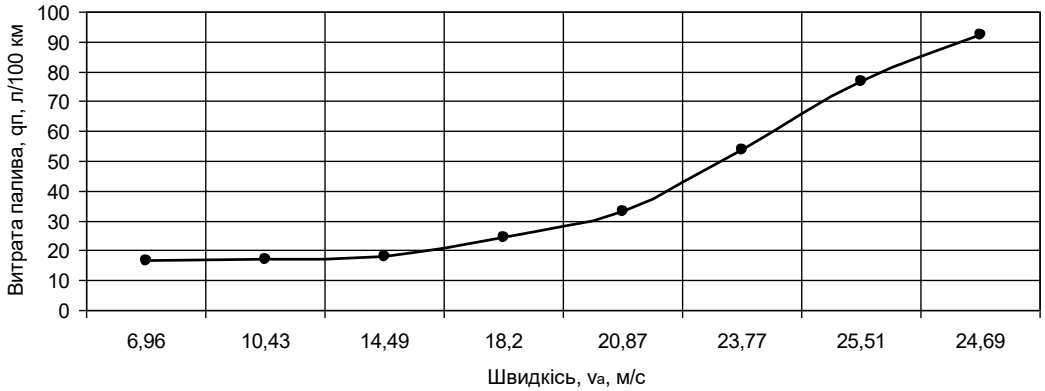



Рисунок 1.3 – Характеристика ДВЗ КрАЗ-6437

# 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 2.1 ТО та ремонт КрАЗ-6437

Застосовуване положення створює планово-профілактичний підхід до обслуговування та ремонту автомобільного транспорту. Цей підхід включає в себе регулярні профілактичні заходи після певного кілометражу, а також ремонтні роботи при виявленні дефектів у процесі використання. Мета таких заходів - забезпечити надійну роботу транспорту з мінімізацією витрат та часу простою.

Нове положення спрямоване на вдосконалення системи обслуговування та ремонту шляхом кращої організації робіт, удосконалення обліку робочих умов і застосування сучасних діагностичних методів.

Технічне обслуговування орієнтоване на підтримання робочого стану автомобілів, мінімізацію зносу деталей і запобігання поломкам. Воно включає систематичні профілактичні перевірки та обслуговування після досягнення автомобілем визначеного пробігу або часу використання.

Ремонтний процес поділяється на поточний і капітальний ремонти. Поточний ремонт виконується на автопідприємствах або у централізованих майстернях і включає ліквідацію незначних несправностей, що дозволяє автомобілю досягти наступного капітального ремонту з мінімальним простоєм. Капітальний ремонт виконується на спеціалізованих підприємствах і спрямований на відновлення автомобіля до стану, максимально наближеного до нового.

Застосування агрегатного методу під час поточного ремонту дозволяє зменшити час простою транспорту, оскільки включає заміну вийшли з ладу агрегатів на вже відремонтовані, що утримуються у резервному фонді. Цей фонд формується з нових та відремонтованих агрегатів, в тому числі із знятих з експлуатації ТЗ.

Окрім того, загальний обсяг робіт з поточного ремонту має бути обмежений 15,20% від загальної кількості роботи, потрібної для технічного обслуговування, щоб забезпечити ефективність та економію часу та ресурсів.

## 2.2 Роботи при ПР автомобілів

Ремонт автомобілів охоплює виявлення та ліквідацію пошкоджень та несправностей, що виникають в процесі їх використання, а також виконання різноманітних контрольних та діагностичних процедур. До ремонту можуть входити як часткове, так і повне демонтажування компонентів і агрегатів для їх заміни чи ремонту.

Обсяг робіт, що входять до поточного ремонту, визначається заздалегідь встановленими нормами і може включати широкий спектр процедур, таких як діагностика, розбірка, складання, налаштування, механічна обробка, зварювання, обробка поверхонь, ремонт електроустаткування, ремонт шин, фарбування та багато інших видів робіт.

Ремонт здійснюється на спеціалізованих робочих місцях, в цехах, на ділянках чи в майстернях, і зазвичай відбувається на підприємствах автотранспорту або станціях технічного обслуговування. Витрати на поточний ремонт складають близько половини від загальних витрат на виробництво, обслуговування та ремонт автомобіля протягом його життєвого циклу.

Ефективність і вартість поточного ремонту значно залежать від технічного оснащення підприємств, наявності необхідного інструментарію та обладнання. Роботи зазвичай плануються на періоди між основними змінами, щоб забезпечити максимальну використовуваність автомобілів.

Перед початком поточного ремонту необхідно провести миття, очищення та огляд компонентів та вузлів. Розбирання виконується до необхідного рівня, що дозволяє виявити та усунути дефекти, але не до повного демонтажу. Компоненти знімаються з автомобіля тільки за потреби, і використовуються

спеціалізовані інструменти та обладнання для їх ремонту. Перед перевіркою стану деталей, вони мають бути добре вимиті згідно з технічними стандартами.

### 2.3 Трудомісткість поточного ремонту автомобіля КрАЗ-6437

Для розрахунку обсягу поточного ремонту при середньодобовому пробігу автомобіля $Lc.c = 200$ км і пробігу автомобіля КрАЗ $- 6437$ в 280 т.км під час експлуатації Асп $= 200$ автомобілів, ми вносимо корективи до нормативів відповідно до реальних умов експлуатації.

Під час експлуатації рухомого складу з пробігом 280 тис. км, з третьою категорією умов експлуатації автомобілів, за помірних природно-кліматичних умов, ми також внесемо корективи до нормативів з урахуванням конкретних умов експлуатації, при умові, що кількість днів роботи в році Дроб $= 305$.

Корекція здійснюється шляхом зміни кількісного значення нормативів за допомогою множення на результативний коефіцієнт. Результативний коефіцієнт корекції нормативів обчислюється шляхом множення окремих коефіцієнтів.

Питома трудомісткість ПР, tТР, люд.-год, визначаємо з виразу

$$t_{TP} = t_н \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.1)$$

Приймаємо категорію умов експлуатації для експлуатації КрАЗ-6437 – III.

Приймаємо: К1 $= 1{,}2$, К2 $= 1$, К3 $= 1$.

Відношення пробігу до нормативу пробігу до капітального ремонту автомобіля КрАЗ-6437.

$$\frac{280000}{300000} = 0{,}93.$$

Приймаємо К4 $= 1{,}2$, К5 $= 1{,}05$.

$$t_{TP} = 8{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}05 = 13 \, люд.год.$$

## 2.4 Середньорічний пробіг автомобіля та річна виробнича програма

Так, при плануванні та розрахунку загального обсягу робіт з поточного ремонту (ПР), важливо враховувати розподіл трудомісткості між роботами, що виконуються безпосередньо на робочих місцях біля автомобіля, та тими, які проводяться у цехах.

Роботи на робочих місцях (біля автомобіля): Ці роботи зазвичай включають діагностику, невеликі ремонтні роботи, такі як заміна фільтрів, масел, малих вузлів та інші оперативні процедури. Ці роботи менш трудомісткі та не вимагають великих демонтажів.

Роботи у цехах: Тут виконуються більш складні та часомісткі процедури, включаючи демонтаж, ремонт та збірку великих вузлів і агрегатів, що вимагають спеціального обладнання. Такі роботи включають ремонт двигуна, трансмісії, ремонт підвіски та інше.

Загальний обсяг робіт з поточного ремонту (ПР) потрібно розподілити між цими двома категоріями робіт відповідно до їх трудомісткості та частоти виконання. Це може бути зроблено на основі історичних даних, стандартів роботи або рекомендацій виробника. Цей розподіл допомагає планувати ресурси, час і матеріали для ефективного виконання ремонтних робіт.

Середньорічний пробіг($L2$, км) визначається:

$$L_2 = L_{c.c} \cdot Д_{роб}, \tag{2.2}$$

$$L_2 = 200 \cdot 305 = 61000\,км.$$

Річна виробнича програма в трудових показниках, $T_{TP}{}^{p}$, визначається:

$$T_{TP}{}^{p} = \frac{L_2 \cdot A_{сп} \cdot t_{TP}}{1000}, \tag{2.3}$$

$$T_{TP}{}^{г} = \frac{61000 \cdot 180 \cdot 13}{1000} = 158600\,люд.год.$$

## 2.5 Визначення кількості постів ПР

Коли розраховується кількість постів у зоні поточного ремонту (ПР) для вашого автопарку, важливо взяти до уваги обсяг робіт, які повинні виконуватися протягом року, а також врахувати трудомісткість конкретних операцій, які здійснюються на кожному з цих постів.

Зазвичай, обсяг робіт розподіляється між різними постами в залежності від специфіки ремонтних завдань та обладнання, яке є в наявності. Наприклад, пости для регулювальних робіт можуть обробляти більшу кількість автомобілів у порівнянні з постами, де здійснюється складний ремонт рами або кузова.

Пости зони розраховуємо з урахуванням річної трудомісткості постових робіт ПР автомобілів:

$$X_п^{ПР} = \frac{C_{ПР} \cdot T_{ПР}{}^{р} \cdot K_{н.п}}{Д_{роб} \cdot n_c \cdot t_c \cdot P_{ПР} \cdot \varphi_п \cdot q}, \quad (2.4)$$

Приймаємо: СПР = 0,4, Кн.п = 1,2, пс = 2, $t$с = 8, РПР = 1 ÷ 3, $\varphi$пТР = 0,8 ÷ 0,9, $q$ = 1.

Приймаємо кількість робочих в змінах рівне.

$$X_п^{ПР} = \frac{0,4 \cdot 158600 \cdot 1,2}{305 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 1} = 5,7 \, поста.$$

Окремо враховується ефективність кожного поста, яка може змінюватися в залежності від рівня кваліфікації персоналу, технічного оснащення та інших факторів. На основі цих даних можна оцінити, чи достатня кількість постів (у вашому випадку 6 постів) для задоволення потреб у ремонті та обслуговуванні всього автопарку протягом року.

Якщо ви маєте додаткові дані про річний обсяг робіт або про трудомісткість робіт, які виконуються на кожному з постів, можна розрахувати або з наданням подальших рекомендацій, покращити розрахунок.

## 2.6 ТП ремонту паливної апаратури ДВЗ вантажних автомобілів

Опис системи живлення дизельного двигуна, яка є, охоплює всі основні компоненти та їх функції, які забезпечують ефективну подачу та очищення палива до циліндрів двигуна в потрібний момент робочого циклу. Включення таких елементів як паливні баки, фільтри, насоси, паливопроводи та форсунки є критично важливими для правильної роботи двигуна.

Кожен компонент відіграє свою роль:

- Паливні баки забезпечують запас палива на автомобілі.
- Розподільні крани дозволяють перемикати подачу палива між різними баками.
- Паливопідкачувальний насос переміщує паливо з баків до системи.
- Паливний насос високого тиску з регулятором частоти обертання та автоматичною муфтою точно дозує і подає паливо в циліндри.
- Форсунки відповідають за вприскування палива в камери згоряння.
- Фільтри очищують паливо від забруднень.

Додаткові елементи, такі як обігрівачі палива, демпфери для згладжування імпульсів тиску, а також паливопроводи, гарантують, що система працюватиме ефективно в різних умовах та забезпечують довговічність і надійність двигуна.

Зміни, внесені для конкретних моделей, таких як ЯМЗ-238Л для КрАЗ-6437, зокрема насоси з електроприводом та додаткові паливні баки, допомагають адаптувати систему до специфічних потреб автомобіля та умов експлуатації.

Система управління подачею палива дозволяє водієві контролювати подачу палива та зупиняти двигун за потреби, забезпечуючи додатковий рівень контролю над роботою двигуна.

Для двигуна ЯМЗ-238Л (автомобіль КРАЗ-6437) система живлення додатково включає насос з електроприводом, розташований на основному паливному баку, додатковий паливний бак для запуску двигуна та насос низького тиску.

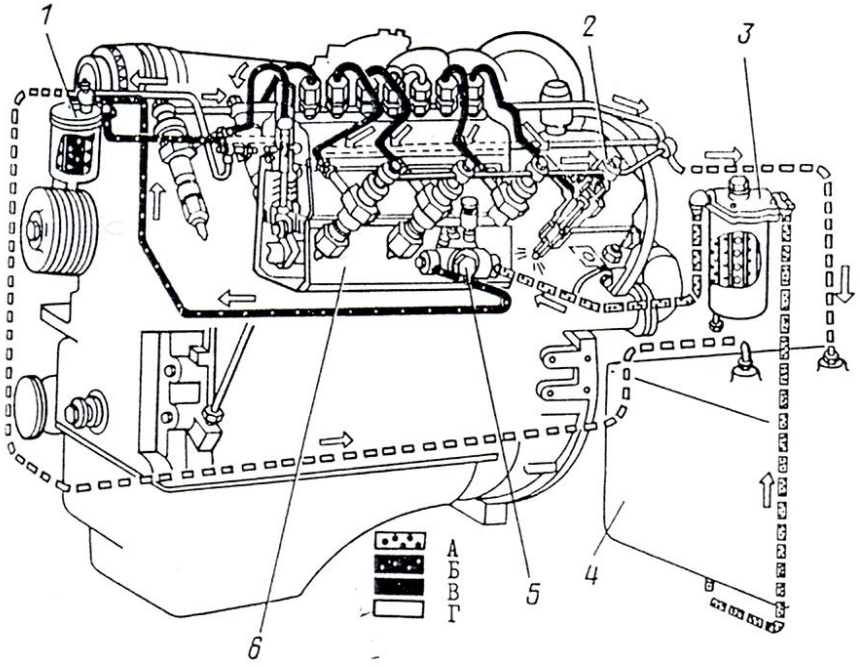



Рисунок 2.1 – Схема системи живлення:

1 – фільтр тонкого очищення палива; 2 – форсунка; 3 – фільтр грубого очищення палива; 4 – паливний бак; 5 – паливопідкачуючий насос; 6 – паливний насос високого тиску;

А – всмоктуюча магістраль; Б – низький тиск; В – високий тиск; Г – злив надлишків палива в бак.

На паливопідкачувальному насосі двигуна відсутній насос для ручного прокачування. Для згладжування імпульсів тиску встановлений демпфер на лінії нагнітання, що дозволяє відведення палива, що просочилося, в бак.

На автомобілях КрАЗ-6437 паливо, що відфільтровано у фільтрі тонкого очищення та зливається у паливний бак, проходить в обігрівач, який встановлений на випускній трубі системи відведення відпрацьованих газів.

На автомобілі встановлені два паливні резервуари (рис. 2.2), кожен ємністю 165 л. Баки виготовлені з листової сталі товщиною 1,4 мм і прикріплені до рами автомобіля за допомогою кронштейнів і хомутів. У середині бака розташований паливозабірник.

Основною конструктивною особливістю паливозабірників є їх здатність до підігріву засмоктуваного палива за рахунок надлишків палива, яке повертається з ПНВТ та фільтру тонкого очищення.

Насос паливного бака (встановлюється на автомобілях з двигуном ЯМЗ-238Л) зроблений конструктивно разом з електродвигуном і служить для підтримки потоку палива.

Розподільний кран має тип пробкового, що дозволяє перемикати, забирати та зливати паливо з лівого або правого бака. У корпусі крана розташовані два канали: верхній - для всмоктування палива і нижній - для зливу палива. Залежно від положення пробки, канали з'єднують паливні трубопроводи з паливозабірниками лівого або правого баків. Зміну положення пробки виконує ручка, яка може перебувати в позиціях, позначених літерами «Л», «П», «З», вивітреними на корпусі крана. "Л" - лівий бак увімкнено, "П" - правий бак увімкнено, "З" - кран закритий.

Рівень палива в баках контролюється електричним індикатором, встановленим на панелі приладів в кабіні.

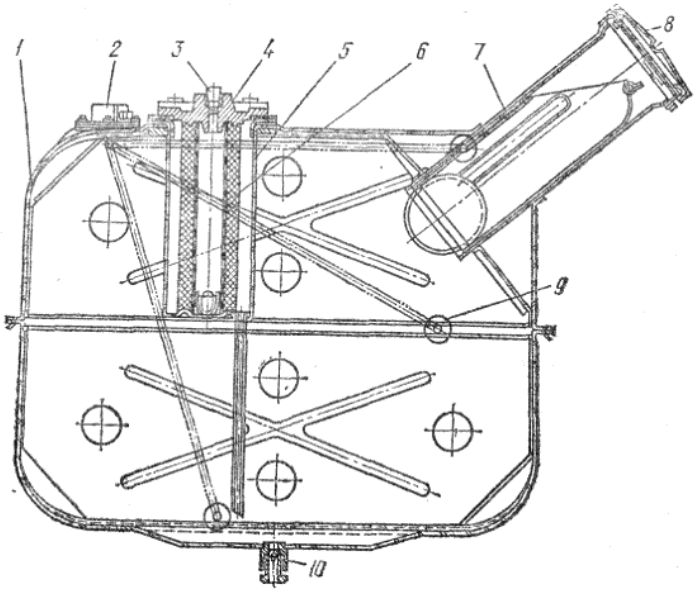



Рисунок 2.2 – Бак паливний

1 – стінка бака; 2 – датчик покажчика рівня палива; 3, 8, 10 – пробки; 4 – кришка; 5 – корпус фільтру грубого очищення палива; 6 – фільтруючий елемент; 7 – заливна горловина; 9 – поплавець датчика покажчика рівня палива.

Паливопроводи призначені для подачі палива до форсунок і відведення зайвого палива назад до паливних баків. Вони виготовлені з оцинкованих сталевих трубок з внутрішнім діаметром 8 мм і 5 мм. Паливопроводи високого тиску зроблені зі спеціальних сталевих трубок з внутрішнім діаметром 2 мм.

Фільтр грубого очищення палива (див. рисунок 2.3) служить для передочищення палива перед подачею його у систему. Він розташований у підкапотному просторі на передньому щиті кабіни з правого боку. Складається зі сталевого штампованого корпусу, кришки та фільтруючого елемента. Для зливу відстійного палива у нижній частині корпусу є спеціальний отвір, закритий зливною пробкою.

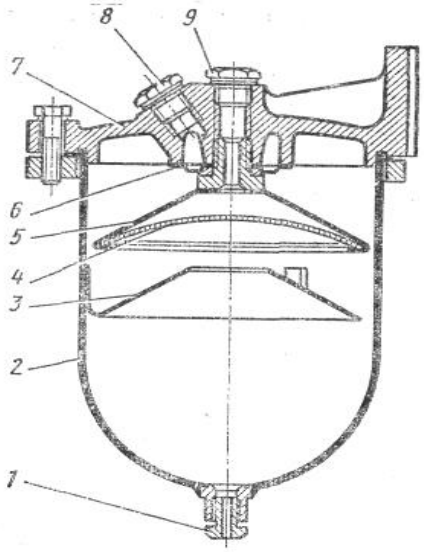



Рисунок 2.3 – Фільтр грубого очищення палива

1 - зливна пробка; 2 – стакан; 3 – заспокоювач; 4 – фільтруюча сітка; 5 – відбивач; 6 – розподільник; 7 – корпус; 8 – підвідний штуцер; 9 – відвідний штуцер

Фільтр тонкого очищення палива (рис. 2.4) призначений для додаткового видалення дрібних частинок розміром менше 4,5 мікрон, які не були уловлені попереднім фільтром. Він розміщений між паливопідкачуючим насосом і насосом високого тиску, закріплений до верхньої кришки блоку циліндрів за допомогою двох болтів. Фільтруючий елемент є змінним і складається зі сталевого зварного каркаса з великою кількістю отворів.

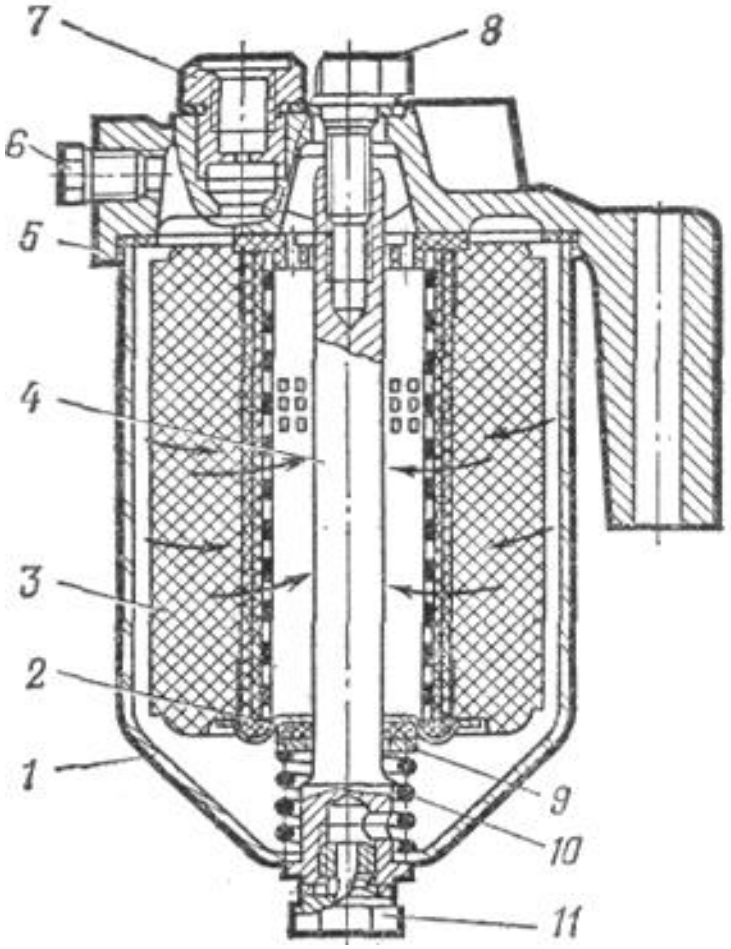
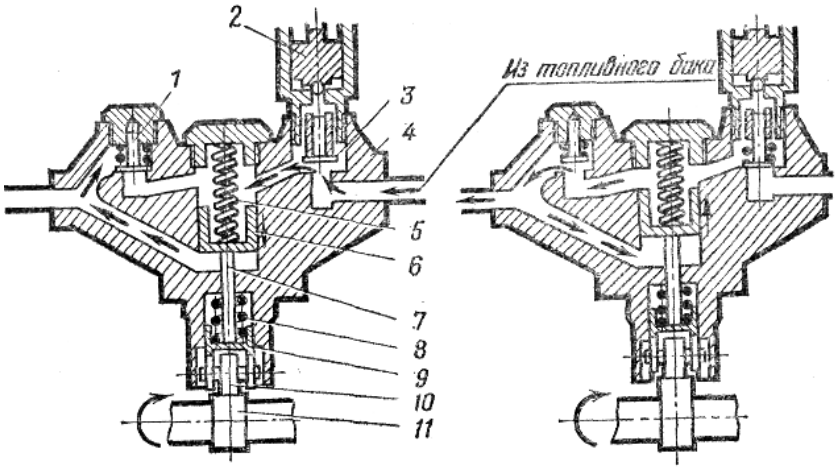



Рисунок 2.4 – Фільтр тонкого очищення палива:

1 – корпус; 2 – прокладка; 3 – фільтруючий елемент; 4 – стрижень; 5 – кришка; 6 – пробка; 7 – жиклер; 8 – болт; 9 – шайба; 10 – пружина; 11 – пробка

Паливопідкачуючий насос, зображений на схемі на ри. 2.5, призначений для перекачування палива з бака до впускної порожнини насоса високого тиску. Цей насос, що має поршневий тип, встановлений на лівій стінці насоса високого тиску і приводиться в рух за допомогою ексцентрика кулачкового вала.

Підклапанний простір всмоктуючого клапана з'єднаний отвором з паливопідкачуючим трубопроводом, а надклапанний простір - каналом з поршневою порожниною насоса. Підклапанний простір нагнітального клапана сполучений каналом з поршневою порожниною, а надклапанний - через нагнітальний канал з паливопроводом, що подає паливо до фільтру тонкого очищення.




всмоктування нагнітання

Рисунок 2.5 – Паливопідкачуючий насос:

1 – нагнітальний клапан; 2 – поршень насоса ручної підкачки палива; 3 – всмоктуючий клапан; 4 – корпус насоса; 5 – пружина; 6 – поршень; 7 - шток; 8 - пружина штовхача; 9 – штовхач; 10 – ролик; 11 – ексцентрик кулачкового валу паливного насоса високого тиску.

Паливний насос високого тиску призначений для точної подачі в циліндри двигуна через форсунки відміряних доз палива. Він знаходиться в розвалі двигуна між рядами циліндрів і приводиться в рух за допомогою шестерневого механізму. Насос складається з секцій, розташованих в одному корпусі. Кількість секцій відповідає кількості циліндрів двигуна, зазвичай восьми.

Форсунка призначена для вприскування дози дрібнодисперсного палива в камеру згоряння двигуна (див. рис. 2.7). Це форсунка закритого типу з чотирма дірчастими розпилювачами та гідравлічно-керованою голкою. Діаметр соплових отворів розпилювача становить 0,34 мм, а хід голки розпилювача - від 0,22 до 0,29 мм.

Привід управління подачею палива (див. рисунок 2.8) призначений для керування подачею палива безпосередньо з місця водія в кабіні автомобіля. Цей комбінований привід є дистанційного типу і дозволяє використовувати як ножне керування за допомогою педалі 6, так і ручне керування подачею палива рукояткою.

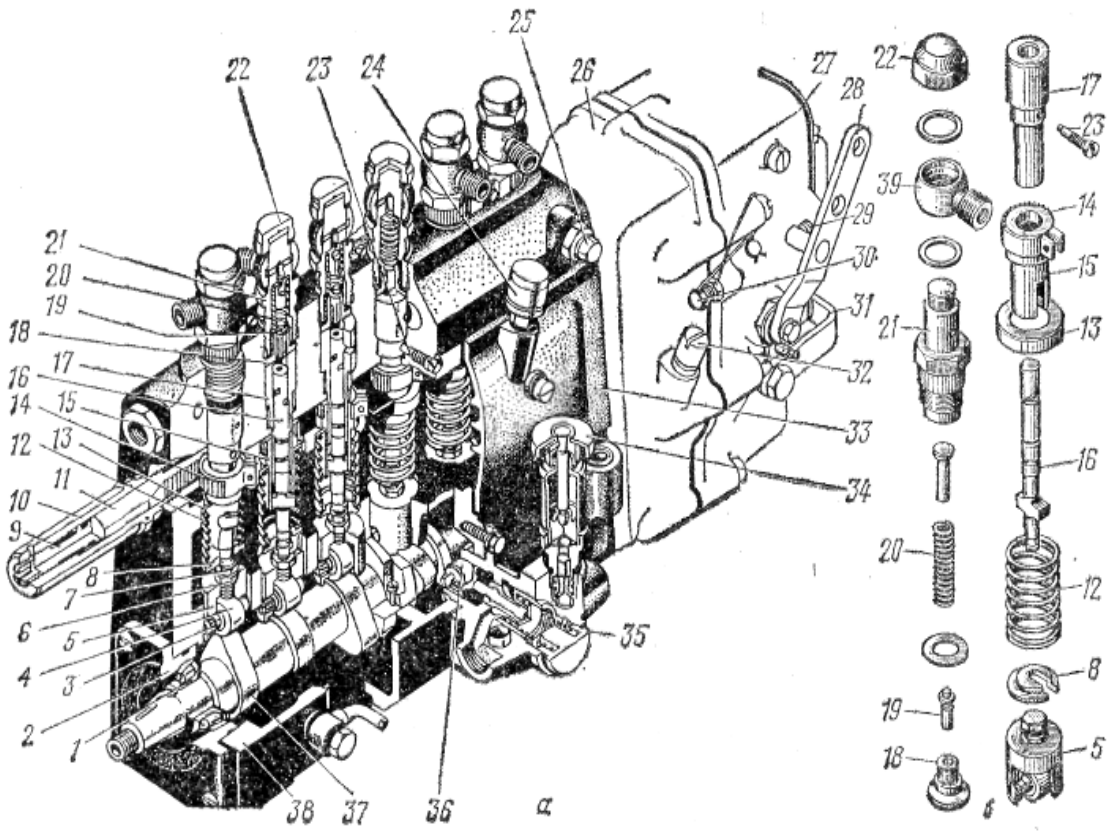


Рисунок 2.6 – Паливний насос високого тиску: а – загальний пристрій; б – деталі насосної секції і штовхач;

1 – роликовий підшипник; 2 – кришка підшипника; 3 – вісь ролика; 4 – ролик штовхача; 5 – штовхач; 6 – контргайка; 7 – регулювальний гвинт; 8 – нижня тарілка; 9 – гвинт-обмежувач потужності; 10 – втулка обмежувача; 11 – рейка; 12 – віджимна пружина; 13 – верхня тарілка; 14 – зубчатий вінець; 15 – поворотна втулка; 16 – плунжер; 17 – гільза плунжера; 18 – сідло нагнітального клапана; 19 – нагнітальний клапан; 20 – пружина нагнітального клапана; 21 – штуцер; 22 – ковпачкова гайка; 23 – настановний гвинт гільзи плунжера; 24 – сапун; 25 – пробка; 26 – корпус регулятора; 27 – кришка корпусу; 28 – важіль управління подачею палива; 29 – болт обмеження мінімальної частоти обертання колінчастого валу; 30 – болт обмеження максимальної частоти обертання колінчастого валу; 31 – скоба виключення подачі палива; 32 – стрижень-покажчик рівня масла в регуляторі; 33 – бічна кришка; 34 – ручний насос; 35 – паливопідкачуючий насос; 36 – ролик штовхача паливопідкачуючого насоса; 37 – кулачковий вал; 36 – корпус насоса; 39 – ніпель.

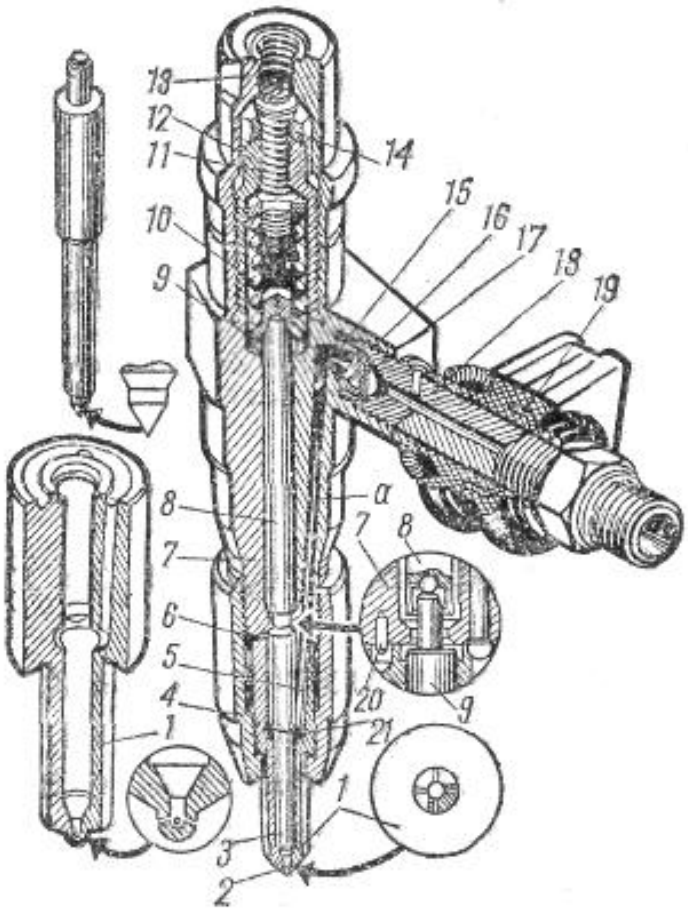



Рисунок 2.7 – Форсунка ДВЗ ЯМЗ-236-238

1 – розпилювач; 2 – сопловий отвір; 3 – голка розпилювача; 4 – гайка корпусу розпилювача; 5 – похилий канал; 6 – кільцева канавка; 7 – корпус; 8 – штанга; 9 – тарілка пружини; 10 – пружина; 11 – регулювальний гвинт; 12 – гайка пружини; 13 – ковпак; 14 – контргайка; 5 – втулка; 16 – обойма; 17 – сітчастий фільтр; 18 – штуцер; 19 – ущільнення штуцера; 20 – штифт; 21 – паливна камера; а – канал в корпусі форсунки

Рукоятка ручного керування також забезпечує зупинку двигуна. Зв'язок між рукояткою 3 та педаллю 6 здійснюється через тягу 2 і важіль 9. Ця система виконана таким чином, що при налаштуванні частоти обертання колінчастого валу двигуна за допомогою ручного керування подальші зміни можливі тільки у напрямку збільшення за допомогою педалі.

Таблиця 2.1 містить інформацію про можливі несправності системи живлення двигуна паливом, які можуть виникнути під час експлуатації.

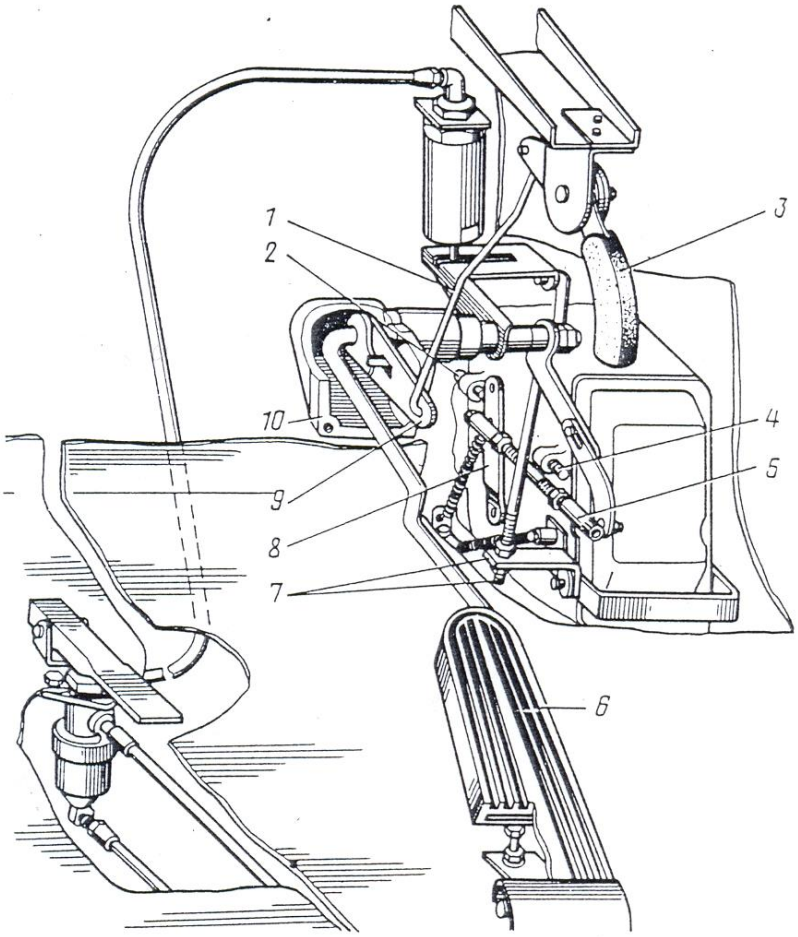



Рисунок 2.8 – Привід управління подачею палива

1 – болт обмеження максимальної частоти обертання; 2 – тяга ручного управління подачею палива; 3 – рукоятка ручного управління подачею і зупинки двигуна; 4 – болт обмеження мінімальної частоти обертання; 5 – тяга; 6 – педаль подачі палива; 7 – тяга; 8 – важіль управління регулятором; 9 – важіль зупинки двигуна; 10 – кронштейн

Таблиця 2.1 – Перелік можливих несправностей системи живлення двигуна

| Найменування несправностей, зовнішній прояв і додаткові ознаки | Вірогідна причина | Спосіб усунення |
|---|---|---|
| Двигун не запускається | Засмічення паливопроводів або заборника в паливному баку | Промити забірник, промити і продути паливопроводи. |
| | Замерзання води в паливопроводах або на сітці забірника паливного бака | Обережно прогріти паливні трубки, фільтри і бак |

| | | |
|---|---|---|
| | Загусання палива в трубопроводах. | Замінити паливо іншим, відповідним сезону, і прокачати систему. |
| | Засмічення елементів паливних фільтрів, що фільтрують. | Замінити елементи, що фільтрують. |
| | Неправильний кут випередження уприскування палива. | Відрегулювати кут випередження уприскуванн |
| | Наявність повітря в паливній системі. | Прокачати систему, усунут негерметичність. |
| | Не працює паливопідкачуючий насос. | Розібрати насос і усунути несправність або замінити насос новим. |
| | Заїдання рейки паливного насоса високого тиску. | Усунути дефект, що викликає заїдання рейки. |
| | Затруджене переміщення рейки паливного насоса із-за загусання мастила. | Обережно прогріти паливний насос. |
| Двигун не розвиває потужність, димить. | Важіль управління регулятором не доходить до болта максимальної частоти обертання. | Перевірити і відрегулювати систему важелів і тяги управління подачею палива |
| | Наявність повітря в паливній системі. | Прокачати систему живлення паливом і усунут негерметичність |
| | Неправильний кут випередження уприскування палива. | Відрегулювати кут випередження уприскуванн |
| | Порушення регулювання або засмічення форсунки | Відрегулювати форсунки і, якщо необхідно, промити і прочистити їх. |
| | Несправність клапанів паливопідкачуючого насоса. | Промити гнізда і клапани насоса. |
| | Порушення регулювання циклових подач паливного насоса високого тиску. | Відрегулювати циклові подачі паливного насоса. |
| | Поломка пружин штовхачів паливного насоса високого тиску. | Замінити пружину і відрегулювати насос на стенді. |

| | | |
|---|---|---|
| | Поломка пружини або негерметичність нагнітального клапана паливного насоса високого тиску. | Замінити пружини і усунут негерметичність клапана. |
| | Ослаблення кріплення зубчатого вінця втулки плунжера паливного насоса високого тиску. | Затягнути гвинт зубчатого вінця і відрегулювати насос на стенді. |
| | Зависання плунжера паливного насоса високого тиску | Замінити плунжерну пару і відрегулювати насос на стенді |
| Двигун стукає | Раннє уприскування палива в циліндрі | Відрегулювати кут випередження уприскування палива |
| Стукіт муфти випередження уприскування | Викид масла з муфти через сальник | Замінити сальник муфти випередження уприскування |
| | Відсутність масла в корпусі муфти | Заповнити корпус муфти моторним маслом |

Таблиця 2.2 – Технологічна карта розбирання ПНВТ

| Номер опер. | Номер перех. | Найменування операції та переходів | Спеціальність та розряд виконавця | Обладнання та інструмент | Штучно калькуляційний час, люд-год | Технічні умови та вимоги |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | Мийка паливного насоса високого тиску | Слюсар-ремонтник 2 розряду | Мийна установка 146 М | 0,15 | Стаціонарна, однокамерна, потужність 4,5 кВт |
| 2 | | Розбирання паливного насоса високого тиску | | | | |
| | 1 | Установка ПНВТ на приспособлення для розбирання | Слюсар-ремонтник 3 розряду | Приспособлення для розбирання ПНВТ | 0,1 | Виконується на посту ремонту ПНВТ двигунів ЯМЗ Р-611 |
| | 2 | Зняття кільцевої гайки та муфти | Слюсар-ремонтник 3 розряду | Головка під ключ, вороток власного виготовлення, ключ 7811 – 007, | 0,20 | |
| | 3 | Зняття паливопідкачуючого насоса та оглядового люка з буферною пружиною | Слюсар-ремонтник 4 розряду | Викрутка 7810-0342 ГОСТ 17199 – 71, ключ 7811 – | 0,2 | |

Продовження таблиці 2.1

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | Зняття кришки регулятора та пружини рейки | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Викрутка 7810–0342, головка під ключ ключ 7811 – 007 | 0,2 | Пост слюсаря-авторемонтника НИИАТ Р-506 пересувний |
| | 5 | Зняття сухарів штуцерів та сальник штуцера | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Ключ 7811 – 10 | 0,1 | |
| | 6 | Зняття упоров пружин нагнітальних клапанів | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Зйомник нагнітальних клапанів РСТ 1510-85, зйомник пружин РСТ 1720 – 87 | 0,2 | |
| | 7 | Зняття тарілок пружин штовхачів | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Викрутка 7810-03233, зйомник пружин РСТ 1720 – 87 | 0,2 | |
| | 8 | Зняття втулок плунжерів та плунжерних пар | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Плоскогубці викрутка 7810 – 03241 | 0,1 | |
| | 9 | Розбірка насосних секцій | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Викрутка 4515 – 03213 головка під ключ | 0,2 | Пост слюсаря-авторемонтника НИИАТ Р-506 пересувний |

Закінчення таблиці 2.1

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | Демонтаж кулачкового вала | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Вороток власного виготовлення, ключ 7811 – 10 | 0,3 | |
| | 11 | Зняття демпфера | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Зйомник для демонтажу демпфера, зйомник для зняття шпонок, викрутка 7810 – 03123 | 0,5 | |
| | 12 | Випресовка шпонки, зняття кришки кріплення переднього підшипника | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Ключ гайковий, плоскогубці, зйомник для зняття шпонок | 0,4 | |
| | 13 | Зняття рейки паливного насоса та обмежувача потужності | Слюсар-ремонтник 3,4 розряду | Ключ гайковий викрутка 7810 – 03123 | 0,5 | |

# 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

## 3.1 Методи вибору та види устаткування при виконанні ПР системи живлення

Для правильного визначення основних принципів підбору та розрахунку необхідного устаткування для автотранспортних підприємств, залежно від специфіки робіт та характеристик рухомого складу, обладнання має бути адаптовано до потреб виробничого процесу.

Для автотранспортних підприємств з однотипним парком автомобілів вища ефективність може бути досягнута за допомогою високопродуктивного спеціалізованого обладнання. Навпаки, підприємства з різноманітним парком автомобілів мають користь від більш універсального обладнання, що здатне обслуговувати різні типи транспортних засобів.

Верстаки, загальнопризначене та спеціалізоване устаткування мають відповідати кількості та потребам робочих місць, забезпечуючи ефективне виконання ремонтних робіт. Підйомно – транспортне обладнання, як конвеєри, тельфери та кран-балки, слід підбирати з огляду на обсяг та характеристики перевезення деталей і агрегатів, забезпечуючи безпеку та ефективність процесів переміщення.

Розрахунок кількості обладнання може базуватися на таких методах, як аналіз трудомісткості, тривалість виконання робіт та фізичні параметри оброблюваних деталей. Важливо врахувати всі ці фактори при плануванні технологічних процесів та виборі устаткування для забезпечення оптимальної продуктивності та безпеки праці на підприємстві.

Для автотранспортних підприємств з однотипним рухомим складом рекомендується використовувати високопродуктивне спеціалізоване устаткування, тоді як для підприємств із змішаним парком підійде універсальне. Верстаки та інше загальнопризначене устаткування розраховуються та підбираються з урахуванням кількості робочих місць.

Кількість діагностичного, мийного та іншого устаткування розраховується за паспортною продуктивністю і підбирається згідно з вимогами технологічного процесу. Технологічне устаткування: кількість одиниць технологічного устаткування визначається або підбирається залежно від призначення устаткування та характеру виконуваних на ньому технологічних операцій. Методи розрахунку залежать від призначення устаткування та характеру технологічних операцій, які виконуються на ньому. Існують три методи розрахунку: за трудомісткістю технологічних операцій, за тривалістю технологічних операцій, та за фізичними параметрами ремонтованих виробів (масою та площею поверхні).

Відповідно до цих методів розрахунку і підбору устаткування розподіляється на три групи, кожній з яких властивий свій метод розрахунку і підбору.

Розрахунок за трудомісткістю технологічних операцій: Визначається та підбирається кількість одиниць технологічного устаткування для розбирання складок агрегатів і автомобіля, а також устаткування для механічної обробки деталей.

Розрахунок за тривалістю технологічних операцій: Визначається та підбирається кількість одиниць технологічного устаткування для зовнішнього миття шасі автомобіля і агрегатів, випробування агрегатів і автомобіля, а також устаткування для сушки виробів після фарбування.

Розрахунок за фізичними параметрами ремонтованих виробів (масою і площею поверхні): Визначається кількість одиниць технологічного устаткування для нагріву і ковальської обробки деталей, мийних очисних робіт, зварювання і наплавлення, а також гальванічних осаджень металів.

Підйомно-транспортне устаткування є невід'ємною частиною виробничого процесу. Необхідно прагнути до максимально економічно виправданої механізації підйомно-транспортних операцій.

При виборі підйомно-транспортного устаткування для поточного ремонту системи живлення дизельних двигунів, слід враховувати такі фактори:

Маса і габаритні розміри виробів: Потрібно вибрати устаткування, яке забезпечить безпечне та ефективне піднімання та переміщення важких деталей і агрегатів, що входять в систему живлення.

Траєкторія і довжина шляхів переміщення: Важливо врахувати конфігурацію робочого простору та необхідну довжину переміщення виробів для вибору відповідного типу підйомно-транспортного обладнання.

Продуктивність робіт і безпечні умови виконання: Потрібно забезпечити не лише ефективність виконання робіт, а й безпеку для працівників, враховуючи ризики від вибухонебезпечних і пожеженебезпечних речовин.

Щодо виробничого інвентарю, його вибір також повинен враховувати вимоги технологічного процесу і створення безпечних умов праці. Підбір виробничого інвентарю проводиться з урахуванням вимог робочих місць та раціональної організації простору.

Наприклад, для поточного ремонту системи живлення дизельних двигунів можуть знадобитися такі види устаткування: верстаки для розбирання і збирання агрегатів; підйомне обладнання, таке як тельфери або кран-балки, для підняття важких деталей і агрегатів; засоби індивідуального захисту та пристрої для забезпечення безпеки під час роботи з небезпечними речовинами.

Ці типи устаткування можна підібрати з урахуванням конкретних потреб і характеристик ремонтних робіт.

Таблиця 3.1 – Відомість устаткування дільниці ПР системи живлення дизелів

| Найменування технологічного устаткування | К-ть. устаткув., шт | Розміри один.обл., мм | Загальна площа $м^2$ |
|---|---|---|---|
| 1. Стенд для обкатки паливних насосів високого тиску | 1.0 | 800 х 1200 | 0,96 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Пристосування для розбірки-збірки паливних насосів високого тиску | 1 | 900 х 1300 | 1,17 |
| 3. Знімач плунжерних пар | 1 | 700 х 1400 | 0,98 |
| 4. Знімач стаканів форсунок | 1 | 850 х 1100 | 0,93 |
| 5. Мийна установка 146М | 1 | 1200 х 2400 | 2,88 |
| 6. Стелаж для запасних частин | 1 | 600 х 1500 | 0,9 |
| 7. Стелаж для відремонтованих паливних насосів високого тиску | 1 | 800 х 1000 | 0,8 |
| 8. Точильно-шліфувальний верстат 3Б638 | 1 | 700 х 800 | 0,56 |
| 9. Пристрій висікання шайб | 1 | 600 х 500 | 0,3 |
| 10. Знімач обойм підшипників | 1 | 900 х 200 | 0,18 |
| 11. Знімач нагнітального клапана | 1 | 850 х 1000 | 0,85 |
| 12. Слюсарний верстак | 2 | 900 х 1300 | 2,3 |
| РАЗОМ: | 12,81 | | |

### 3.2 Стенд для обкатки паливного насоса і випробування форсунки

Стенд для обкатки паливних насосів і випробування форсунок, що ви описали, є важливим інструментом для автосервісів і ремонтних майстерень, що спеціалізуються на ремонті дизельних двигунів. Таке обладнання дозволяє значно підвищити якість ремонту паливної системи за рахунок точного налаштування паливних насосів та форсунок, а також забезпечити їх надійну роботу.

Основні переваги стенду:

Тривалий цикл обкатки: Відмінною рисою стенду є можливість проводити довготривалу обкатку паливних насосів, що дозволяє краще виявити потенційні несправності і забезпечити більш надійну настройку.

Циклічна зміна режимів навантажень: Автоматичне, циклічне змінення навантажень дозволяє імітувати різні умови роботи, що зустрічаються в реальній

експлуатації автомобіля, тим самим забезпечуючи повніше тестування паливних насосів.

Примусове мастило під час обкатки: Забезпечення мастила паливних насосів під час обкатки знижує ризик пошкоджень і зносу, підвищуючи їх довговічність.

Швидка зміна форсунок: Опція швидкої зміни форсунок полегшує процес тестування і дозволяє одночасно працювати з декількома форсунками, забезпечуючи високу продуктивність роботи.

Одночасна обкатка паливних насосів і форсунок: Можливість одночасного тестування паливних насосів та форсунок знижує загальний час діагностики і ремонту.

Візуальне спостереження: Вбудовані системи спостереження дозволяють оператору візуально контролювати якість розпилювання палива, що є критично важливим для оцінки правильності налаштування форсунок.

Застосування такого стенду не лише сприяє підвищенню якості обслуговування і ремонту паливних систем, але й забезпечує значну економію часу та зниження витрат за рахунок зменшення кількості повторних ремонтів і збільшення терміну служби компонентів системи живлення.

### 3.2.1 Призначення стенду

Стенд для обкатки паливних насосів і форсунок має критичне значення для забезпечення правильної роботи дизельних двигунів після капітального ремонту. Ось основні аспекти призначення та використання цього стенду:

Призначення стенду.

Обкатка паливних насосів і форсунок двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, КамАЗ-740 після капітального ремонту.

Стенд використовується для відновлення та точного налаштування роботи паливних систем цих двигунів, що гарантує їх надійну та ефективну роботу після ремонту.

Застосування стенду:

Використання стенду рекомендоване на авторемонтних заводах, які спеціалізуються на капітальному ремонті дизельних двигунів.

Стенд дозволяє провести точне регулювання паливного насоса високого тиску та перевірку форсунок на відповідність технічним вимогам.

Конструкція та компоненти стенду:

Стенд складається з міцної рами, на якій встановлені всі необхідні компоненти, включаючи електродвигун, шківи, клинові ремені, паливні насоси та форсунки.

У нижній частині рами розташований бак для збору відпрацьованого палива від форсунок, а також фільтр для очищення цього палива.

На середньому рівні рами встановлені електродвигун та система приводів, яка забезпечує роботу паливних насосів.

Технічна характеристика

| | |
|---|---|
| Тип ……. | стаціонарний |
| Привід ……..…….. | електромеханічний |
| Електродвигун: | |
| тип…… | А 51/6 |
| потужність, кВт.....…….…… | 2,8 |
| Швидкість обертання валу, с-1 (об/хв). | 15,36 (два) |
| Передача……. | Клиноремінна |
| Насос…… | гідропідсилювача руля |
| Тиск, МПа(кгс/см2) ……..…….……. | 0,5(5) |
| Зажим форсунок ……..……..…….. | ручний |
| Пневмомуфта | автомобіля «КрАЗ» |
| Фільтр паливний ……. | двигуна ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, |
| Управління роботою……... | ручне, кнопочне |
| Габаритні розміри, мм……... | 820х620х1500 |
| Маса, кг …….. | 314 |

Робочий процес стенду. Паливні насоси високого тиску обертаються за допомогою електродвигуна, що забезпечує надходження палива під високим тиском до форсунок.

Система контролю та регулювання дозволяє встановлювати різні режими роботи, імітуючи різні умови експлуатації двигуна.

Апаратура для контролю тиску дозволяє моніторити та регулювати тиск палива в системі, забезпечуючи точність обкатки та випробувань.

Впровадження такого стенду на виробництві дозволяє забезпечити високу якість ремонту та регулювання паливних систем дизельних двигунів, знижує ризик подальших несправностей і підвищує ефективність використання автомобілів після ремонту.

### 3.2.2 Розрахунок клиноремінної передачі стенду

Розраховуємо клиноремінну передачу на насос високого тиску при передачі потужності $N = 2{,}7$ при частоті обертання швидкохідного валу $n1 = 1000$ хв$^{-1}$, передавальне відношення $u = 1$, міжосьова відстань а $= 550$ мм. При передачі потужності до 4 кВт можна прийняти ремінь типу «В». Діаметр шківа приймаємо $D = 150$ мм.

Знаходимо швидкість ременя, $\upsilon$, м/с:

$$\upsilon = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \tag{3.1}$$

$$\upsilon = \frac{3{,}14 \cdot 150 \cdot 1000}{60 \cdot 1000} = 7{,}85 \text{ м/с}.$$

Це значення швидкості знаходиться в межах значень що допускаються для прийнятого типу ременя.

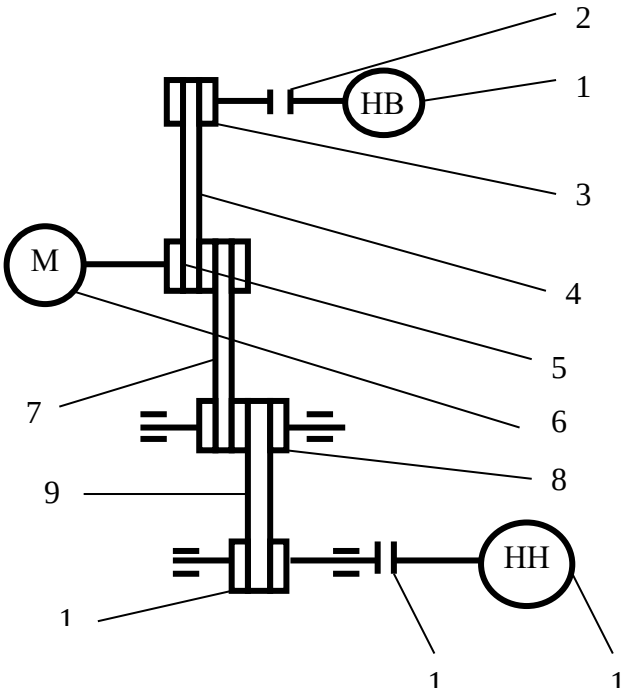



Рисунок 3.1 – Схема приводу насосів високого і низького тиску палива: 1 – насос високого тиску; 2 – муфта випередження уприскування палива; 3 – шків; 4 – ремінь; 5 – шків; 6 – двигун; 7 – ремінь; 8 – шків; 9 – ремінь; 10 – шків; 11 – муфта; 12 – насос низького тиску

Діаметр шківа на валу двигуна $D1 = 150$ мм на валу насоса $D2 = 150$ мм.

Визначимо довжину ременя, l, мм

$$l = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4 \cdot a}, \quad (3.2)$$

$$l = 2 \cdot 550 + \frac{3{,}14}{2}(150 + 150) + \frac{(150 - 150)^2}{4 \cdot 550} = 1571 мм.$$

Приймаємо довжину ременя $l = 1600$ мм

Натягнення ременя проводиться переміщенням двигуна.

Визначаємо число пробігів ременя $\nu$:

$$\nu = \frac{\upsilon}{l}, \quad (3.3)$$

$$\nu = \frac{7{,}85}{1{,}6} = 4{,}9 < [\nu] = 5.$$

Кут обхвату шківів $\alpha = 80°$.

Коефіцієнт кута обхвату $C\alpha = 1{,}0$.

Коефіцієнт швидкості, $C_v$:

$$C_v = 1{,}05 - 0{,}0005 \cdot \upsilon^2, \tag{3.4}$$

$$C_v = 1{,}05 - 0{,}0005 \cdot 7{,}85^2 = 1{,}019.$$

Корисне напруження $[\sigma_t]_0 = 1{,}5$ МПа при напрузі $\sigma_0 = 1{,}2$ МПа від попередньої напруги.

Корисна напруга, що допускається, $[\sigma_t]$, МПа, в заданих умовах буде рівна

$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p, \tag{3.5}$$

$$[\sigma_t] = 1{,}5 \cdot 1 \cdot 1{,}019 \cdot 1{,}0 = 1{,}53 \text{ МПа.}$$

Визначаємо навантаження ременя, $Ft$, Н.

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{\upsilon}, \tag{3.6}$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot 2{,}7}{7{,}85} = 343 \text{ Н.}$$

Знаходимо число ременів, $Z$:

$$Z = \frac{F_t}{[\sigma_t] \cdot A}, \tag{3.7}$$

$$Z = \frac{343}{1{,}53 \cdot 230} = 0{,}975.$$

Приймаємо до установки 1 ремінь типу В.

Визначаємо тиск на вали, $Q$, Н:

$$\mathrm{Q} = 2 \cdot \sigma_0 \cdot Z \cdot A \cdot \sin\frac{\alpha}{2}, \tag{3.8}$$

$$\mathrm{Q} = 2 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 230 \cdot \sin\frac{180}{2} = 506 \text{ Н.}$$

Найбільша напруга у ведучою галузь, $\sigma_{\max}$, МПа, в місцях набігання на шківі:

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \frac{\sigma_t}{2} + \sigma_F + \sigma_V, \tag{3.9}$$

$$\frac{\sigma_t}{2} = \frac{F_t}{Z \cdot 2A}, \tag{3.10}$$

$$\frac{\sigma_t}{2} = \frac{343}{1 \cdot 2 \cdot 230} = 0{,}745 \text{ МПа.}$$

Відповіднро:

$$\sigma_{\max} = 1{,}2 + 0{,}745 + 7{,}2 + 0{,}74 = 9{,}88 \text{ МПа.}$$

Напруга вигину ременя, σF, МПа, на шківі

$$\sigma_F = E \cdot \frac{\delta}{\ddot{A}_{\min}}, \tag{3.11}$$

$$\sigma_F = 80 \cdot \frac{13{,}5}{150} = 7{,}2 \text{ МПа.}$$

Напруга від відцентрової сили, $\sigma_v$, МПа

$$\sigma_v = \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-6}, \tag{3.12}$$

$$\sigma_v = 1200 \cdot 7{,}85^2 \cdot 10^{-6} = 0{,}74 \text{ МПа.}$$

Довговічність ременя, Lh, год.:

$$L_h = \left( \frac{\sigma_y}{\sigma_{\max}} \right)^m \cdot \frac{10^7 \cdot C_u \cdot C_н}{2 \cdot 3600 \cdot \nu}, \tag{3.13}$$

$$L_h = \left( \frac{9}{9{,}88} \right)^8 \cdot \frac{10^7 \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 3600 \cdot 4{,}9} = 134{,}4 \text{ год.}$$

### 3.2.3 Розрахунок валу з'єднання шківа з валом муфти насоса

Для з'єднання шківа з валом муфти необхідно проектувати вал.

Крутний момент передаваний валом, М, Н · м, визначається:

$$M = \frac{N}{\omega_{дв}}, \tag{3.14}$$

$$\omega_{дв} = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30}, \tag{3.15}$$

$$\omega_{дв} = \frac{3{,}14 \cdot 1000}{30} = 104{,}6 c^{-1}.$$

$$M = \frac{2700}{104,6} = 25,8\,H \cdot м.$$

Попередній розрахунок діаметру валу, d, мм:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_н}{0,2 \cdot [\tau]}}, \tag{3.16}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{25800}{0,2 \cdot 20}} = 18,6\,мм.$$

Конструктивно приймаємо діаметр валу під шків ремінної передачі, діаметр валу під підшипники $d2 = 45$ мм, діаметр валу для з'єднання з муфтою:

$$d3 = 40 \text{ мм}.$$

Ескіз валу приведений на рис. 3.2.

У місці посадки шківа в перетині 1 на вал діє зусилля Q від ремінної передачі, яке визначається:

$$M_и = Q \cdot a, \tag{3.17}$$

$$M_и = 506 \cdot 45 = 22770\,H \cdot м.$$

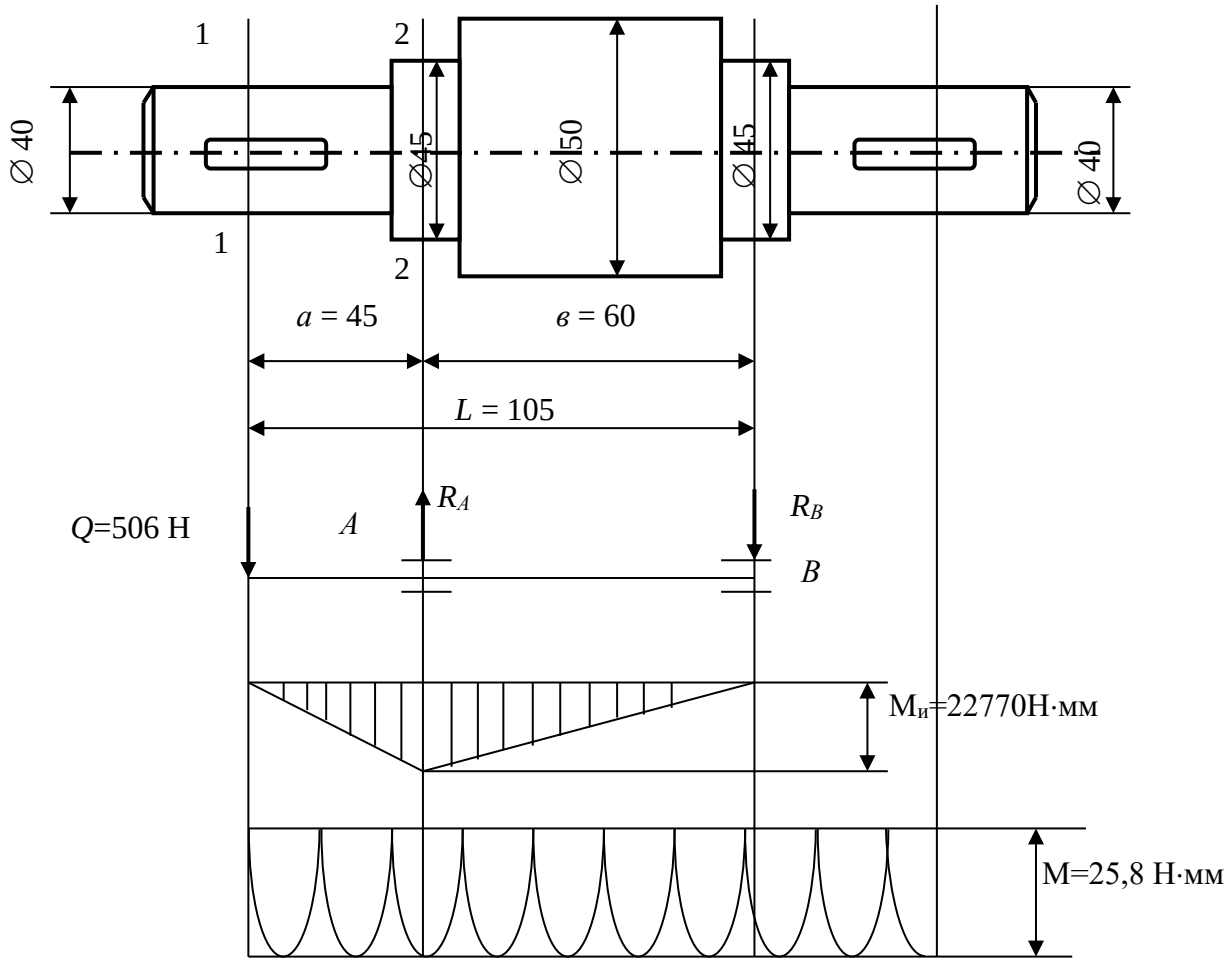


Рисунок 3.2 – Схема валу і епюри моментів

Вал передає крутний момент $M = 25800$ Н·мм.

Наднебезпечний перетин є $2 - 2$.

Момент опору перетину $2 - 2$:

$$W_u = \frac{\pi d^3}{32}, \tag{3.18}$$

$$W_u = \frac{3{,}14 \cdot 45^3}{32} = 8941.$$

Полярний момент перетину валу:

$$W_n = \frac{\pi d^3}{16}, \tag{3.19}$$

$$W_n = \frac{3{,}14 \cdot 45^3}{16} = 17882.$$

Амплітудні значення напруги вигину, $\sigma_a$, МПа:

$$\sigma_a = \frac{M_u}{W_u}, \tag{3.20}$$

$$\sigma_a = \frac{22770}{8941} = 2{,}54 \text{ МПа.}$$

Амплітудна дотична напруга, $\tau_a$, МПа:

$$\tau_a = \frac{M_к}{W_n}, \tag{3.21}$$

$$\tau_a = \frac{25800}{17882} = 2{,}71 \text{ МПа.}$$

Середні напруга циклу при вигині $\sigma m = 0$, при крученні $\tau m = \tau a = 2{,}71$ МПа.

Уточнений розрахунок валу.

Концентратором напруги на даній ділянці валу є посадка підшипника з натягом к6. Тоді ефективний коефіцієнт напруги при вигині до масштабного чинника $K_\sigma / \varepsilon\sigma = 2{,}7$ при крученні $K\tau / \varepsilon\tau = 2{,}15$. Коефіцієнт, що враховує

вплив чистоти поверхні $\beta = 0{,}95$. Коефіцієнт, що враховує вплив асиметрії циклу $\varphi = 0{,}1$.

Межа витривалості валапри вигині: $\sigma - 1 = 165$ МПа, при крученні $\tau - 1 = 98$ МПа.

Коефіцієнт безпеки по напрузі вигину , $S_\sigma$ :

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\beta \cdot \varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_a}, \tag{3.22}$$

$$S_\sigma = \frac{165}{\frac{2{,}15}{0{,}95} \cdot 2{,}54} = 28{,}7.$$

Коефіцієнт безпеки по дотичній напрузі, $S_\tau$ :

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\beta \cdot \varepsilon_\tau} \cdot \tau_a + \varphi_\tau \cdot \tau_m}, \tag{3.23}$$

$$S_\tau = \frac{98}{\frac{2{,}15}{0{,}95} \cdot 2{,}71 + 0{,}1 \cdot 2{,}71} = 15{,}3 .$$

Загальне значення коефіцієнта безпеки в перетині $2 - 2$ :

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}}, \tag{3.24}$$

$$S = \frac{28{,}7 \cdot 15{,}3}{\sqrt{28{,}7^2 + 15{,}3^2}} = 12{,}9 > [S] = 2{,}5.$$

### 3.2.4 Розрахунок підшипників валу

Сума моменту сил щодо В:

$$Q \cdot (a + в) - R_A \cdot в = 0, \tag{3.25}$$

$$R_A = \frac{Q \cdot (a + в)}{в}, \tag{3.26}$$

$$R_A = \frac{506 \cdot (45 + 60)}{60} = 885{,}5 \text{ Н.}$$

Сума моментів сил щодо А:

$$R_B \cdot в - \text{Q} \cdot a = 0, \tag{3.27}$$

Звідки:

$$R_B = \frac{\text{Q} \cdot a}{в}, \tag{3.28}$$

$$R_B = \frac{506 \cdot 45}{60} = 378{,}5 \text{ Н.}$$

Перевірка правильності визначення реакцій опор:

$$\text{Q} + R_B - R_A = 506 + 378{,}5 - 885{,}5 = 0 .$$

Величина еквівалентного динамічного навантаження, Р, Н, визначиться по формулі

$$P = X \cdot V \cdot F_r \cdot K_\delta \cdot K_\text{т}, \tag{3.29}$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 885{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}05 = 1115{,}7\, H.$$

Приймаємо до установки радіальний підшипник 309 з діаметрами - внутрішнім $d = 45$ мм, зовнішнім $D = 100$ мм та шириною $\text{B} = 25$ мм, вантажопідйомність статична $\text{C} = 37{,}1$ кН, динамічна:

$$\text{C0} = 26{,}2 \text{ кН.}$$

Довговічність підшипника, L:

$$L = \left( \frac{C_0}{p} \right)^p, \tag{3.30}$$

$$L = \left( \frac{26200}{1115{,}7} \right)^3 = 12946{,}43 \text{ млн. об.}$$

Довговічність підшипника $L = 12946{,}43$ млн. об.

### 3.3 Виробнича дільниця ПР паливної апаратури

Реконструкція виробничої зони, особливо зони поточного ремонту дизельних двигунів, є важливим кроком у підвищенні ефективності і

продуктивності автотранспортних підприємств. Ось ключові аспекти та рекомендації для планування реконструкції:

Аналіз існуючих планувальних рішень: Перед розробкою проекту реконструкції важливо проаналізувати наявні планувальні рішення, як за типовими проектами, так і на основі літератури та досвіду передових підприємств. Це допоможе визначити оптимальне розташування робочих зон, шляхи логістики, необхідне обладнання та технологічні процеси.

Технологічне планування: Реконструкція має бути заснована на нормах і правилах проектування автотранспортних підприємств, враховуючи потреби в поточному ремонті, доступність обладнання та ефективність робочих процесів.

Організація доставки агрегатів: Важливо визначити, яким чином буде відбуватися доставка агрегатів та деталей на робочі пости: ручним способом або за допомогою підйомно-транспортного устаткування. Це залежить від типу і ваги агрегатів, а також від розмірів і особливостей робочого простору.

Спеціалізація робочих постів: Доцільно ввести спеціалізовані пости для поточного ремонту системи живлення, що включають приймальні та видачні ділянки, а також оснащені всім необхідним обладнанням для проведення ремонтних робіт.

Технологічне оснащення дільниці: Реконструкція передбачає використання спеціалізованого устаткування, що забезпечить повний обсяг технологічних операцій в зоні ремонту. Це сприятиме підвищенню продуктивності, поліпшенню якості ремонту та збереженню деталей.

Безпека та ефективність: При плануванні реконструкції необхідно забезпечити безпечні умови праці, ефективну організацію робочих місць, а також врахувати економічну доцільність застосування підйомно-транспортного обладнання.

Загалом, реконструкція повинна сприяти оптимізації робочого процесу, забезпечити кращу організацію робочого простору та підвищити загальну продуктивність ремонтних робіт на автотранспортному підприємстві.

### 3.3.1 Планувальні рішення розташування обладнання

Технологічне планування виробничої дільниці, особливо для ремонту агрегатів, вимагає уважного підходу до організації робочого простору. Ваш підхід, який включає ретельне розміщення технологічного обладнання, підйомно-транспортних засобів та виробничого інвентарю, спрямований на оптимізацію виробничих процесів і забезпечення безпеки праці. Ось кілька ключових аспектів, на які слід звернути увагу:

Раціональне розміщення обладнання: Устаткування повинно бути розташоване так, щоб забезпечувати найбільш ефективне використання виробничої площі, зручність доступу для обслуговування та ремонту, а також враховувати потреби технологічного процесу. Важливо дотримуватися встановлених норм відстаней між обладнанням та будівельними конструкціями.

Безпека роботи: Дотримання правил техніки безпеки та охорони праці має бути пріоритетом. Відстані між обладнанням повинні гарантувати свободу руху працівників та транспортних засобів, забезпечуючи безпечну та зручну роботу.

Систематизація зберігання компонентів: Виключення складування деталей і агрегатів на підлозі забезпечує порядок та безпеку на робочому місці. Використання стелажів та контейнерів дозволяє систематизувати зберігання і полегшує доступ до необхідних компонентів.

Відповідність вимогам безпеки: План дільниці та розстановка обладнання повинні враховувати вибухопожежну та пожежну безпеку, включаючи розряд зорової роботи та інші специфічні вимоги. Всі ці параметри мають бути чітко вказані на кресленнях планування та в документації.

Специфікація обладнання: Специфікація, що додається до плану розстановки, має надавати повну характеристику всього встановленого устаткування, включаючи його технічні параметри, функції та місце

розташування. Це сприяє кращому розумінню і використанню обладнання в робочому процесі.

Ретельне планування і проектування реконструкції дільниці ремонту агрегатів дозволить забезпечити ефективне виконання ремонтних робіт, підвищити продуктивність праці та покращити якість ремонтованих агрегатів.

### 3.3.2 Площа дільниці ПР паливної апаратури

При проектуванні виробничої дільниці дійсно важливо правильно розподілити площу між виробничою, допоміжною та адміністративно-побутовою зонами. Ось декілька ключових кроків та рекомендацій щодо цього процесу:

Визначення виробничої площі.

Виробнича площа – це та, що використовується безпосередньо для виконання технологічних процесів: монтажу, ремонту, обслуговування та інших виробничих операцій.

Для її розрахунку потрібно врахувати розміри обладнання, необхідні робочі зони навколо кожного агрегату, а також шляхи для переміщення персоналу та матеріалів.

При розрахунку виробничої площі слід також врахувати потребу в місцях для зберігання інструментів та матеріалів, які будуть безпосередньо використовуватися у виробничому процесі.

Допоміжна площа.

Допоміжна площа може включати зони для зберігання не використовуваних на постійній основі матеріалів та інструментів, а також технічні приміщення, такі як кімнати для обслуговування обладнання.

Ця площа має бути розрахована таким чином, щоб забезпечити ефективне зберігання та легкий доступ до необхідних ресурсів без перешкоджання основному виробничому процесу.

Адміністративно-побутова площа.

Ця зона включає кабінети керівництва, приміщення для персоналу (роздягальні, санвузли, їдальні), а також може включати медпункти або інші побутові приміщення.

Хоча ця площа не відноситься безпосередньо до виробничої, вона важлива для забезпечення належних умов праці та ефективності персоналу.

Загальні рекомендації:

При плануванні розташування різних зон слід враховувати потоки переміщення людей та матеріалів, щоб мінімізувати необхідність в їх пересуванні.

Також важливо забезпечити відповідність всіх зон вимогам охорони праці, пожежної безпеки та іншим нормативним документам.

Правильне розподілення площі сприятиме створенню ефективного, безпечного та комфортного виробничого середовища.

Виробничу площу дільниці ремонту системи живлення, $F$діл:

$$F_{діл} = F_{об} \cdot K_n \,, \tag{3.31}$$

Площа, зайнята обладнанням, $F$обл $= 12{,}81$ м$^2$.

Величину коефіцієнта переходу, для дільниці ремонту двигунів приймаємо рівну, Кп $= 4{,}5$.

$$F_{діл} = 12{,}81 \cdot 4{,}5 = 27{,}65\, м^2.$$

Площу дільниці ремонту двигунів приймаємо:

$$F_{діл} = 12{,}0 \cdot 6{,}0 = 72\, м^2.$$

# 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

## 4.1 Вимоги щодо виконанні операцій технологічного процесу

При виконанні електролітичних робіт робітник повинен користуватися індивідуальними засобами захисту: халатом з кислостійкої тканини, прогумованим фартухом, гумовими калошами та респіратором. Дільниця повинна добре вентилюватися, приток чистого повітря має становити не менше 90% від витяжки повітря забрудненого шкідливими випарами, газами, паром і т.ін.

Приготування електроліту слід здійснювати у спеціальних ваннах при включеній місцевій витяжці парів. Після гальванічної обробки деталі промивають у проточній воді від залишку електроліту. Відпрацьований електроліт нейтралізують лугами, а потім зливають його в каналізацію. Електропроводка й освітлення повинні надійно бути герметизовані, а обладнання заземленим. Хімікати для приготування електролітів повинні зберігатись в окремих приміщеннях або шафах з відповідними написами назви препарату. Робітники-гальваніки повинні добре знати правила надання першої медичної допомоги при ураженні струмом, отруєнні випарами шкідливих газів і попаданні електроліту на шкіру рук, обличчя та інших частин тіла. Для термінової медичної допомоги в розпорядженні робітників дільниці повинна бути аптечка з відповідними медикаментами.

Виконання електрогазозварювальних робіт вимагає, щоб робітник мав шолом-маску, брезентовий костюм, рукавиці, спецвзуття, гумовий килим, берет. Маски-шолом (окуляри) повинні мати спеціальне скло (світлофільтри) для захисту зору (очей) і обличчя від променевої енергії. Забороняється дивитися на відкриту електродугу без захисних засобів.

Для захисту зору оточуючих людей від променевої енергії необхідно застосовувати переносні щити або електрозварювальні роботи виконувати в спеціальних кабінах, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією. Забороняється працювати при несправній вентиляції, пошкодженій ізоляції

струмопровідних проводів, що приєднують джерело струму до електромережі, електротримача та деталі.

Джерело зварювального струму повинно бути надійно заземленим. Електричні кабелі не повинні мати пошкодження ізоляції. Не допускається використовувати контур заземлення як зворотній провід зварної ланки. Забороняється торкатися оголеними руками провідників струму агрегатів електрозварювального обладнання. Забороняється запалювати дугу без попередження оточуючих людей і проводити зварювальні роботи на відкритому повітрі в дощову погоду. Зварювання слід проводити на відстані від горючих матеріалів не менше 5 м. Забороняється проводити зварювання або наплавлення у приміщенні, де відсутня приточновитяжна вентиляція, зварювати тару з-під палива не промиту попередньо розчином каустичної соди або не продуту гарячим паром, а також зварювати баки при закритих пробках і які знаходяться під тиском.

Перед механізованими способами наплавлення деталей під шаром флюсу, у середовищі захисного газу, при вібродуговому наплавленні тощо необхідно перевірити надійність роботи витяжної вентиляції, ізоляцію електродвигуна подачі зварного дроту від зварної головки. Установку і зняття деталей потрібно виконувати у відключеному від електромережі обладнанні (установках). Одяг і взуття електрозварника повинні бути сухими, штани потрібно носити на випуск, куртку не заправляти в штани.

Газозварювальні роботи. Кисневий балон і ацетиленовий генератор повинні знаходитися не ближче 10 м від місця зварювання, а також від відкритого вогню. Відігрівати замерзлу газозварювальну апаратуру можливо тільки гарячоюводою або паром. Забороняється торкатися руками або ганчірками, які мають сліди оливи, до кисневого балону та його арматури, продувати кисневий шланг ацетиленом і навпаки. Газозварювальні роботи слід проводити у фартуху, головному уборі і захисних окулярах. При запалюванні пальника спочатку відкривають кисневий кран, при гасінні спочатку закривають

ацетиленовий кран. Витікання газів через нещільності в з'єднаннях не допускається.

Загальні вимоги техніки безпеки при роботі на металорізних верстатах Біля верстата повинна бути дерев'яна решітка під ногами такої висоти, щоб лікті робітника знаходились на висоті лінії центру верстата. Не допускається, щоб підлога була слизькою. Забороняється самовільно проводити ремонт електроживлення верстата. Під час роботи на токарно-гвинторізних верстатах не можна підтримувати руками частину заготовки, що відрізається, зачищати деталь шліфувальним папером вручну, залишати ключ в патроні верстата і працювати на верстаті в рукавицях.

Забороняється гальмувати патрон руками: обробляти довгі деталі без люнета; знімати з верстата огородження та запобіжні пристрої, прибирати стружку з верстата руками або здувати її стисненим повітрям; закріпляти деталь або свердло під час роботи верстата. Забороняється працювати без захисних окулярів. При роботі на свердлильних верстатах деталь необхідно міцно закріплювати в машинних лещатах, а дрібні деталі утримувати плоскогубцями або кліщами. Заборонено притримувати деталь, що свердлиться, руками; закріплювати деталь або свердло під час роботи верстата; зупиняти шпиндель руками; перевіряти пальцем вихід свердла знизу деталі; свердлити без використання охолоджуючої рідини; працювати тільки у рукавицях. Закріплювати деталь на стругальному верстаті в лещатах не можна, якщо затискні губки лещат розташовані паралельно ходу повзуна. Забороняється працювати без захисних окулярів і стояти в зоні ходу повзуна верстата. Тільки на відведеному від фрези столі можна закріпляти деталь, яка обробляється.

Виймаючи фрезу зі шпинделя, не можна підтримувати її руками, а потрібно застосовувати спеціальні підкладки. Вимірювання розмірів деталі слід здійснювати тільки після виведення фрези за межі деталі та при відключеному верстаті. Працюючи з охолоджуючою рідиною, потрібно встановити щит, який би запобігав її розбризкуванню.

Забороняється працювати без захисних окулярів. Обдирно-заточні верстати повинні мати захисні екрани і місцеву витяжку абразивного пилу. Якщо на верстаті немає захисного екрану, працювати без захисних окулярів забороняється. Не можна обробляти деталь торцевою частиною круга без підручника. Слід стояти збоку по відношенню до площини обертання круга. Зазор між кругом і підручником повинен бути не більшим 3 мм. Не можна встановлювати круг, який не має спеціального клейма на торцевій поверхні. Шліфування деталей слід проводити тільки за наявності подачі охолоджуючої рідини. Забороняється працювати без захисних окулярів і щитків; виконувати вимірювання поверхні в процесі обертання деталі; спиратися на верстат. На заточних і шліфувальних верстатах необхідно дотримуватися правил: не допускати ударів по кругу; не застосовувати затискні фланці однакового діаметру з кругом, а також встановлювати шліфувальний круг з тріщиною; не встановлювати між фланцями та кругом спеціальні прокладки менше 1 мм. Органи керування електромагнітним, пневматичним і гідравлічним пристосуваннями (затискачами на верстатах і стендах) слід розташовувати так, щоб виключати можливість їх випадкового увімкнення або вимикання.

## 4.2 Режим праці і відпочинку, виробнича естетика, вимоги гігієни і промсанітарії

Відділення працює в одну зміну протягом 305 днів в році, тобто неділя являється вихідним днем. Робоче тижневе навантаження складає 40 год. На протягом робочого дня передбачається обідня перерва з 13.00 до 14.00, а також після кожної робочої години передбачається п'ятихвилинна перерва. Робітникам надається щорічна оплачувана відпустка тривалістю 24 календарних дні.

Для відпочинку в ремонтній зоні передбачена спеціально виділена кімната, де можна активно відпочити, поспілкуватися, переглянути періодичну пресу.

Всі роботи у відділенні являються нормованими по часу, якості і трудомісткості їх виконання. Нормування праці у відділенні здійснюється на основі типових норм часу на ремонтні роботи агрегатів вузлів автомобілів.

Таблиця 4.1 - Розподіл внутрішньозмінних витрат робочого часу

| № п/п | Назва витрат робочого часу | Час зміни | |
|---|---|---|---|
| | | хв. | % |
| 1 | Підготовчий час | 7 | 1,5 |
| 2 | Оперативний час | 384 | 80 |
| 3 | Обідня перерва | 60 | - |
| 4 | Час на обслуговування робочих місць | 19 | 4 |
| 5 | Регламентні перерви | 34 | 7 |
| 6 | Заключний час | 36 | 7,5 |
| | Всього: | 480 | 100 |

На відділенні передбачена погодинно-преміальна система оплати праці по годинних тарифних ставках в залежності від розряду робочого з встановленням нормованих завдань.

Виробнича естетика на відділенні в значній мірі впливає на психологічний стан працюючих, що в свою чергу впливає на продуктивність, якість виконання роботи. Тому на відділенні слід приділяти увагу не тільки дотриманню чистоти і порядку, але і різнокольоровому оформленню виробничого інтер'єру, яке вибирають з урахуванням характеристики приміщення. При фарбуванні обладнання слід враховувати, що число кольорів не повинно перевищувати трьох, не враховуючи сигнальних. Тому пропонується основне обладнання пофарбувати в темно-зелений колір, технологічну і організаційну оснастку - сіро-світлий колір.

Виробничі приміщення в агрегатному відділенні потрібно утримувати в чистоті. В них регулярно проводити вологе прибирання, очищення підлоги від масел, бруду.

У приміщенні відділення передбачається система опалення, вентиляції, внутрішнього водопроводу, гарячого водозабезпечення, каналізації і стиснутого повітря.

Система опалення виконується з умов забезпечення відділенні відповідним температурним режимом (таблиця 4.2). Використовується центральне опалення, джерелом якого служить котельня підприємства.

Таблиця 4.2 - Нормативні параметри повітряного середовища для агрегатної відділенні

| Холодний період року | | | Теплий період року | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Оптимальні значення | | | Оптимальні значення | | |
| Температура повітря, °С | відносна вологість, % | швидкість повітря, м/с | Температура повітря, °С | відносна вологість, % | швидкість повітря, м/с |
| 18 20 | 60 40 | 0,2 | 21 23 | 60 40 | 0,3 |

Для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища (див. таблиця 4.2.) використовується на відділенні приточно-витяжна вентиляція, розрахована на видалення шкідливих речовин, нормалізації повітряного середовища.

Для забезпечення водою технологічного обладнання (мийна машина) дільниця забезпечується водопровідною мережею.

Витрати води на технологічні потреби визначаються характеристикою мийної машини.

Джерелом водозабезпечення служить водопровідна сітка.

Гаряче водопостачання, для потреби обладнання проводиться від теплової сітки (в зимовий період), або індивідуальним водопідігрівачем (в літній період).

Підприємство обладнане фекальною і виробничою каналізацією. Стічні води від виробничих дільниць, перед спуском в каналізацію, очищуються на місцевих очисних установках.

Для захисту виробничих приміщень від проникнення в них через прийомники шкідливих парів і газів, каналізаційні випуски оснащені гідравлічними затворами і рознімними фланцями.

Для забезпечення обладнання стисненим повітрям на відділенні виконати систему повітрозабезпечення. Джерелом повітрозабезпечення служить автономна компресорна установка.

### 4.3 Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщення в темний період доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектовано залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість продукції. Відомо, що раціонально виконане штучне освітлення приміщень при одній і тій же витраті електроенергії підвищує продуктивність праці на 15-20%. Разом з тим неправильно вибране та недостатнє освітлення робочих місць може бути причиною функціональних зорових порушень у працівників.

Найчастіше для освітлення виробничих та адміністративних приміщень використовують люмінесцентні лампи, які енергетично є більш економнішими. Окрім того, вони за спектральними характеристиками максимально наближаються до природного світла, що важливо при використанні суміщеного освітлення.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються роботи розряду IIIв, становить $E$ = 300лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники ЛПО 01 (з двома лампами), які доцільно використовувати в даному випадку. Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h$ = 3,0 м, що не суперечить вимогам, відповідно до яких $h_{min}$ = 2,6-4м, коли в світильнику менше 4-ох ламп, і $h_{min}$ = 3,2-4,5м – при 4-ох і більше лампах.

Показник приміщення ($i$ ) становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (4.1)$$

$$i = \frac{9 \cdot 6}{3{,}0(9+6)} = 1{,}2$$

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

$a$ = 9м;

$b$ =6м;

$h$ - висота світильника над підлогою, м.

Приймаємо $i$ = 1,2. При $i$ = 1,2, $\rho_{СТТЕЛ}$=70%, $\rho_{СТІН}$= 50% для світильника ЛПО 01 коефіцієнт використання дорівнює $\eta$ = 0,51.[8].

Визначаємо необхідну кількість світильників ( $N$ ), для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_Л$= 5400 лм.

$$N = \frac{ESK_з Z}{2\Phi_Л \eta} \quad (4.2)$$

де, $E$ - нормована освітленість, лк; [8] С.139. табл..3.24; $E$ = 300 лк;

$S$ - площа приміщення, що освітлюється, м$^2$; $S$ = 54 м$^2$;

$K_з$ - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; $K_з$ = 1,5;

$Z$ - коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z$ = 1,15 для ламп розжарювання ДРА, $Z$ = 1,1, для люмінесцентних ламп);

$Z$ = 1,1;

$\Phi_Л$ - світловий потік, лм;

$\Phi_Л$ = 5400 лм;

$\eta$ - коефіцієнт використання; $\eta$ = 0,51

$$N = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}1}{2 \cdot 5400 \cdot 0{,}51} = 5{,}9$$

Приймаємо 6 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в два ряди по 4 штук в кожному. Оскільки довжина світильника мало що більша за довжнику люмінесцентної лампи, встановленої в нього, то загальна довжина усіх світильників ($\sum L_{СВ}$) у ряді становить

$$\sum L_{СВ} = l \cdot n \qquad (4.3)$$

де, $l$ - довжина люмінесцентної лампи, м;

$l$ = 1,5м;

$n$ - кількість ламп, шт.;

$n$ = 12 шт.

$\sum L_{СВ}$ = 1,5·5 = 18м

Визначимо сумарну електричну потужність ($\sum P_{СВ}$) усіх світильників, встановлених в приміщенні

$$\sum P_{СВ} = P_{Л} \cdot N \cdot n \text{ , Вт} \qquad (4.4)$$

$$\sum P_{СВ} = 40 \cdot 6 \cdot 12 = 2880 \text{Вт}$$

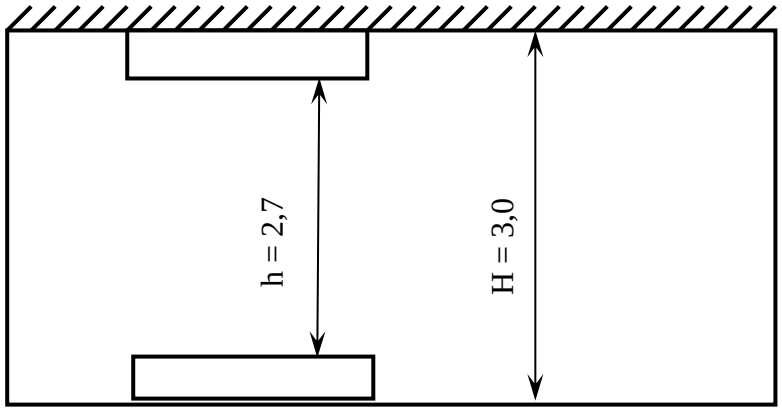



Рисунок 4.1 - Схема розташування світильників

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі викладеного в кваліфікаційній роботі бакалавра можна зробити наступні висновки:

Аналіз технічних характеристик автомобіля КрАЗ-6437: У першому розділі дослідили основні технічні характеристики та паливно-економічні показники двигуна, що є фундаментальною базою для розуміння робочих процесів та ефективності автомобіля. Встановлення залежностей між крутним моментом, потужністю та частотою обертання вала двигуна дозволяє глибше зрозуміти динамічні характеристики і вплив швидкості руху на витрати палива.

В другому розділі розраховано план виробничої програми для дільниці поточного ремонту, що є ключовим для планування робочого процесу та оптимізації завантаження ресурсів.

Розроблено детальний технологічний процес поточного ремонту паливного насоса високого тиску. Це дозволяє забезпечити високу якість ремонту та підвищити надійність паливної системи.

Технічне оновлення та реконструкція: Ви провели технічне оновлення та реконструкцію дільниці поточного ремонту, що сприяє покращенню умов праці, підвищенню ефективності виробництва та відповідності сучасним вимогам технологічного процесу.

У четвертому розділі були розглянуті питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці. Це важливо для забезпечення безпеки працівників та створення здорового робочого середовища.

В цілому, ваша кваліфікаційна робота бакалавра показує глибоке розуміння необхідності технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів, а також важливість оновлення виробничих дільниць і дотримання вимог безпеки на робочому місці.

# БІБЛІОГРАФІЯ


1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.
3. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
4. 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.
5. 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.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
7. Трактори і автомобілі: Підручник / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча, С.О. Войцехівський. – К.: вища освіта, 2003, – 560с.
8. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: навч. посібн. для студентів ЗВО. – Видавництво «Каравела», 2022. – 232 с.
9. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
10. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник – Харків: Точка, 2014. – 148 с.
11. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014.

12. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

13. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах - К.: Логос, 1996. - 348 с.

14. Положення про технічне обслуговування та ремонті дорожніх транспортних засобів -К.: ГОСАВТОТРАНС ДНІПРОЕКТ, 2001 - 129с.

15. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.

16. Афанасьев Л.Л., Маслов А.А., Колясинский Б.С. Гаражі та станції технічного обслуговування автомобілів. Вид-во Транспорт 1980 – 216с.

17. Закон України «Про охорону праці». – Харків: Вид-во «ФОРТ», 2003.- 32 с.

18. НАОП 60.2-3.06-98 «Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту».

19. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В.

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

21. The Science of Supercars: The technology that powers the greatest cars in the world / Martin Roach, Neil Waterman, John Morrison. – Mitchell Beazley, 2018. – 224 p.

22. Gordon A. A. Wilson, Steve Hinton JR. The Merlin: The Engine That Won the Second World War. – Amberley Publishing, 2020. – 256 p.

23. How Car Engine Works?: internal combustion engine An under the hood, Car Science, engine parts, inline engine, V engine, four stroke engine / KHT Mecheng, 2021. – 42 p..

# ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

1.2 Визначення потужності двигуна та побудова його зовнішньої швидкісної характеристики

$G_a$ – повна вага автотранспортного засобу, Н;

$V_{\max}$ – максимальна швидкість, відповідна технічній характеристиці автотранспортного засобу, м/с;

$f_v$ – коефіцієнт опору коченню, відповідний максимальній швидкості;

$f_0$ – коефіцієнт опору коченню, відповідний невеликим швидкостям руху (встановлюється завданням). При швидкості менше 15…16 м/с значення коефіцієнта опору коченню $f_v$ приймається постійним, рівним $f_0$;

$K_B$ – коефіцієнт обтічності, Н·с$^2$/м$^4$ (приймається по прототипу);

$F$ – площа лобового опору;

Ва – габаритна ширина автомобіля, м;

На – габаритна висота автомобіля, м;

$\eta_{TP}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

а, в, с – коефіцієнти, залежні від типу двигуна та конструкції камери згорання;

$\omega_{\min}$ – мінімальна кутова швидкість колінчастого валу на холостому ході, знаходиться в межах 50…80 рад/с. Приймаємо $\omega_{\min} = 60$ рад/с;

$\omega_M$ – швидкість обертання колінчастого валу при максимальному крутному моменті Mmax. Приймаємо $\omega_M = 157$ рад/с;

$\omega_N$ – швидкість обертання колінчастого валу при максимальній потужності Nмах. Приймаємо $\omega_N = 220$ рад/с;

$\omega_{\max} = \omega_V$ – максимальна кутова швидкість колінчастого валу вибирається із співвідношень $\omega_V / \omega_N$;

1.3 Визначення паливної економічності автомобіля КрАЗ-6437

$\rho_T$ – щільність палива $г/см^3$,

для бензину $\rho_T$ =0,75 $г/см^3$,

для дизельного палива $\rho_T$ =0,82 $г/см^3$;

$g_e$ – питома ефективна витрата палива, г/кВт ч;

$g_{eN}$ – питома витрата палива при $N_{емах}$;

$K_И$ – коефіцієнт, що враховує залежність $g_e$ від коефіцієнта використання потужності $И$;

$K_Ч$ - коефіцієнт, що враховує залежність $g_e$ від частоти обертання колінчастого валу двигуна *n*;

$K_P$ – коефіцієнт корекції зовнішньої швидкісної характеристики двигуна ($K_P$ =0,95);

*iкп.в* – передавальне відношення вищої передачі КПП;

$i_0$ – передавальне відношення головної передачі;

*iр.к.* – передавальне відношення роздаточної коробки;

$r_k$ – радіус кочення колеса автомобіля;

2.3 Трудомісткість поточного ремонту автомобіля КрАЗ-6437

tн – нормативна питома трудомісткість, люд.год;

tн = 8,5 люд.-год;

К1 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від умов експлуатації;

К2 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від модифікації;

К3 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від природно-кліматичних умов;

К4 – коефіцієнт коректування питомої трудомісткості залежно від пробігу з початку експлуатації, при пробігу до капітального ремонту автомобіля КрАЗ-6437 $Lкр = 300$ тис. км;

К5 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від кількості обслуговуючих автомобілів;

Lc.c – середньодобовий пробіг, км, приймаємо Lc.c = 200 км.

Дроб – кількість днів роботи підприємства в році, приймаємо Дроб = 305 днів.

Асп – облікова кількість автомобілів, шт.

2.5 Визначення кількості постів зони ПР

СПР – частка постових робіт ПР;

Кн.п – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР.

пс – кількість змін роботи зони ПР, штук.

tc – тривалість зміни ПР, час.

РПР – середня кількість робочих зайнятих одночасно на посту ПР, чол.

$\varphi_n$ – коефіцієнт використання часу поста ПР.

q – коефіцієнт враховує чисельність робочих після змін в зоні ПР.

3.2.2 Розрахунок клиноремінної передачі стенду

Ср – коефіцієнт режиму роботи для насосів;

А – площа перетину прийнятого до установки ременя, мм2;

Е – модуль подовжньої пружності, МПа;

δ – товщина ременя, мм;

σу – межа витривалості для клинових ременів, МПа;

m – показник ступеня для клинових ременів, m = 8;

Си – коефіцієнт, що враховує зовнішнє передавальне число;

Сн – коефіцієнт враховує непостійність навантаження.

3.2.3 Розрахунок валу з'єднання шківа з валом муфти насоса

ωдв – кутова швидкість валу двигуна;

[τ] – конічна напруга, що допускається, на кручення, [τ] = 20 МПа.

3.2.4 Розрахунок підшипників валу

Х – коефіцієнт радіального навантаження;

V – коефіцієнт обертання кільця;

Fr = RA – радіальне навантаження, н;

Кδ – коефіцієнт безпеки;

Кт – температурний коефіцієнт, що враховує температуру підшипника.

3.3.2 Площа дільниці ПР паливної апаратури

Fобл – площа зайнята обладнанням та інвентарем, м$^2$;

Кп – коефіцієнт переходу від площі, зайнятої обладнанням та інвентарем, до загальної площі дільниці.