

*БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА*

*БР.АТ– 88.00.00.000 ПЗ*

*АТ-23-1К*

*Едуард Ковальчук*

*2025*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки і робототехніки

Кафедра Автомобільного транспорту

Ковальчук Едуард Миколайович

УДК 629.1.07

## **БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**Тема: Удосконалення технології поточного ремонту штовхачів клапанів двигунів в умовах навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії,**

**ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ.**

(назва згідно з наказом ректора)

**Автомобільний транспорт**

(назва освітньої програми)

**274 – Автомобільний транспорт**

(шифр і назва спеціальності)

Студент \_\_\_\_\_ Е.М. Ковальчук  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Прунько Ігор Богданович, к.т.н, доцент.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

завідувач кафедри автомобільного транспорту

д.т.н, професор. \_\_\_\_\_ С.І. Криштопа  
(посада) (підпис) (дата) ініціали та прізвище)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

**Івано-Франківськ - 2025**

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завкафедрою АТ

\_\_\_\_\_ С.І. Криштопа

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Ковальчук Едуард Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема: Удосконалення технології поточного ремонту штовхачів клапанів двигунів в умовах навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, \_\_\_\_\_ м. Івано-Франківськ.

затверджена наказом по університету від \_\_\_\_\_ 2025 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 19.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: Базові моделі для розрахунків: КамАЗ-5320. Середньо-добовий пробіг  $L_{сл1}$  – 100 км. ГАЗ-33023. Середньо-добовий пробіг  $L_{сл2}$  – 110 км. Категорія умов експлуатації –

І. Кількість днів роботи в році – 255. Решту необхідних даних взяти за даними підприємства. Після приведення кількість автомобілів збільшити на 20%.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ. 1 Експлуатаційна частина. 2 Технологічний розрахунок. 3 Технологічний план підприємства з будівельною частиною. 4 Технічний проект зони. 5 Організація і управління виробництвом. 6 Науково-дослідна частина. 7 Техніко-економічне обґрунтування проекту. Висновки. Список посилань на джерела. Додатки.

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

1. Мета і задачі роботи.

2. Генеральний план підприємства.

3. Виробничий корпус.

4. Технологічний план зони діагностики.

5. Технологічний план електротехнічної дільниці.

6. Технологічний план зварювальної дільниці.

7. Науково-дослідна частина лист 1.

8. Науково-дослідна частина лист 2.

9. Техніко-економічне обґрунтування проекту.

10. Висновки

Керівник \_\_\_\_\_ І. Прунько  
(Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Е. Ковальчук  
(Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Номер і назва етапів проекту (роботи)  | Термін виконання етапів проекту | Примітка |
|--|---------------------------------|----------|
| Вступ. 1 Експлуатаційна частина.   | 16.04.2025 р.                   |          |
| 2 Технологічний розрахунок.  | 24.04.2025 р.                   |          |
| 3 Технологічний план підприємства з будівельною частиною.                                  | 01.05.2025 р.                   |          |
| 4 Технічний проект ділянки.  | 10.05.2025 р.                   |          |
| 5 Організація і управління виробництвом. 6. Науково-дослідна частина.                      | 20.05.2025 р.                   |          |
| 8 Техніко-економічне обґрунтування проекту. Висновки. Список посилань на джерела. Додатки. | 17.06.2025 р.                   |          |
| Готовність проекту до попереднього захисту   | 19.06.2025 р.                   |          |

Бакалавр \_\_\_\_\_ Е. Ковальчук  
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник роботи \_\_\_\_\_ І. Прунько  
Особистий підпис Розшифровка підпису

## АНОТАЦІЯ

Ковальчук Е.М.

Удосконалення технології поточного ремонту штовхачів клапанів двигунів в умовах навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ.

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт».

Заклад освіти Івано-Франківський національний технічний університету нафти і газу.

Івано-Франківськ, 2025 рік.

Робота містить 132 сторінки, 18 таблиць, 16 рисунків, список літератури з 29 найменувань.

У бакалаврській роботі розглянуті можливості підвищення ефективності і якості робіт по технічному обслуговуванню та поточному ремонті автомобілів шляхом оптимізації вдосконалення процесів ТО і ПР автомобілів.

Робота виконана на базі Навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ.

У роботі проаналізовані особливості технічного обслуговування та ремонту пасажирського міського транспорту, наведена характеристика підприємства.

За результатами дослідження розроблені пропозиції щодо реорганізації ТО і ПР, розрахована економічна ефективність запропонованих заходів.

Проведено патентний пошук та запропоновано шляхи підвищення зносостійкості та відновлення розмірних параметрів штовхачів методом електроіскрового легування.

Одержані результати можуть бути використані підприємствами пасажирського автотранспорту як один із напрямів підвищення економічної ефективності роботи підприємства.

АВТОБУС, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЕЛЕКТРОІСКРОВЕ ЛЕГУВАННЯ, ШТОВХАЧ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ

## ABSTRACT

Kovalchuk E.M.

Improving the technology of routine repair of engine valve tappets in the conditions of the educational-scientific-production motor transport laboratory, IFNTUNG, Ivano-Frankivsk.

Specialty 274 "Motor transport".

Educational institution Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas.

Ivano-Frankivsk, 2025.

The work contains 132 pages, 18 tables, 16 figures, a list of references of 29 titles.

The bachelor's thesis considers the possibilities of increasing the efficiency and quality of work on technical maintenance and routine repair of vehicles by optimizing the improvement of the processes of MOT and PR of vehicles.

The work was carried out on the basis of the Educational-Scientific-Production Motor Transport Laboratory, IFNTUNG, Ivano-Frankivsk.

The paper analyzes the features of maintenance and repair of passenger city transport, provides a description of the enterprise.

Based on the results of the study, proposals for the reorganization of maintenance and repair were developed, the economic efficiency of the proposed measures was calculated.

A patent search was conducted and ways to increase wear resistance and restore the dimensional parameters of pushers by the method of electric spark alloying were proposed.

The results obtained can be used by passenger transport enterprises as one of the directions for increasing the economic efficiency of the enterprise.

BUS, MAINTENANCE, ELECTRIC SPARK ALLOYING, PUSHER,  
ECONOMIC FEASIBILITY

# Зміст

|  | с.  |
|--|-----|
| Перелік основних позначень, скорочень, символів і одиниць..... | 6   |
| Вступ.....   | 7   |
| 1. Експлуатаційна частина .....                                | 10  |
| 2. Технологічний розрахунок .....                              | 19  |
| 3. Технологічний план підприємства з будівельною частиною..... | 40  |
| 4. Технічний проект зони.....                                  | 42  |
| 5. Організація і управління виробництвом ТО і ПР.....          | 47  |
| 6. Науково-дослідницька частина.....                           | 64  |
| 7. Техніко-економічне обґрунтування проекту .....              | 97  |
| Висновок.....  | 112 |
| Перелік посилань на джерела.....                               | 114 |
| Додатки.....   | 118 |

| Змн.      | Лист | № докум.       | Підпис | Дата | БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ  |                           |      |         |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|---------------------------|------|---------|
| Розробив  |      | Ковальчук Е.М. |        |      | Удосконалення технології поточного ремонту штовхачів клапанів двигунів в умовах навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ.<br>Пояснювальна записка | Літ.                      | Арк. | Акрушів |
| Перевірів |      | Прунько І.Б.   |        |      |  | 5                         | 132  |         |
| Реценз.   |      |                |        |      |  | <b>ІФНТУНГ ,АТз-23-1К</b> |      |         |
| Н. Контр. |      | Прунько І.Б.   |        |      |  |                           |      |         |
| Затвердив |      | Криштопа С.І.  |        |      |  |                           |      |         |

## Перелік основних позначень, скорочень, символів і одиниць

ВТТ – відділення технологічного транспорту;

АТЗ – автотранспортний засіб;

ПР – поточний ремонт;

ТО-1 – технічне обслуговування №1;

ТО-2 – технічне обслуговування №2;

СО – сезонне обслуговування;

ЩО – щоденне обслуговування;

КР – капітальний ремонт;

Д-1 – діагностування №1;

Д-2 – діагностування №2;

км – кілометр;

м – метр;

мм – міліметр;

см – сантиметр;

м<sup>2</sup> – квадратний метр;

га – гектари;

кг – кілограм;

год – години;

хв – хвилини;

с – секунди;

с. – сторінка;

т – тони;

чол – чоловік;

*люд·год* – людино години ;

*мото·год* – мотогодини;

Н – ньютони;

Па – паскалі.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## Вступ

Автомобільні парки сучасних автогосподарств поповнюється автотранспортними засобами нових конструкцій, що використовують альтернативні види палив, вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується кількість дизельного парку. Зростає кількість транспортних засобів великої вантажопід'ємності та пасажировмістимості.

Утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь має великі ресурсні витрати.

Так ускладнення конструкції автомобілів спричинює збільшення обсягу робіт по технічному обслуговуванні і ремонту, зростання затрат на забезпечення працездатності.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах країни веде до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а зниження рівня токсичності відпрацьованих газів значною мірою забезпечується справністю системи живлення і запалювання та рівнем технологічного обслуговування, засобів і методів діагностування цих систем. Економія паливних, енергетичних, матеріальних та сировинних ресурсів у процесі експлуатації автомобілів істотно залежать від їхнього технічного стану, рівня організації матеріально-технічного постачання і процесів перевезення, зберігання і нормування витрат експлуатаційних матеріалів та запасних частин на автотранспортних підприємствах.

Збереженість автотранспортних засобів та їх готовність до здійснення перевезень багато в чому залежить від організації методів і засобів міжзмінного зберігання. На рівень технічної готовності автотранспортних засобів і величину одночасних і поточних матеріальних затрат на утримання істотно впливають методи проектування нових об'єктів автомобільного транспорту, а також реконструкції і технічного переоснащення діючих автотранспортних, авто і обслуговуючих і авторемонтних підприємств.

Розробка нових та вдосконалення існуючих технологічних процесів діагностування, технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу,

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

технологічного проектування зон і ділянок автотранспортного підприємства, організації робочих місць для реалізації технічного обслуговування та поточного ремонту є однією з актуальних задач дипломного проектування.

Дипломний проект є завершальним етапом навчання у вузі. Він дає можливість застосувати раніше вивчений теоретичний матеріал як по технічній експлуатації автомобілів, так і по інших предметах і відіграє важливу роль у підготовці майбутнього інженера-механіка до самостійної роботи на автотранспортних підприємствах і в науково-дослідних закладах.

#### Актуальність теми.

Організація ТО і ПР дуже складна і відповідальна справа. Організація ТО на науковій основі дозволить оптимізувати затрати робочого часу і значно знизити собівартість технологічних операцій.

Пропонується застосування електроіскрового легування для реставрації штовхачів клапанів.

Враховуючи наведені факти можна зробити висновок, що завдання, поставлені в бакалаврській роботі актуальні і своєчасні.

#### Мета і задачі дослідження

Проведення дослідження у напрямку застосування методу електроіскрового легування деталей для зміцнення деталей автотранспортного підприємства. Отримання відповідних результатів та надання рекомендацій виконання яких допоможе підвищити зносостійкість штовхачів клапанів.

*Об'єкт дослідження* – об'єктом дослідження є штовхач клапана двигуна.

*Предмет дослідження* – процес нанесення захисного покриття методом електродугової металізації.

*Методи дослідження* – аналіз наявних літературних досліджень, експериментальні дослідження та проведення математичних розрахунків.

#### Практичне значення одержаних результатів

Запропоновані в бакалаврській роботі заходи інноваційного характеру, а саме розроблений план реконструкції підприємства та його переоснащення новим

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

обладнанням, заходи з охорони праці, безпеки руху запропоновані керівництву підприємства для впровадження.

Результати наведені в роботі будуть корисні при виконанні робіт на підприємстві під час проведення процесу напилення покриття, що допоможе збільшити довговічність штовхачів клапанів і відновлення їх розмірних параметрів.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

# 1 Експлуатаційна частина

## 1.1 Призначення підприємства – навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Навчально-науково-виробнича автотранспортна лабораторія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу займається перевезенням різноманітних вантажів та пасажирів. Вантажні перевезення складають будівельні матеріали, які призначені для ремонту навчальних корпусів, гуртожитків та інших споруд, які знаходяться на території університету, а також для будівництва інших споруд.

Пасажирські перевезення здійснюються трьома автобусами, що забезпечують доставку студентів на місця проходження практики, проведення екскурсій та інші види пасажирських перевезень на замовлення. За допомогою тракторної техніки проводяться роботи по самообслуговуванню - вивіз сміття з території університету, а взимку - прибирання снігу.

Середньоспискова кількість робітників становить: 5 слюсарів-ремонтників, 16 водіїв, 5 інженерно-технічних працівників, 2 сторожі.

В центральній частині території підприємства розташована стоянка автомобілів.

Підприємство має на своїй території склад паливних матеріалів та запасних частин. Для щоденного обслуговування автомобілів на підприємстві встановлена естакада.

Територія підприємства становить площу в 5400м<sup>2</sup> і в плані має форму прямокутника розміром 90х60м.

## 1.2 Режим роботи підприємства

Працівники даного підприємства працюють в одну зміну, їх робочий день складає 8 годин - з 8 години ранку до 5 години вечора. Кількість робочих днів

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

підприємства у році становить 255 днів. При необхідності використовується понаднормова робота працівників у випадках термінового ремонту автотранспорту для вчасного надання транспортних послуг згідно з договором.

При 8 годинному робочому дні передбачена обідня перерва тривалістю 1 година - з 12:30 до 13:30. Працівникам, які працюють в шкідливих умовах для здоров'я, додатково надається 15-ти хвилинна перерва кожних дві години.

Категорія умов експлуатації є різною в межах одного маршруту, тобто на одному і тому ж самому маршруті зустрічається як II так і III категорія. Робота рухомого складу ускладнена іншими факторами, а саме: погані, а в деяких випадках незадовільні дорожні умови, трудомісткий і довготривалий процес вантаження-розвантаження, розосередженість

об'єктів будівництва, неможливість швидкого і перебазування механізмів та спецтехніки.

### **1.3 Склад парку автотранспортного господарства**

Автотранспортне господарство ННВАЛІ ІФНТУНГ - це різномарковий парк автотранспортних засобів. Тип АТП — вантажо-пасажирське. Основну частину автоколони складають вантажні автомобілі, які виконують перевезення різноманітних будівельних матеріалів та вантажів на замовлення інших організацій та фізичних осіб.

Крім вантажних автомобілів до складу парку входять кілька автобусів, які здійснюють перевезення працівників на об'єкти, де ведуться будівельні роботи, а також студентів та викладачів на місця проходження практики.

Перелік рухомого складу ННВАЛІ ІФНТУНГ за 2024 рік наведений в таблиці 1.1.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 1.1 – Списковий склад парку ННВАЛ ІФНТУНГ

| Марка автомобіля |   |
|------------------|---|
| ГАЗ-33023        | 1 |
| ГАЗ-5312         | 1 |
| ГАЗ-31029        | 1 |
| УАЗ-3303         | 1 |
| УАЗ-3741         | 1 |
| УАЗ-31519        | 1 |
| ВАЗ-21061        | 1 |
| ВАЗ-21073        | 1 |
| Toyota COASTER   | 1 |
| Nissan MAXIMA    | 1 |
| ГАЗ-6601         | 3 |
| ГАЗ-53А          | 2 |
| ЗИЛ-130Г         | 1 |
| ЗИЛ-131          | 2 |
| КАВЗ             | 1 |
| ЛАЗ-699Р         | 1 |
| КамАЗ -5320      | 1 |
| Ікарус           | 1 |
| КрАЗ             | 1 |
| ЮМЗ              | 1 |
| МТЗ-50           | 1 |

Всього рухомий склад налічує 26 автомобілів. Технічний стан рухомого складу складає в середньому 0,5 пробігу до капітального ремонту (КР). Категорія умов експлуатації автомобілів в місті і за межами міста. Природно-кліматичні умови – помірного типу.

Режим роботи рухомого складу підприємства складає 255 днів в році.

Типові маршрути по яких здійснюється експлуатація автомобілів:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

- Івано-Франківськ – Калуш
- Івано-Франківськ – Долина
- Івано-Франківськ – Болехів
- Івано-Франківськ – Стрий
- Івано-Франківськ – Львів
- Івано-Франківськ – Городенка
- Івано-Франківськ – Тлумач
- Івано-Франківськ – Галич
- Івано-Франківськ – Тернопіль
- Івано-Франківськ – Київ

Аналіз показує, що це, як правило маятникові маршрути руху автомобілів.

Для проекту вдосконалення автотранспортного підрозділу ННВАЛ ІФНТУНГ вибираються дві моделі рухомого складу, які приймаються за базові. В даному проекті задані наступні моделі: КамАЗ-5320 та ГАЗ-33023.

### 1.3.1 Технічна характеристика автомобіля КамАЗ-5320

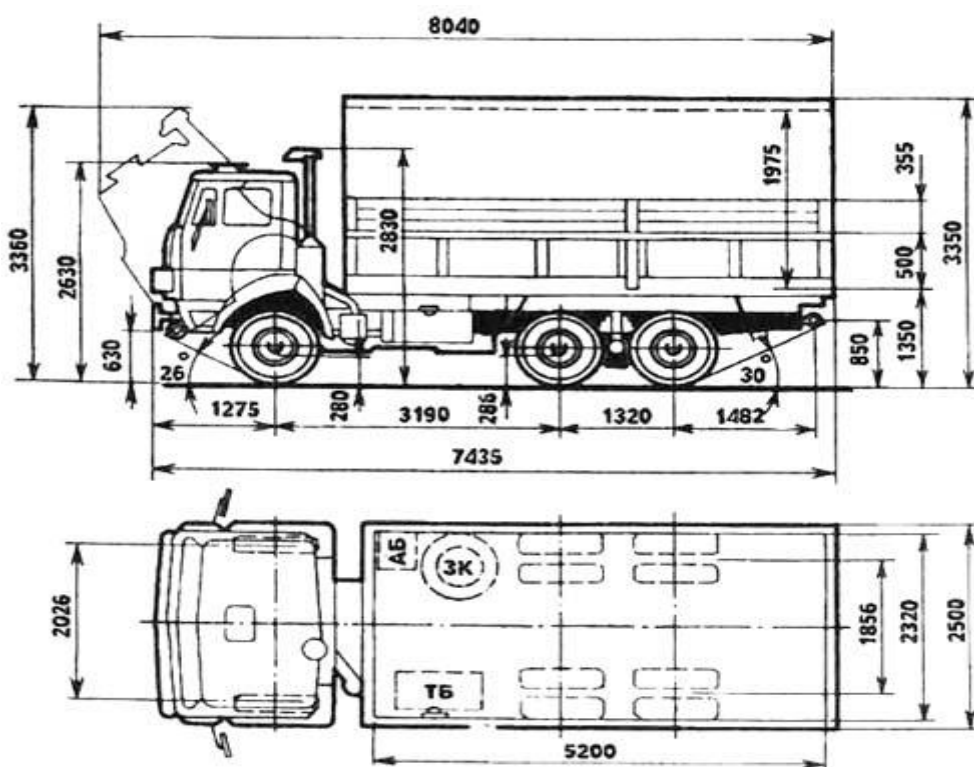


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри автомобіля КамАЗ-5320

Технічна характеристика даного автомобіля приведена в таблиці 1.2.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика автомобіля КамАЗ-5320

| Основні дані                                       | Числове значення |
|--|------------------|
| Вантажопідйомність, кг                             | 8000             |
| Споряджена маса, кг                                | 7080             |
| У тому числі:                                      |                  |
| на передню вісь                                    | 3320             |
| на візок   | 3760             |
| Повна маса, кг                                     | 15305            |
| У тому числі:                                      |                  |
| на передню вісь                                    | 4375             |
| на візок   | 10930            |
| Припустима маса причепа, кг                        | 11500            |
| Повна маса автопоїзда, кг                          | 26805            |
| Макс. швидкість автомобіля, км/г                   | 80               |
| Те ж, автопоїзда                                   | 80               |
| Час розгону автомобіля до 60 км/ч, сек.            | 35               |
| Те ж, автопоїзда                                   | 70               |
| Макс. подоланий підйом автомобілем, %              | 30               |
| Те ж, автопоїздом                                  | 18               |
| Вибіг автомобіля з 50 км/г, м                      | 700              |
| Гальмовий шлях автомобіля з 60 км/г, м             | 36,7             |
| Те ж, автопоїзда                                   | 38,5             |
| Контрольна витрата палива, л/100 км<br>автомобіля: |                  |
| при 60 км/г  | 23,0             |
| при 80 км/г  | 29,6             |
| Те ж, автопоїзда:                                  |                  |
| при 60 км/г  | 32,5             |
| при 80 км/г  | 43,7             |
| Радіус повороту, м:                                |                  |
| по зовнішньому колесу                              | 8,5              |
| габаритний   | 9,3              |

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 14   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

### 1.3.2 Технічна характеристика автомобіля ГАЗ-33023

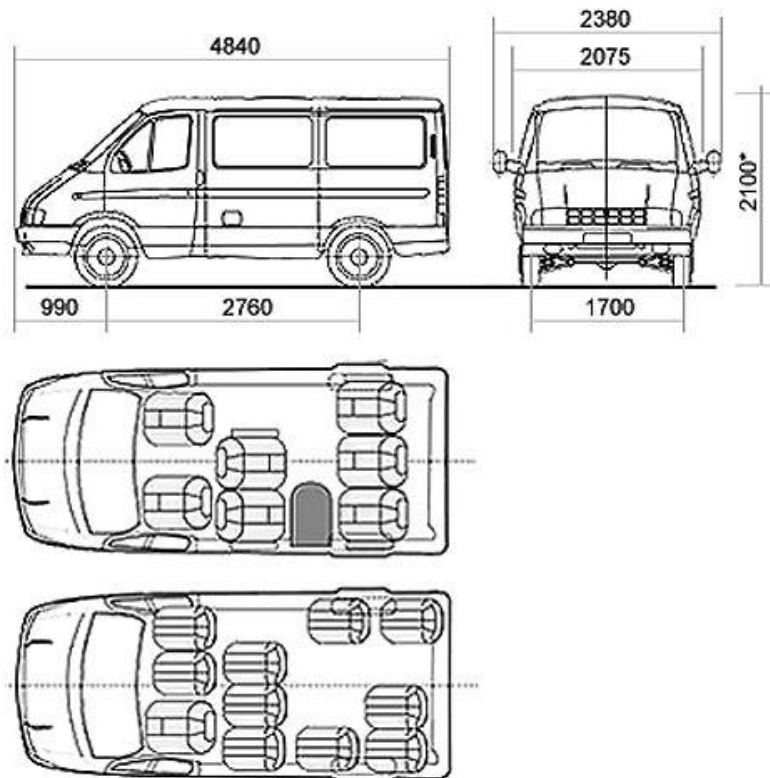


Рисунок 1.2 – Габаритні розміри автомобіля ГАЗ-33023

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика автомобіля ГАЗ-33023

| Основні дані                                    | Числове значення |
|---|------------------|
| Пасажиропідйомність, чол..                      | 12               |
| Споряджена маса, кг                             | 2800             |
| Макс. швидкість автомобіля, км/г                | 125              |
| Контрольна витрата палива, л/100 км автомобіля: |                  |
| при 60 км/г                                     | 10,1             |
| при 80 км/г                                     | 11,3             |
| Радіус повороту, м                              |                  |
| по осі зовнішнього переднього колеса            | 5,9              |
| зовнішній габаритний                            | 6,6              |

## 1.4 Обґрунтування доцільності проекту вдосконалення автопідприємства ННВАЛ ІФНТУНГ

На підприємстві спостерігається значне скорочення виробничо-технічної бази, і в першу чергу обладнання для технічного обслуговування і поточного ремонту автотранспортних засобів. Тому підбір необхідного технологічного обладнання, його розміщення на технологічних ділянках у відповідності до передових методів організації технологічного процесу ТО і ПР є актуальним.

Рухомий склад підприємства на даний час є недостатньо технічно справним, виробничі площі підприємства не відповідають вимогам експлуатації великогабаритного і складного за своєю будовою рухомого складу.

В наслідок цих та інших, вказаних вище факторів реконструкція ННВАЛ ІФНТУНГ є нагальною і необхідною.

## 1.5 Приведення різномаркового парку ННВАЛ ІФНТУНГ до основних марок

Приведення проводимо для двох основних моделей: КамАЗ-5320 та ГАЗ-33023. Дизельні приводяться до КамАЗ-5320 а всі інші до ГАЗ-33023.

1.5.1 Приведена сумарна трудомісткості ТО і ПР АТЗ обчислюється за формулою:

$$t_{np.c} = t_{щО} + \frac{t_1}{l_1} L_{cd} + \frac{t_2}{l_2} L_{cd} + \frac{t_{пР}}{1000} L_{cd}; \quad (1.1)$$

де  $t_{щО}$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_{пР}$  - питомі трудомісткості відповідно ЩО, ТО-1, ТО-2 в люд·год, ПР в люд·год/1000км;

$l_1$ ,  $l_2$ ,  $L_{cd}$  - відповідно періодичність ТО-1, ТО-2 та середньодобовий пробіг, км.

1.5.2 Коефіцієнт приведення обчислюється за формулою:

$$K_{np} = \frac{t_{np.c}}{t_{np.c.ОСН}}; \quad (1.2)$$

де  $t_{np.c.ОСН}$  - приведена сумарна трудомісткість основної марки.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

1.5.3 Приведена кількість автомобілів обчислюється за формулою:

$$A_{np} = A_i \cdot K_{np} ; \quad (1.3)$$

де  $A_i$  - інвентарна кількість автомобілів даної марки.

Результати розрахунку приведення різномарочного парку до основних моделей приведені в додатках А і Б.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку приведення автомобілів з дизельним двигуном до марки КамАЗ-5320

| Моделі, що приводяться | $t_{щод} \cdot \text{люд} \cdot \text{год}$ | $t_1 \cdot \text{люд} \cdot \text{год}$ | $t_2 \cdot \text{люд} \cdot \text{год}$ | $\frac{t_{ПР} \cdot \text{люд} \cdot \text{год}}{1000 \text{ км}}$ | $l_1, \text{ км}$ | $l_2, \text{ км}$ | $l_{сод}, \text{ км}$ | $K_{np}$ | $t_{сум}$ | $A_i$ | $A_{np}$ |
|------------------------|---|---|---|--|-------------------|-------------------|-----------------------|----------|-----------|-------|----------|
| КамАЗ                  | 0,75  | 3,4                                     | 13,8                                    | 6,7  | 20000             | 5000              | 110                   | 1,000    | 1,638     | 1     | 1        |
| Ікарус                 | 1,4   | 10                                      | 40                                      | 9  | 16000             | 4000              | 105                   | 1,752    | 2,87      | 1     | 1,752    |
| КрАЗ                   | 0,67  | 3,5                                     | 14,7                                    | 6,7  | 16000             | 4000              | 105                   | 0,954    | 1,562     | 1     | 0,954    |
| ЮМЗ                    | 0,3   | 2                                       | 7                                       | 150  | 240               | 60                | 4                     | 0,702    | 1,15      | 1     | 0,702    |
| МТЗ-50                 | 0,3   | 2                                       | 7                                       | 150  | 240               | 60                | 3                     | 0,572    | 0,938     | 1     | 0,572    |
| Всього                 |   |   |   |  |                   |                   |                       |          |           | 5     | 4,981    |

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку приведення карбюраторних автомобілів до марки ГАЗ-33023

| Моделі, що приводяться | $t_{щод.}$<br>люд·год | $t_1$ ,<br>год·год | $t_2$ ,<br>люд·год | $t_{пр}$ ,<br>$\frac{люд \cdot год}{1000 км}$ | $l_1$ ,<br>км | $l_2$ ,<br>км | $l_{сд}$ ,<br>км | $K_{пр}$ | $t_{сум}$ | $A_i$ | $A_{пр}$  |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---|---------------|---------------|------------------|----------|-----------|-------|-----------|
| ГАЗ-33023              | 0,3                   | 2,4                | 7,6                | 2,9   | 20000         | 5000          | 100              | 1.00     | 0.68      | 2     | 2.00<br>0 |
| ГАЗ-5312               | 0,42                  | 2,9                | 10,8               | 3,6   | 20000         | 5000          | 110              | 1.39     | 0.94      | 1     | 1.38      |
| ГАЗ-31029              | 0,5                   | 2,9                | 11,7               | 3,2   | 20000         | 5000          | 100              | 1.39     | 0.93      | 1     | 1.38      |
| УАЗ-3303               | 0,5                   | 4                  | 15                 | 4,5   | 20000         | 5000          | 100              | 1.64     | 1.10      | 1     | 1.63      |
| УАЗ-3741               | 0,5                   | 4                  | 15                 | 4,5   | 20000         | 5000          | 105              | 1.64     | 1.10      | 1     | 1.63      |
| УАЗ-31519              | 0,5                   | 4                  | 15                 | 4,5   | 20000         | 5000          | 100              | 1.68     | 1.13      | 1     | 1.67      |
| ВАЗ-21061              | 0,3                   | 2,3                | 9,2                | 2,8   | 20000         | 5000          | 100              | 0.99     | 0.67      | 1     | 0.99      |
| ВАЗ-21073              | 0,3                   | 2,3                | 9,2                | 2,8   | 20000         | 5000          | 100              | 0.99     | 0.67      | 1     | 0.99      |
| Toyota<br>COASTER      | 0,7                   | 5,5                | 18                 | 5,5   | 20000         | 5000          | 120              | 2.15     | 1.45      | 1     | 2.14      |
| Nissan MAXIMA          | 0,5                   | 2,9                | 11,7               | 3,2   | 20000         | 5000          | 130              | 1.51     | 1.02      | 1     | 1.51      |
| ГАЗ-6601               | 0,75                  | 3,4                | 13,8               | 6,7   | 16000         | 4000          | 120              | 2.73     | 1.84      | 3     | 8.18      |
| ГАЗ-53А                | 0,45                  | 3                  | 10,9               | 3,7   | 16000         | 4000          | 120              | 1.58     | 1.06      | 2     | 3.15      |
| ЗИЛ-130Г               | 0,5                   | 3,5                | 12,6               | 4   | 16000         | 4000          | 110              | 1.75     | 1.18      | 1     | 1.74      |
| ЗИЛ-131                | 0,5                   | 3,5                | 12,6               | 4   | 16000         | 4000          | 110              | 1.66     | 1.12      | 2     | 3.32      |
| КАвЗ                   | 0,7                   | 5,5                | 18                 | 5,5   | 20000         | 5000          | 110              | 2.26     | 1.52      | 1     | 2.25      |
| ЛАЗ-699Р               | 1                     | 7,5                | 31,5               | 6,8   | 20000         | 5000          | 100              | 2.94     | 1.98      | 1     | 2.94      |
| Всього                 |                       |                    |                    |   |               |               |                  |          |           | 21    | 36,97     |

## 2 Технологічний розрахунок

### 2.1 Особливості роботи автомобільної техніки

Робота автомобільної техніки ННВАЛ ІФНТУНГ складається з таких складників:

- робота по перевозці вантажів бортовими автомобілями (з причепом і без) в межах області, оцінюється пробігом автомобілів в тисячах кілометрів;
- робота по перевозці студентів до місця проходження практики в межах області, оцінюється пробігом автобусів в тисячах кілометрів;
- роботи по самообслуговуванню навчального закладу (вивіз сміття, розчистка снігу зимою і т.д.)

### 2.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми

Вихідними даними для розрахунку виробничої програми є:

- а) моделі рухомого складу, взяті за базові (КамАЗ-5320, ГАЗ-33023);
- б) приведена кількість рухомого складу до базових моделей (для ГАЗ-33023  $A_i = 37$  одиниць, для КамАЗ-5320  $A_i = 5$  одиниць);
- в) технічний стан рухомого складу - 50% до капітального ремонту ;
- г) середньо-добовий пробіг автомобілів (для ГАЗ-33023  $L_{co} = 100$  км, для КамАЗ-5320  $L_{co} = 110$  км);
- д) категорія умов експлуатації – II ;
- е) природно-кліматичні умови – помірного типу

### 2.3 Розрахунок виробничої програми з КР і ТО АТЗ

Для зручності проведення розрахунку приймаємо такі умовні індексні позначення: ГАЗ-33023 - 1, КамАЗ-5320- 2.

Розрахунок для автомобілів проводиться в кілометрах, середньодобові пробіги для даних марок по даним підприємства складають: 100 км для ГАЗ-33023 і 110 км для КамАЗ-5320

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

2.3.1 Тривалість роботи автомобіля до КР,  $L_{KP}$ , км, обчислюється за формулою:

$$L_{KP} = L_{KP}^H \cdot k_1, \quad (2.3)$$

де  $L_{KP}^H$  - нормативний пробіг до КР,

$$L_{KP}^{H1} = 300000 \cdot 0,9 = 270000 \text{ км}, \quad L_{KP}^{H2} = 300000 \cdot 0,9 = 270000 \text{ км}.$$

2.2.2 Тривалість роботи автомобіля до ТО-1,  $L_1$ , км обчислюється за формулою:

$$L_1 = L_1^H \cdot k_1, \quad (2.4)$$

де  $L_1^H$  - нормативний пробіг до ТО-1,  $L_1^{H1} = 4000$  км,  $L_1^{H2} = 4000$  км [1, с.8];

$k_1$  - коефіцієнт, який враховує умови експлуатації;  $k_1 = 1$  [1, с.16].

$$L_1^1 = 4000 \cdot 0,9 = 3600 \text{ км}, \quad L_1^2 = 4000 \cdot 1 = 3600 \text{ км}.$$

2.3.3 Пробіг до ТО-2,  $L_2$ , км обчислюється за формулою:

$$L_2 = L_2^H \cdot k_1, \quad (2.5)$$

де  $L_2^H$  - нормативний пробіг до ТО-2, км,  $L_2^{H1} = 16000$  км,  $L_2^{H2} = 16000$  км [1, с.8].

$$L_2^1 = 16000 \cdot 0,9 = 14400 \text{ км},$$

$$L_2^2 = 16000 \cdot 0,9 = 14400 \text{ км}.$$

## 2.4 Розрахунок кількості КР, ТО-2, ТО-1 і ЩО за цикл

2.4.1 Кількість КР на один АТЗ за цикл,  $N_{KP}$ , обчислюється:

$$N_{KP}^1 = N_{KP}^2 = \frac{L_{KP}}{L_{KP}^H}, \quad (2.6)$$

$$N_{KP}^1 = \frac{270000}{270000} = 1;$$

$$N_{KP}^2 = \frac{270000}{270000} = 1.$$

2.4.2 Кількість ТО-2 на один АТЗ за цикл  $N_2$ , обчислюється:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$N_2 = \frac{L_{KP}}{L_2} - N_{KP} \quad (2.7)$$

$$N^1_2 = \frac{270000}{14400} - 1 = 17,75 ;$$

$$N^2_2 = \frac{270000}{14400} - 1 = 17,75 .$$

2.4.3 Кількість ТО-1 на один АТЗ за цикл  $N_1$ , обчислюється:

$$N_1 = \frac{L_{KP}}{L_1} - N_2 - N_{KP}, \quad (2.8)$$

$$N^1_1 = \frac{270000}{3600} - 17,75 - 1 = 56,25 ;$$

$$N^2_1 = \frac{270000}{3600} - 17,75 - 1 = 56,25 .$$

2.4.4 Кількість ЩО на один АТЗ за цикл,  $N_{\text{ЩО}}$ , обчислюється:

$$N_{\text{ЩО}} = \frac{L_{KP}}{L_{\text{СД}}}, \quad (2.9)$$

де  $L_{\text{СД}}$  - середньодобовий пробіг автомобіля, год;

$$N^1_{\text{ЩО}} = \frac{270000}{100} = 2700 ;$$

$$N^2_{\text{ЩО}} = \frac{270000}{110} = 2454,55 .$$

## 2.5 Розрахунок коефіцієнта технічної готовності

2.5.1 Коефіцієнт технічної готовності за цикл на один АТЗ  $\alpha_T$ , обчислюється:

$$\alpha_T = \frac{D_{\text{ЕЦ}}}{D_{\text{ЕЦ}} + D_{\text{РЦ}}}, \quad (2.10)$$

де  $D_{\text{ЕЦ}}$  - кількість днів знаходження АТЗ в експлуатації,

$$D^1_{\text{ЕЦ}} = N^1_{\text{ЩО}} = 2700 ; D^2_{\text{ЕЦ}} = N^2_{\text{ЩО}} = 2454,55 .$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$D_{PC}$  - кількість днів знаходження АТЗ в ТО і ремонті;

$$D_{PC} = D_{KP} + D_{TOiPP} \frac{L_{KP}}{1000} k'_q, \quad (2.11)$$

де  $D_{KP}$  - кількість днів знаходження в КР,  $D_{KP}^1 = 20$ ;  $D_{KP}^2 = 22$  [2, с.50];

$D_{TOiPP}$  - кількість днів простою АТЗ в ТО і ремонті,  $D_{TOiPP}^1 = 0,35$ ;  
 $D_{TOiPP}^2 = 0,4$ , [2, с.55];

$k'_q$  - коефіцієнт, який враховує простої в ТО і ПР,  $k'_q = 1,2$ , [1, с.19];

$$D_{PC}^1 = 20 + 0,35 \frac{270000}{1000} 1,2 = 133,4 ;$$

$$D_{PC}^2 = 22 + 0,4 \frac{270000}{1000} 1,2 = 151,6 ;$$

$$\alpha_T^1 = \frac{2700}{2700 + 133,4} = 0,953 ;$$

$$\alpha_T^2 = \frac{2454,55}{2454,55 + 166} = 0,942 .$$

2.5.2 Річний пробіг одного автомобіля,  $L_P$ , км обчислюється:

$$L_P = D_{PP} \cdot L_{CD} \cdot \alpha_T, \quad (2.12)$$

де  $D_{PP}$  - кількість днів роботи в році підприємства,  $D_{PP} = 305$  днів.

$$L_P^1 = 255 \cdot 100 \cdot 0,953 = 24299,43 \text{ км};$$

$$L_P^2 = 255 \cdot 110 \cdot 0,942 = 26418,33 \text{ км}.$$

2.5.3 Коефіцієнт переходу від циклу до року  $\eta$ , обчислюється:

$$\eta = \frac{L_P}{L_{KP}}, \quad (2.13)$$

$$\eta^1 = \frac{24299,43}{270000} = 0,09 ;$$

$$\eta^2 = \frac{26418,33}{270000} = 0,098 .$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 2.6 Визначення кількості ТО і КР на весь парк за рік

2.6.1 Кількість КР за рік  $\sum N_{KP}^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_{KP}^P = N_{KP} \cdot \eta \cdot A_i, \quad (2.14)$$

$$\sum N_{KP}^{P1} = 1 \cdot 0,09 \cdot 37 = 3,33; \quad \sum N_{KP}^{P2} = 1 \cdot 0,098 \cdot 30 = 0,49.$$

2.6.2 Кількість ТО-2 за рік  $\sum N_2^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_2^P = N_2 \cdot \eta \cdot A_i, \quad (2.15)$$

$$\sum N_2^{P1} = 17,75 \cdot 0,09 \cdot 37 = 59,11; \quad \sum N_2^{P2} = 17,75 \cdot 0,098 \cdot 5 = 8,68.$$

2.6.3 Кількість ТО-1 за рік  $\sum N_1^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_1^P = N_1 \cdot \eta \cdot A_i, \quad (2.16)$$

$$\sum N_1^{P1} = 56,25 \cdot 0,09 \cdot 37 = 187,31; \quad \sum N_1^{P2} = 56,25 \cdot 0,098 \cdot 5 = 27,52.$$

2.6.4 Кількість ЩО за рік  $\sum N_{\text{ЩО}}^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_{\text{ЩО}}^P = N_{\text{ЩО}} \cdot \eta \cdot A_i, \quad (2.17)$$

$$\sum N_{\text{ЩО}}^{P1} = 2700 \cdot 0,09 \cdot 37 = 8990,79; \quad \sum N_{\text{ЩО}}^{P2} = 2454,55 \cdot 0,098 \cdot 5 = 1200,83.$$

2.6.5 Кількість СО за рік  $\sum N_{CO}^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_{CO}^P = 2 \cdot A_i \quad (2.18)$$

$$\sum N_{CO}^{P1} = 2 \cdot 37 = 74; \quad \sum N_{CO}^{P2} = 2 \cdot 5 = 10.$$

2.6.6 Кількість діагностувань Д-1 за рік  $\sum N_{D-1}^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_{D-1}^P = \sum N_1^P, \quad (2.19)$$

$$\sum N_{D-1}^{P1} = N_1^{P1} = 187,31; \quad \sum N_{D-1}^{P2} = N_1^{P2} = 27,52.$$

2.6.7 Кількість діагностувань Д-2 за рік  $\sum N_{D-2}^P$ , обчислюється за формулою:

$$\sum N_{D-2}^P = \sum N_2^P, \quad (2.20)$$

$$\sum N_{D-2}^{P1} = N_2^{P1} = 59,11; \quad \sum N_{D-2}^{P2} = N_2^{P2} = 8,68.$$

## 2.7 Розрахунок на парк за добу

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

2.7.1 Кількість ТО-2 за добу  $N_2^\partial$ , обчислюється за формулою:

$$N_2^\partial = \frac{\sum N_2^P}{D_{PP}}, \quad (2.21)$$

де,  $D_{PP}$  - кількість днів роботи в році зон ТО-1 – 255, ТО-2 – 255, ЩО – 305.

$$N_2^{\partial 1} = \frac{59,11}{255} = 0,23; \quad N_2^{\partial 2} = \frac{8,68}{255} = 0,03.$$

2.7.2 Кількість ТО-1 за добу  $N_1^\partial$ , обчислюється за формулою:

$$N_1^\partial = \frac{\sum N_1^P}{D_{PP}}, \quad (2.22)$$

$$N_1^{\partial 1} = \frac{187,31}{255} = 0,73; \quad N_1^{\partial 2} = \frac{27,52}{255} = 0,11.$$

2.7.3 Кількість ЩО за добу  $N_{\text{ЩО}}^\partial$ , обчислюється за формулою:

$$N_{\text{ЩО}}^\partial = \frac{\sum N_{\text{ЩО}}^P}{D_{PP}}, \quad (2.23)$$

$$N_{\text{ЩО}}^{\partial 1} = \frac{8990,79}{255} = 35,26; \quad N_{\text{ЩО}}^{\partial 2} = \frac{1200,83}{255} = 4,71.$$

2.7.4 Кількість Д-2 за добу  $N_{\text{Д-2}}^\partial$ , обчислюється за формулою:

$$N_{\text{Д-2}}^{\partial 1} = N_2^{\partial 1} = 0,23; \quad N_{\text{Д-2}}^{\partial 2} = N_2^{\partial 2} = 0,03. \quad (2.24)$$

2.7.5 Кількість Д-1 за добу  $N_{\text{Д-1}}^\partial$ , обчислюється за формулою:

$$N_{\text{Д-1}}^{\partial 1} = N_1^{\partial 1} = 0,73; \quad N_{\text{Д-1}}^{\partial 2} = N_1^{\partial 2} = 0,11. \quad (2.25)$$

## 2.8 Розрахунок річного об'єму робіт по ТО і ПР АТЗ

2.8.1 Розрахункова питома трудомісткість ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР відповідно  $t_{\text{ЩО}}$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ , ЛЮД-ГОД, і  $t_{\text{ПР}}$ , ЛЮД-ГОД/1000км [1, с.8].

$$t_{\text{ЩО}}^1 = 0,3; \quad t_1^1 = 2,4; \quad t_2^1 = 7,6; \quad t_{\text{ПР}}^1 = 2,9;$$

$$t_{\text{ЩО}}^2 = 0,75; \quad t_1^2 = 3,4; \quad t_2^2 = 13,8; \quad t_{\text{ПР}}^2 = 6,7.$$

2.8.2 Річна трудомісткість ЩО,  $T_{\text{ЩО}}$ , ЛЮД-ГОД, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ЩО}} = \sum N_{\text{ЩО}i}^P \cdot t_{\text{ЩО}}, \quad (2.26)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$T_{\text{цю}} = 8990,79 \cdot 0,3 + 1200,83 \cdot 0,75 = 3597,86 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.3 Річна трудомісткість СО,  $T_{\text{CO}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{CO}} = \sum N_{\text{CO}}^P \cdot t_2 \cdot K_{\text{оп}}, \quad (2.27)$$

де  $K_{\text{оп}}$  - коефіцієнт додаткових робіт ( $K_{\text{оп}} = 0,2$ ), [4, с.33];

$$T_{\text{CO}} = 0,2 \cdot 37 \cdot 7,6 + 0,2 \cdot 5 \cdot 13,81 = 140,08 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.4 Річна трудомісткість ТО-1,  $T_1$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_1 = \sum N_1^P \cdot t_1, \quad (2.28)$$

$$T_1 = 187,31 \cdot 2,4 + 27,52 \cdot 3,4 = 543,1 \text{люд} \cdot \text{год}.$$

2.8.5 Річна трудомісткість ТО-2,  $T_2$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_2 = \sum N_2^P \cdot t_2, \quad (2.29)$$

$$T_2 = 59,11 \cdot 7,6 + 8,68 \cdot 13,8 = 569,04 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.6 Річна трудомісткість робіт ПР  $T_{\text{ПР}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} \frac{L_P}{1000} A_i \quad (2.30)$$

$$T_{\text{ПР}} = 2,9 \frac{24299,43}{1000} 37 + 6,7 \frac{26418,33}{1000} \cdot 5 = 3492,34 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.7 Загальна річна трудомісткість профілактичних робіт ТО,  $T_{\text{ТО}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ТО}} = T_{\text{цю}} + T_1 + T_2 + T_{\text{CO}}, \quad (2.31)$$

$$T_{\text{ТО}} = 3597,86 + 543,1 + 569,04 + 140,08 = 4850,09 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.8 Загальна річна трудомісткість виробничих робіт,  $T_{\text{вир}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{вир}} = T_{\text{ТО}} + T_{\text{ПР}}, \quad (2.32)$$

$$T_{\text{вир}} = 4850,09 + 3492,34 = 8342,43 \text{люд} - \text{год}.$$

2.8.9 Загальна річна трудомісткість допоміжних робіт,  $T_{\text{доп}}$ , люд год, обчислюється за формулою:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$T_{\text{доп}} = b \cdot T_{\text{вир}}, \quad (2.33)$$

де  $b$  - коефіцієнт допоміжних робіт,  $b = 0,2$ ;

$$T_{\text{доп}} = 0,2 \cdot 8342,43 = 2085,61.$$

2.8.10 Загальна сумарна трудомісткість робіт, які виконуються в АТП,  $T_{\text{АТП}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{АТП}} = T_{\text{вир}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.34)$$

$$T_{\text{АТП}} = 8342,43 + 2085,61 = 10428,04 \text{ люд} - \text{год}.$$

2.8.11 Трудомісткість постових робіт,  $T_{\text{Пвир}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{Пвир}} = T_{\text{ЩО}} + T_1 + c_2 \cdot T_2 + T_{\text{СО}} + c_{\text{пр}} \cdot T_{\text{ПР}}, \quad (2.35)$$

де  $c_2$  - частка постових робіт при ГО-2,  $c_2 = 0,8$ , [3, с.59];

$c_{\text{пр}}$  - частка постових робіт при ПР,  $c_{\text{пр}} = 0,5$ , [3, с.59];

$$T_{\text{Пвир}} = 3597,86 + 543,1 + 0,8 \cdot 569,04 + 140,08 + 0,5 \cdot 3492,34 = 6657,07 \text{ люд} - \text{год}.$$

2.8.12 Трудомісткість дільничних робіт,  $T_{\text{д-вир}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{д-вир}} = (1 - c_2) T_{2,\text{СО}} + (1 - c_{\text{пр}}) T_{\text{ПР}}, \quad (2.36)$$

де  $T_{2,\text{СО}} = T_2 + T_{\text{СО}}$

$$T_{2,\text{СО}} = 569,04 + 140,08 = 709,12 \text{ люд} - \text{год}$$

$$T_{\text{д-вир}} = (1 - 0,8) \cdot 709,12 + (1 - 0,5) \cdot 3492,34 = 1685,36 \text{ люд} - \text{год}$$

2.8.13 Річна трудомісткість робіт по самообслуговуванню,  $T_{\text{сам}}$ , люд-год, обчислюється за формулою:

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{доп}} \cdot 0,5, \quad (2.37)$$

$$T_{\text{сам}} = 2085,61 \cdot 0,5 = 1042,8 \text{ люд} - \text{год}.$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 26   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Розподіл трудомісткості виробничих робіт по видах виконується по відсотках від трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР. Розподіл трудомісткості показаний в таблиці 2.1.

## 2.9 Розрахунок кількості виробничих робітників, допоміжних робітників та управлінського персоналу

2.9.1 Кількість явочних робітників  $P_{я}$ , чел., обчислюється за формулою:

$$P_{я} = \frac{T}{\Phi_{я}}, \quad (2.38)$$

де  $\Phi_{я}$  - фонд часу явочного робітника, год,  $\Phi_{я} = 2079 \text{ год}$ .

2.9.2 Кількість штатних робітників,  $P_{шт}$ , чел., обчислюється за формулою:

$$P_{шт} = \frac{P_{я}}{\varepsilon}, \quad (2.39)$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт штатності,  $\varepsilon = 0,9$ .

Результати розрахунку зводимо в таблиці.

Розрахунок розподілу трудомісткості допоміжних робітників по видах робіт та визначення кількості явочних та штатних допоміжних робітників проводиться аналогічно до розрахунку розподілу трудомісткості ремонтних робітників по видах робіт та визначення кількості явочних та штатних ремонтних робітників. Результати розрахунку занесені в таблицю 2.2.

Розрахунок розподілу трудомісткості по самообслуговуванню підприємства по видах робіт та визначення кількості явочних та штатних робітників проводиться аналогічно до розрахунку розподілу трудомісткості ремонтних робітників по видах робіт та визначення кількості явочних та штатних ремонтних робітників. Результати розрахунку занесені в таблицю 2.3.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку кількості явочних і штатних виробничих робітників по видах робіт ТО і ПР

| Назва робіт                          | Відсоток | T, люд-год | $\Phi_{Я}$ , год | $P_{Я}$ , чол. | $P_{Я}$ , чол. |           | $\varepsilon$ | $P_{Ш}$ , чол. |
|--------------------------------------|----------|------------|------------------|----------------|----------------|-----------|---------------|----------------|
|                                      |          |            |                  |                | 1-а зміна      | 2-а зміна |               |                |
| 1                                    | 2        | 3          | 4                | 5              | 6              | 7         | 8             | 9              |
| ЩО:                                  |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Туалетні:                            |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Прибиральні                          | 15       | 539.68     | 2070             | 0.26           | 0.26           | -         | 0,9           | 0,28           |
| Мийні                                | 85       | 3058.18    | 2070             | 1.48           | 1.48           | -         | 0,9           | 1,64           |
| Всього                               | 100      | 3597,86    | 2070             | 1,74           | 1,74           | -         | 0,9           | 1,92           |
| ТО-1:                                |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Діагностичні                         | 10       | 54.31      | 2070             | 0.03           | 0.03           | -         | 0,9           | 0.03           |
| Кріпильні                            | 40       | 217.24     | 2070             | 0.1            | 0.1            | -         | 0,9           | 0.12           |
| Регулювальні                         | 18       | 97.76      | 2070             | 0.05           | 0.05           | -         | 0,9           | 0.05           |
| Мастильні                            | 32       | 173.79     | 2070             | 0.08           | 0.08           | -         | 0,9           | 0.09           |
| Всього                               | 100      | 543,1      | 2070             | 0,26           | 0,26           | -         | 0,9           | 0.29           |
| ТО-2:                                |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Діагностичні                         | 10       | 56.9       | 2070             | 0.03           | 0.03           | -         | 0,9           | 0.03           |
| Кріпильні                            | 38       | 216.24     | 2070             | 0.1            | 0.1            | -         | 0,9           | 0.12           |
| Регулювальні                         | 30       | 170.71     | 2070             | 0.08           | 0.08           | -         | 0,9           | 0.09           |
| Мастильно-заправні                   | 22       | 125.19     | 2070             | 0.06           | 0.06           | -         | 0,9           | 0.07           |
| Разом                                | 100      | 569,04     | 2070             | 0,27           | 0,27           | -         | 0,9           | 0.31           |
| ПР:                                  |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Постові роботи:                      |          |            |                  |                |                |           |               |                |
| Діагностичні                         | 2        | 69.85      | 2070             | 0.03           | 0.03           | -         | 0,9           | 0.04           |
| Поглиблене діагностування            | 1,5      | 52.39      | 2070             | 0.03           | 0.03           | -         | 0,9           | 0.03           |
| Регулювальні, розбирально-складальні | 37       | 1292.17    | 2070             | 0.62           | 0.62           | -         | 0,9           | 0.69           |
| Зварювально-бляхарські               | 2        | 69.85      | 2070             | 0.03           | 0.03           | -         | 0,9           | 0.04           |
| Маллярні                             | 6        | 209.54     | 2070             | 0.1            | 0.1            | -         | 0,9           | 0.11           |
| Разом                                | 48,5     | 1693.79    | 2070             | 0,82           | 0,82           | -         | 0,9           | 0,91           |

## Закінчення таблиці 2.1

|                                  |      |         |      |      |      |   |     |      |
|----------------------------------|------|---------|------|------|------|---|-----|------|
| Дільничні роботи:                |      |         |      |      |      |   |     |      |
| Агрегатні                        |      |         |      |      |      |   |     |      |
| Слюсарно-механічні               | 17   | 593.7   | 2070 | 0.29 | 1,28 | - | 0,9 | 0.32 |
| Електротехнічні                  | 11   | 384.16  | 2070 | 0.19 | 0,71 | - | 0,9 | 0.21 |
| Акумуляторні                     | 6    | 209.54  | 2070 | 0.1  | 0,36 | - | 0,9 | 0.11 |
| Ремонт приладів системи живлення | 1.5  | 52.39   | 2070 | 0.03 | 0,11 | - | 0,9 | 0.03 |
| Шиномонтажні                     |      |         |      |      |      |   |     |      |
| Вулканізаційні                   |      |         |      |      |      |   |     |      |
| Ковальсько-ресорні               | 4    | 139.69  | 2070 | 0.07 | 0,21 | - | 0,9 | 0.07 |
| Мідницькі                        | 1    | 34.92   | 2070 | 0.02 | 0,07 | - | 0,9 | 0.02 |
| Зварювальні                      | 1    | 34.92   | 2070 | 0.02 | 0,07 | - | 0,9 | 0.02 |
| Бляхарські                       | 3    | 104.77  | 2070 | 0.05 | 0,14 | - | 0,9 | 0.06 |
| Арматурні                        | 2    | 69.85   | 2070 | 0.03 | 0,14 | - | 0,9 | 0.04 |
| Оббивні                          | 1    | 34.92   | 2070 | 0.02 | 0,14 | - | 0,9 | 0.02 |
|                                  | 1    | 34.92   | 2070 | 0.02 | 0,14 | - | 0,9 | 0.02 |
|                                  | 1    | 34.92   | 2070 | 0.02 | 0,14 | - | 0,9 | 0.02 |
|                                  | 2    | 69.85   | 2070 | 0.03 | 0,07 | - | 0,9 | 0.04 |
| Разом                            | 51,5 | 1798,56 | 2070 | 0.87 | 0.87 | - | 0,9 | 0,97 |
| Всього                           | 100  | 3492,34 | 2070 | 1,69 | 1,69 | - | 0,9 | 1,88 |

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку кількості явочних і штатних допоміжних робітників по видах робіт

| Назва робіт                            | %   | Т, люд-год | Ф <sub>я</sub> , год. | Р <sub>я</sub> , чол. | Р <sub>я</sub> , чол. |       | ε   | Р <sub>ш</sub> , чол. |
|--|-----|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-----|-----------------------|
|  |     |            |                       |                       | 1 зм.                 | 2 зм. |     |                       |
| Самообслуговування                     | 45  | 938.52     | 2070                  | 0.45                  | 0.45                  | -     | 0,9 | 0.5                   |
| Транспортні                            | 10  | 208.56     | 2070                  | 0.1                   | 0.1                   | -     | 0,9 | 0.11                  |
| Перегін автомобілів                    | 20  | 417.12     | 2070                  | 0.2                   | 0.2                   | -     | 0,9 | 0.22                  |
| Прийом і видача матеріальних цінностей | 10  | 208.56     | 2070                  | 0.1                   | 0.1                   | -     | 0,9 | 0.11                  |
| Прибирання приміщень і території       | 15  | 312.84     | 2079                  | 0,15                  | 0,15                  | -     | 0,9 | 0,17                  |
| Разом                                  | 100 | 2085.61    | 2079                  | 1,1                   | 1,1                   | -     | 0,9 | 1,12                  |

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку кількості явочних і штатних допоміжних робітників по самообслуговуванню підприємства

| Назва робіт                           | %   | Т, люд-<br>год | Ф <sub>я</sub> ,<br>год | Р <sub>я</sub> ,<br>чол. | Р <sub>я</sub> , чол. |       | ε   | Р <sub>ш</sub> ,<br>чол. |
|---------------------------------------|-----|----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|-----|--------------------------|
|                                       |     |                |                         |                          | 1 зм.                 | 2 зм. |     |                          |
| Електротехнічні                       | 25  | 260.7          | 2070                    | 0.13                     | 0.13                  | -     | 0,9 | 0.14                     |
| Механічні                             | 10  | 104.28         | 2070                    | 0.05                     | 0.05                  | -     | 0,9 | 0.06                     |
| Слюсарні                              | 16  | 166.85         | 2070                    | 0.08                     | 0.08                  | -     | 0,9 | 0.09                     |
| Ковальські                            | 2   | 20.86          | 2070                    | 0.01                     | 0.01                  | -     | 0,9 | 0.01                     |
| Зварювальні                           | 4   | 41.71          | 2070                    | 0.02                     | 0.02                  | -     | 0,9 | 0.02                     |
| Бляхарні                              | 4   | 41.71          | 2070                    | 0.02                     | 0.02                  | -     | 0,9 | 0.02                     |
| Мідницькі                             | 1   | 10.43          | 2070                    | 0.01                     | 0.01                  | -     | 0,9 | 0.01                     |
| Трубопровідні                         | 22  | 229.42         | 2070                    | 0.11                     | 0.11                  | -     | 0,9 | 0.12                     |
| Ремонтно-будівельні і<br>деревобробні | 16  | 166.85         | 2070                    | 0.08                     | 0.08                  | -     | 0,9 | 0.09                     |
| Разом                                 | 100 | 1042.8         | 2070                    | 0,5                      | 0,5                   | -     | 0,9 | 0,56                     |

## 2.10 Визначення ритму виробництва і такту поста

2.10.1 Ритм зони,  $R_{\text{ЩО}}$ , хв, обчислюється за формулою:

$$R_{\text{ЩО}_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{\text{ЩО}_i}^{\text{д}}}, \quad (2.40)$$

де  $T_3$  - тривалість зміни,  $T_3 = 8 \text{ год}$ ;

$c$  – кількість змін;

$N_{\text{ЩО}}^{\text{д}}$  - добова програма ЩО,;

$$R_{\text{ЩО}_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{35,26} = 13,61 \text{ хв.}$$

$$R_{\text{ЩО}_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{4,71} = 101,93 \text{ хв}$$

2.10.2 Ритм зони,  $R_i$ , хв., обчислюється:

$$R_i = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_i^{\text{д}}} \quad (2.41)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$R_{1_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{0,73} = 653,47 \text{ хв}$$

$$R_{1_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{0,11} = 4447,82 \text{ хв}$$

2.10.3 Ритм зони,  $R_2$ , хв., обчислюється:

$$R_{2_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{2_i}^{д1}} \quad (2.42)$$

$$R_{2_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{0,23} = 2070,85 \text{ хв}$$

$$R_{2_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{0,03} = 14095,21 \text{ хв}$$

2.10.4 Ритм зони діагностування Д-1 і Д-2,  $R_{Д1}$  і  $R_{Д2}$ , хв.:

$$R_{Д1_1} = R_{1_1} = 653,47 \text{ хв}$$

$$R_{Д1_2} = R_{1_2} = 4447,28 \text{ хв} ;$$

$$R_{Д2_1} = R_{2_1} = 2070,85 \text{ хв}$$

$$R_{Д2_2} = R_{2_2} = 14095,21 \text{ хв}$$

2.10.5 Такт поста ЩО,  $\tau_{ЩО}$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{ЩО_i} = \frac{t_{ЩО_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{пер}, \quad (2.43)$$

де  $P_n$  - середня кількість робітників на посту,  $P_n = 2 \text{ чол}$ ,

$t_{пер}$  - час переміщення з поста на пост (2-3 хв.), приймаємо 2,5 хв.

$$\tau_{ЩО_1} = \frac{0,3 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 11,5 \text{ хв.}$$

$$\tau_{ЩО_2} = \frac{0,75 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 25 \text{ хв.}$$

2.10.6 Такт поста ГО-1,  $\tau_1$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{1_i} = \frac{t_{1_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{пер} \quad (2.44)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$\tau_{1_1} = \frac{2,4 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 74,5 \text{ хв}$$

$$\tau_{1_2} = \frac{3,4 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 104,5 \text{ хв}.$$

2.10.7 Такт поста ТО-2,  $\tau_2$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{2_i} = \frac{t_{2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{\text{пер}} \quad (2.45)$$

$$\tau_{2_1} = \frac{7,6 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 230,5 \text{ хв}$$

$$\tau_{2_2} = \frac{13,8 \cdot 60 \cdot 0,8}{2} + 2,5 = 416,5 \text{ хв}$$

2.10.8 Такт поста Д-1,  $\tau_{Д-1}$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{Д-1_i} = \frac{t_{Д-1_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{Д-1_i}} = \frac{0,1 \cdot t_{i_1} \cdot 60 \cdot c}{P_{п_i}}, \quad (2.46)$$

$$\tau_{Д-1_1} = \frac{0,1 \cdot 2,4 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 16,9 \text{ хв}$$

$$\tau_{Д-1_2} = \frac{0,1 \cdot 3,4 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 22,9 \text{ хв}$$

2.10.9 Такт поста Д-2,  $\tau_{Д-2}$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{Д-2_i} = \frac{t_{Д-2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{Д-2_i}} = \frac{0,1 \cdot t_{2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{п_i}}, \quad (2.47)$$

$$\tau_{Д-2_1} = \frac{0,1 \cdot 7,6 \cdot 1}{1} + 2,5 = 48,1 \text{ хв}.$$

$$\tau_{Д-2_2} = \frac{0,1 \cdot 13,8 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 85,3 \text{ хв}$$

2.10.10 Визначення кількості постів ТО, ПР і діагностування Д-1, Д-2 - пости ЩО:

$$X_{\text{ЩО}_i} = \frac{\tau_{\text{ЩО}_i}}{R_{\text{ЩО}_i}}, \quad (2.48)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 32   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$X_{\text{щ}0_1} = \frac{11,5}{13,61} = 0,84$$

$$X_{\text{щ}0_2} = \frac{25}{101,93} = 0,25 \quad ;$$

$$X_{\text{щ}0} = \sum X_{\text{щ}0_i} = 0,84 + 0,25 = 1,09 \approx 1$$

- пости ТО-1:

$$X_{1_i} = \frac{\tau_{1_i}}{R_{1_i}} ; \quad (2.49)$$

$$X_{1_1} = \frac{74,5}{653,47} = 0,11$$

$$X_{1_2} = \frac{104,5}{4447,82} = 0,02 \quad ;$$

$$X_1 = \sum X_{1_i} = 0,11 + 0,02 = 0,13 \approx 1$$

- пости ТО-2:

$$X_{2_i} = \frac{\tau_{2_i}}{R_{2_i}} ; \quad (2.50)$$

$$X_{2_1} = \frac{230,5}{2070,85} = 0,11$$

$$X_{2_2} = \frac{416,5}{14095,21} = 0,03 \quad ;$$

$$X_2 = \sum X_{2_i} = 0,11 + 0,03 = 0,14 \approx 1$$

- пости Д-1:

$$X_{\text{Д}1_i} = \frac{\tau_{\text{Д}1_i}}{R_{\text{Д}1_i}} ; \quad (2.51)$$

$$X_{\text{Д}1_1} = \frac{16,9}{653,47} = 0,03$$

$$X_{\text{Д}1_2} = \frac{22,9}{4447,82} = 0,01 \quad ;$$

$$X_{\text{Д}1} = \sum X_{\text{Д}1_i} = 0,03 + 0,01 = 0,04 \approx 1$$

- пости Д-2:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 33   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$X_{Д2_i} = \frac{\tau_{Д2_i}}{R_{Д2_i}}; \quad (2.52)$$

$$X_{Д-2_1} = \frac{48,1}{2070,85} = 0,02$$

$$X_{Д-2_2} = \frac{85,3}{14095,21} = 0,01$$

$$X_{Д-2} = \sum X_{Д-2_i} = 0,02 + 0,01 = 0,03 \approx 1$$

Оскільки  $\frac{\tau}{R} < 3$ , то приймається обслуговування на універсальних постах.

2.10.11 Кількість постів ПР,  $X_{np}$ , обчислюється за формулою:

$$X_{np} = \frac{T_{np} \cdot \varphi}{D_{pp} \cdot T_3 \cdot c \cdot P_n \cdot \eta}, \quad (2.53)$$

де  $T_{np}$  - трудомісткість ПР;

$\varphi$  - коефіцієнт нерівномірності завантаження поста ( $\varphi = 1.2$ );

$D_{pp}$  - кількість днів роботи зони;

$c$  - кількість змін;

$P_n$  - кількість робітників на посту;

$\eta$  - коефіцієнт використання робочого часу (0,95);

$$X_{np} = \frac{0,485 \cdot 1693,79}{255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,9} = 0,55 \approx 1.$$

2.10.12 Загальна кількість постів,  $X_{заг}$ , обчислюється за формулою:

$$X_{заг} = X_{ЩО} + X_1 + X_2 + X_{ПР} + X_{Д1} + X_{Д2}, \quad (2.54)$$

Зона ЩО, згідно будівельних вимог виноситься за межі виробничого корпусу і проектується в окремому корпусі.

$$X_{заг} = 1 + 1 + 1 + 1 = 4.$$

Загальна кількість робочих постів в автоколоні - 4.

## 2.11 Розрахунок кількості водіїв та управлінського персоналу

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

2.11.1 Явочна кількість водіїв,  $P_{я}$ , розраховується за формулою:

$$P_{я} = \frac{t_{зм} \cdot c \cdot A_i \cdot \alpha_{\epsilon} \cdot D_p}{\Phi_{я}}, \quad (2.59)$$

де  $t_{зм}$  - тривалість робочої зміни, год;

$c$  - кількість змін;

$A_i$  - кількість автомобілів;

$\alpha_{\epsilon}$  - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

$$\alpha_{\epsilon} = \alpha_T \frac{D_{PP}}{D_{IP}}; \quad (2.60)$$

$$\alpha_{\epsilon}^1 = 0,953 \frac{255}{365} = 0,67; \quad \alpha_{\epsilon}^2 = 0,942 \frac{255}{365} = 0,66;$$

$$P_{я}^1 = \frac{8 \cdot 1 \cdot 37 \cdot 0,67 \cdot 365}{2070} = 34,75; \quad P_{я}^2 = \frac{8 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 0,66 \cdot 365}{2079} = 4,64.$$

$$P_{ш}^1 = \frac{P_{я}^1}{\epsilon} = \frac{34,75}{0,9} = 38,61; \quad P_{ш}^2 = \frac{P_{я}^2}{\epsilon} = \frac{4,64}{0,9} = 5,16;$$

### 2.11.2 Кількість службовців

Визначення кількості службовців проводиться в залежності від типу підприємства і кількості рухомого складу. Для автоколонни з змішаним парком кількістю до 50 автомобілів:

- 1) загальне керівництво – 1 чол.;
- 2) техніко-економічне планування – 1 чол.;
- 3) організація праці і зарплати – 1 чол.;
- 4) бухгалтерський облік і фінансова діяльність – 1 чол.;
- 5) комплектування, підготовка кадрів – 1 чол.;
- 6) загальне діловодство та господарське обслуговування – 1 чол.;
- 7) матеріально-технічне обслуговування – 1 чол.;
- 8) молодший обслуговуючий персонал – 1 чол.;
- 9) пожежна охорона – 2 чол.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Сумарна кількість службовців  $\sum P_c = 10 \text{чол.}$

2.11.3 Кількість персоналу експлуатаційної виробничо-технічної служби обчислюється за формулою:

$$P_E = \frac{B_E \cdot A_i}{100}, \quad (2.61)$$

де  $B_E$  - коефіцієнт, який враховує чисельність персоналу експлуатаційної (виробничо-технічної) служби, в залежності від кількості автомобілів та коефіцієнта випуску (чисельності виробничих робітників), при  $\alpha_e > 0,6$   $B_E = 4,9\%$  при  $A_i = 42$  і чисельності виробничих робітників від 50 до 100  $B_{BT} = 4,2\%$  ;

$$P_{EC} = \frac{4,9 \cdot 42}{100} = 2,05 \approx 2 \text{чол.};$$

$$P_{BTC} = \frac{4,2 \cdot 42}{100} = 1,76 \approx 2 \text{чол.}.$$

Сумарна чисельність персоналу експлуатаційної і виробничо-технічної служб  $P_n = 4$  чол.

## 2.12 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень АТП

2.12.1 Площі зон ЩО, ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, ПР і зон очікування розраховується за формулою:

$$F_{zi} = f_a \cdot X_i \cdot K_{щ}, \quad (2.62)$$

де  $i$  - індекси відповідно зони ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР, Д-1, Д-2 і очікування;

$f_a$  - площа АТЗ в плані,  $m^2$ ,  $f_a = 20,1m^2$ ;

$K_{щ}$  - коефіцієнт щільності,  $K_{щ}$  на універсальних постах  $K_{щ} = 4...5$  при односторонньому розміщенні,  $K_{щ} = 6...7$  при двохсторонньому, вибираю  $K_{щ} = 5$ , [3, с.202].

$$F_{щО} = 20,1 \cdot 1 \cdot 4 = 80,4m^2;$$

$$F_1 = 20,1 \cdot 1 \cdot 4 = 80,4m^2;$$

$$F_2 = 20,1 \cdot 1 \cdot 4 = 80,4m^2;$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 36   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$F_{IP} = 20,1 \cdot 1 \cdot 4 = 80,4 \text{ м}^2;$$

$$\text{Сумарна площа зон } F_3 = 402 \text{ м}^2.$$

### 2.12.2 Площа діляниць

Площу виробничих діляниць визначаємо по площі обладнання та коефіцієнті щільності. [3,с.80].

Дані розрахунку занесені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку площ діляниць

| Назва діляниці                   | Площа діляниці, м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Агрегатно-моторна                | 27                             |
| Слюсарно-механічна               | 27                             |
| Електротехнічна-<br>акумуляторна | 27                             |
| Ремонт приладів системи живлення | 27                             |
| Шиномонтажна                     | 27                             |
| Ковальсько-ресорні               |                                |
| Мідницька                        |                                |
| Зварювальна                      |                                |
| Бляхарська                       |                                |
| Арматурна                        | 54                             |
| Деревообробна і                  |                                |
| Оббивна                          | 36                             |
| Разом                            | 222                            |

2.12.3 Площа зони відкритого зберігання обчислюється за формулою:

$$F_{B3} = Z_{\text{вз}} \cdot f_a \cdot K_B, \quad (2.63)$$

де  $Z_{\text{вз}}$  - кількість місць для відкритого зберігання,  $Z_{\text{вз}} = A_i$ ;

$K_B$  - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,  
 $K_B = 3$ , [2,с.202];

$$F_{B3} = 5 \cdot 20,1 \cdot 3 + 37 \cdot 13,5 \cdot 3 = 1800 \text{ м}^2.$$

2.12.4 Площа складських приміщень,  $F_{\text{скл}}$ , м<sup>2</sup>, обчислюється за формулою:

$$F_{\text{скл}} = 10^{-5} \cdot L_p \cdot A_i \cdot f_{\text{ум}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (2.64)$$

де  $f_{\text{ум}}$  - питома площа складських приміщень на 10<sup>5</sup> км пробігу;

$k_1, k_2, k_3, k_4$  - коефіцієнти, які враховують відповідно чисельність технологічно сумісного рухомого складу, тип рухомого складу, висоту складування, категорію умов експлуатації,  $k_1 = 1,0, k_2 = 1,0, k_3 = 0,8, k_4 = 1,1$ , [2,с.86].

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок площі складських приміщень

| Назва складу  | $f_{ум},$<br>$м^2 / 10^5 км$ | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ | $k_4$ | $F_{скл},$<br>$м^2$ |
|---|------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Запасні частини, деталі<br>Двигуни, агрегати, вузли | 3,4                          | 1,0   | 1,2   | 0,8   | 1,1   | 2,3                 |
| Матеріали:<br>експлуатаційні                        | 3,8                          |       |       |       |       | 2,3                 |
| мастильні   | 2,6                          |       |       |       |       | 1,7                 |
| лакофарбові   | 2,4                          |       |       |       |       | 1,6                 |
| інструменти   | 0,7                          |       |       |       |       | 0,8                 |
| Кисень і ацетилен у<br>балонах                      | 0,2                          |       |       |       |       | 1,4                 |
| Пиломатеріали                                       | 0,25                         |       |       |       |       | 1,5                 |
| Метал, металобрухт,<br>цінний брухт                 | 0,5                          |       |       |       |       | 1,7                 |
| Шини нові і відремонтовані                          | 0,35                         |       |       |       |       | 1,9                 |
| Запасні частини і матеріали<br>ВГМ                  | 2,4                          |       |       |       |       | 5,6                 |
| Всього  |                              |       |       |       |       |                     |
| Автомобілів і агрегатів, що<br>підлягають списанню  | 0,7                          |       |       |       |       | 1,8                 |
|   |                              |       |       |       |       | 22,4                |
|   | 9,5                          |       |       |       |       | 79,2                |

2.12.5 Площа виробничого корпусу,  $F_{БК}, м^2$ , обчислюється за формулою:

$$F_{БК} = F_0 + F_1 + F_2 + F_{ІПР}, \quad (2.65)$$

$$F_{БК} = 339 + 80,4 \cdot 4 + 382,2 = 660,6 м^2.$$

2.13 Загальна кількість робітників в автоколоні,  $P_{заг}$ , чол., обчислюється за формулою:

$$P_{заг} = P_{ТОІПР} + P_{дон} + P_{ІТР} + P_{ЕКСПЛ} + P_{Вод}. \quad (2.66)$$

$$P_{заг} = 6 + 2 + 10 + 4 + 44 = 66 \text{чол.}$$

2.14 Площа допоміжних приміщень (адміністративно-побутовий корпус),  $F_{доп}$ ,  $m^2$ , обчислюється за формулою:

$$F_{доп} = P_{заг} \cdot f_{нум}, \quad (2.67)$$

де  $f_{нум}$  - площа на одного робітника,  $m^2$ ,  $f_{нум} = 6$ ;

$$F_{доп} = 66 \cdot 6 = 396 m^2.$$

2.18 Площа території автоколони,  $F_{ТЕР}$ ,  $m^2$ , обчислюється за формулою:

$$F_{ТЕР} = \frac{F_{БК} + F_{ЦО} + F_{доп} + F_{ВЗ} + F_{КТП} + F_{скл}}{K}, \quad (2.68)$$

де  $K$  - коефіцієнт щільності забудови,  $K = 0,5$ ;

$$F_{ТЕР} = \frac{660,6 + 80,4 + 396 + 1800 + 64 + 22,4}{0,5} = 5840,3 m^2.$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 3 Технологічний план підприємства

### 3.1 Виробничий процес підприємства

Виробничі процеси обслуговування рухомого складу характеризують зміст і порядок виконання робіт по кожному виду дій у відповідності з призначенням і типом рухомого складу.

Організація виробничого процесу обслуговування обумовлена технологічним вмістом дій і виробничою програмою, тобто кількістю даних одноіменних операцій, які підлягають виконанню за визначений проміжок часу. Схема виробничого процесу різних видів дій показана на рисунку 3.1.

У виробничий процес обслуговування включається діагностика (Д-1 і Д-2) технічного стану автомобілів, мета якої полягає в швидкій перевірці і об'єктивній оцінці стану агрегатів, систем і механізмів без їх відкриття, розбирання чи зняття з автомобіля. По результатах діагностики роблять прогнози про технічний стан, терміни безвідмовної роботи агрегатів і т. д.

Організація обслуговування рухомого складу (рис. 3.1) дуже зручна, так як всі виробничі приміщення і зони розміщені послідовно і дозволяють незалежне проходження автомобілями ТО і ПР. Зв'язок між зонами забезпечується по зовнішніх переїздах. Зони ТО-1 і ТО-2 розташовані одна біля одної але далеко від головного виробничого корпусу що дещо ускладнює можливість спільного використання технологічної оснастки та збільшує трудомісткість проведення ТО.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

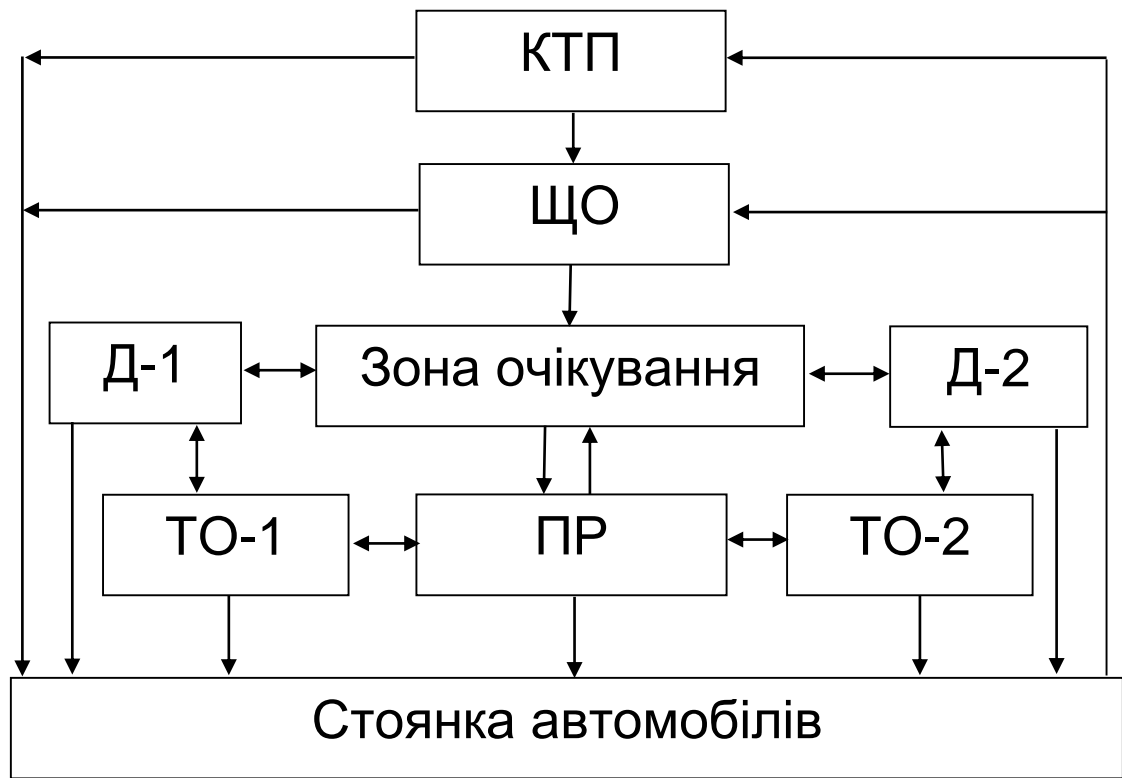


Рисунок 3.1 – Функціональна схема виробничого автопідприємства

### 3.2 Будівельна частина

Навчально-науково-виробнича автотransпортна лабораторія ІФНТУНГ розташована в місті Івано-Франківськ по вул. Карпатська 15. Генеральний план даного автопідприємства являє собою план відведеної під забудову земельної ділянки, який орієнтований відносно сторін світу з певним розміщенням на плані, споруд і шляхів руху по території.

Автопідприємство розміщене на земельній ділянці, яка має прямокутну форму 90х60 м з рівним рельєфом місцевості, де розміщені: головний виробничий корпус, зона ЩО, АЗС, КТП, адміністративно-побутовий корпус, господарські та складські приміщення, ремонтні майстерні та зона зберігання автомобілів.

Вздовж огорожі автопідприємства розташована шумозахисна смуга зелених насаджень, яка складається з одного ряду листяних дерев, трав'яний газон

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

шириною 1м Для забезпечення електроенергією, водою, газом, зливом каналізаційних вод підприємство зв'язане з інженерними спорудами, мережами.

Площа АТП 0,54 га, площа забудови- 0,17 га, коефіцієнт забудови - 0,45, коефіцієнт озеленення -0,11.

За даними метеорологічних спостережень переважаючий напрям вітру- південно-західний, пік його інтенсивності припадає на весняно-літній період. Клімат – помірний, взимку – м'який , влітку – не спекотний.

Середньодобова температура найтеплішого місяця літа + 19<sup>0</sup>С , найхолоднішого місяця зими -10<sup>0</sup>С . Максимальна температура влітку - + 30<sup>0</sup>С, взимку -25<sup>0</sup>С.

Адміністративно -побутовий корпус розташований в південно-східній частині території, біля якого проходить дорога на територію, поруч розміщене приміщення КТП.

Розмір будівлі на плані 12х6 м. Всередині приміщення розміщені адміністративні кабінети головного інженера, приймальня директора, бухгалтерія, відділ кадрів.

Будівля головного корпусу має розміри в плані 45х 12 м, товщина зовнішніх стін корпусу – 0,5 м , внутрішніх- 0,3 м. Приміщення корпусу побудоване з цегли. Виробничий корпус має 6 воріт, шириною 6 м і висотою 3 м. Висота приміщення від рівня

підлоги до нижньої точки несучих конструкцій складає 4,8 м, габаритна висота - 7,8м.

Природне освітлення відділень здійснюється через бокові вікна.

У головному виробничому корпусі розміщені зони ПР, ТО-1 і ТО-2 для автомобілів та автобусів, агрегатно-моторне, електро-акумуляторне та слюсарно-механічне відділення. В зоні ПР для ремонту автомобілів розміщені тупикові пости, які об'єднані підйомниками. В зоні ТО розміщені пости, на якому

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Виконують роботи по ТО-1 і ТО-2. В цьому ж корпусі обладнано зону діагностики та бокс з ремонту тракторної техніки.

Характер забудови території - змішаний: виробничі, допоміжні приміщення розташовані у головному виробничому корпусі, окремо розміщені зона ЩО та інші ремонтні відділення.

В центральній частині території автопідприємства розміщена зона зберігання автомобілів. В південній частині, неподалік від головних воріт розміщений адміністративно-побутовий корпус, приміщення КТП. В центральній частині розташовані приміщення ремонтних майстерень та складських приміщень. Головний виробничий корпус розміщений з північної сторони, біля нього обладнано запасні ворота.

З північно-західної сторони АТП розміщені автозаправна станція, склад ПММ та зона ЩО з очисною ямою. Територія, прилягаюча до АЗС та складу ПММ відгороджена від решти території підприємства огорожею, в якій обладнано ворота.

Згідно протипожежних вимог на території підприємства розташовано пожежний гідрант, який знаходиться поблизу АЗС.

Ширина проїжджої частини на території підприємства—відповідає нормам: не менше 3 м для одностороннього руху і не менше 6 м –для двостороннього, також забезпечено під'їзд для пожежних машин.

Зелені насадження розміщені по периметру залізобетонної огорожі шириною 2-3 м у вигляді газону і одного ряду дерев.

### **3.3 Техніко-економічні показники проекту**

3.3.1 Площа виробничих і складських приміщень, що припадають на одиницю техніки:

$$f = \frac{F_z + F_o + F_{скл}}{A_i}, \quad (3.1)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 43   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$f = \frac{660,6 + 396 + 80,4}{42} = 27,07 \text{ м}^2,$$

де  $F_{скл}$  – площа складських приміщень;

$A_i$  – інвентарна кількість рухомого складу.

3.3.2 Площа адміністративно-побутового приміщення, що припадає на одного працюючого:

$$f_{np} = \frac{F_{П-А}}{P_{заг}}, \quad (3.2)$$

$$f_{np} = \frac{396}{66} = 6 \text{ м}^2,$$

де  $F_{П-А}$  – площа адміністративно-побутового приміщення;

$P_{заг}$  – загальна кількість працюючих.

3.3.3 Площа зони зберігання автомобілів, що припадає на один автомобіль:

$$f_a = \frac{F_{зб}}{A_i}, \quad (3.3)$$

$$f_a = \frac{1800}{42} = 42,85 \text{ м}^2,$$

де  $F_{зб}$  – площа відкритої стоянки автомобілів.

3.3.4 Площа земельної ділянки, що припадає на одного працюючого:

$$f_{np} = \frac{F_{мер}}{P_{заг}}, \quad (3.4)$$

$$f_{np} = \frac{5840,3}{66} = 88,48 \text{ м}^2.$$

3.3.5 Площа забудови, що припадає на одного працюючого:

$$f_{np} = \frac{F_{зоб}}{P_{заг}}, \quad (3.5)$$

$$f_{np} = \frac{2920,15}{66} = 44,24 \text{ м}^2$$

3.3.6 Загальна кількість виробничих робітників на 100 тис. кілометрів пробігу,  $P_{заг}$  :

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$P_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{и.рр}} \cdot 10^5}{\sum(L_p \cdot A_i)}, \quad (3.6)$$

$$P_{\text{заг}} = \frac{8 \cdot 10^5}{24299,43 \cdot 37 + 26418,43 \cdot 5} = 0,76 \text{ чол.}$$

3.3.7 Середня кількість автомобілів, що обслуговуються одним робітником  $A_{\text{ср.р}}$ :

$$A_{\text{ср.р}} = \frac{A_i}{P_{\text{и.рр}}}, \quad (3.7)$$

$$A_{\text{ср.р}} = \frac{42}{8} = 5,25 \text{ шт.}$$

3.3.8 Питома кількість робочих постів, що припадають 100 тис. кілометрів пробігу техніки  $x_{\text{нит}}$ :

$$x_{\text{нит}} = \frac{x_{\text{заг}} \cdot 10^5}{\sum(L_p \cdot A_i)}, \quad (3.8)$$

$$x_{\text{нит}} = \frac{4 \cdot 10^5}{24299,43 \cdot 37 + 26418,43 \cdot 5} = 0,38 \text{ шт.}$$

3.3.9 Середня кількість автомобілів, що припадають на один робочий пост  $A_{\text{ср.п}}$ :

$$A_{\text{ср.п}} = \frac{A_i}{x_{\text{заг}}}, \quad (3.9)$$

$$A_{\text{ср.п}} = \frac{42}{4} = 10,5 \text{ шт.}$$

### 3.4 Порівняльна оцінка техніко-економічних показників проекту

Порівняльну оцінку прогресивності прийнятих рішень з діючими типовими проектами АТП наведено в таблиці 3.1.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 3.1 – Оцінка прогресивності прийнятих проектних рішень

| Показник  | По<br>розрахунках | По типовому<br>проекту |
|---|-------------------|------------------------|
| 1. Загальна кількість робітників на 10 <sup>5</sup> кілометрів пробігу автомобілів, чол                 | 0,76              | ≤ 5                    |
| 2. Середня кількість автомобілів, що обслуговується одним робітником, шт                                | 5,25              | ≤ 4...5                |
| 3. Питома кількість робочих постів, що припадають на 10 <sup>5</sup> кілометрів пробігу автомобілів, шт | 0,38              | 1                      |
| 4. Середня кількість автомобілів, що припадають на один робочий пост, шт                                | 10,5              | ≥ 15                   |
| 5. Площі на один обліковий автомобіль, м <sup>2</sup> :   |                   |                        |
| - земельної ділянки   | 139,05            | ≈ 100...140            |
| - забудови  | 69,52             | ≈ 50                   |
| - виробнича і складська   | 38                | ≈ 40                   |

Як видно з таблиці деякі показники даного проекту сильно відрізняються від показників типового АТП. Проте це закономірно, оскільки дане підприємство спеціалізоване, а саме обслуговує навчальний процес і побутові потреби навчального закладу.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 46   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 4 Технологічний проект зони

### 4.1 Технічний проект зони діагностики

Загальна характеристика робіт

До основних робіт, які проводяться в зоні діагностики ННВАЛ ІФНТУНГ належать контрольно-діагностувальні та контрольно-регулювальні роботи.

Діагностування, перевірку деталей та систем АТЗ проводять на робочих місцях, обладнаних необхідним технологічним обладнанням та місцевою витяжною вентиляцією.

Діагностування включає в себе комплекс операцій щодо підтримки її або справності АТЗ під час використання за призначенням, зберігання та транспортування.

Розрахунок виробничої програми зони діагностики

Розрахунок виробничої програми зони діагностики проведений у розділі 2.

Згідно розрахунку виробничої програми площа приміщення зони дорівнює 108 м, кількість виробничих робітників становить 2 чоловіка. Режим роботи зони 255 днів в році, вісім годин на день і п'ять днів протягом тижня.

Планувальне рішення зони діагностики

Зона діагностики в плані має прямокутну форму зі сторонами 9х2м. Має двоє воріт шириною 4 м і висотою 3м.

Технологічне обладнання відповідає технологічному процесу, переміщення робітників при виконанні роботи у відповідності з технологічним принципом, мінімальне.

При плануванні зони діагностики використовувалась маршрутна технологія. Тому, по можливості, інші відділення, пов'язані з ними виробничими зв'язками розташовувалися поряд.

Технологічний процес зони діагностики

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Після проведення миття та прибирання в зоні ЩО АТЗ направляються в зону діагностики . Тут обладнано проводять перевірку розвалу сходження коліс автомобілів, перевірку гальмівних властивостей автомобілів.

Технологічний план зони діагностики поданий на аркуші МР.АТ – 88.05.05.000ТП.

#### **4.2 Технічний проект електротехнічної дільниці**

До основних функцій слюсаря-авторемонтника відноситься ремонт і регулювання електрообладнання шляхом заміни зношених деталей. Роботи на дільниці виконуються сарем 5 і 4 розрядів.

Обладнання використовується з неповним навантаженням і тому підбираю його по технічній необхідності згідно таблицю обладнання для даної дільниці.

Планування рішення дільниці.

Дільниця має прямокутну форму 4,5×3 м. Двері одностворчаті, шириною 1,6 м, висотою 2,4 м. Одне вікно 2×2 м, рами подвійні. Підлога в приміщенні зроблена з покриттям із лінолеуму на бетонній основі. Висота приміщення 6 м. Відстані між обладнанням, елементами будівлі і обладнанням відповідає нормам.

Технологічний процес відділення.

Технологічний процес є частиною загального технологічного процесу підготовки АТЗ. Електрообладнання, що потребують ремонту розбираються на стендах. Вузли очищаються. Далі поламані деталі заміняють чи ремонтують на спеціальних стендах і верстатах і за допомогою різних приспособлень. Після ремонту чи регулювання електрообладнання, діагностуюється і випробовуються. Вузли збирають на верстаках, агрегати – на стендах.

Специфікація основного обладнання і виробничого інвентаря агрегатно-моторної дільниці приведена в таблиці 4.3. Планування ділянки подане в графічній частині МР.АТ – 88.05.08.000 ТП.

#### **4.3 Технічний проект зварювальної дільниці**

Призначення і системний розклад.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 48   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Зварювальна призначена для проведення зварювальних і газорізних робіт на підприємстві. Роботи на дільниці виконуються одним зварником 5 розряду.

Підбір обладнання.

Обладнання яке використовується на дільниці працює періодично з неповним навантаженням. Тому підбираю його по технічній необхідності згідно таблицю обладнання для заданого виробничого відділення.

Планування рішення відділення.

Відділення в плані має прямокутну форму зі сторонами 8,5×4,25 м. Двері двохстворчаті і, висота дверей стандартна – 2,4 м. Підлога бетонна. Передбачається можливість заїзду автомобіля, з метою більш зручного проведення зварювальних робіт безпосередньо на автомобілі.

При плануванні даного відділення використовувалась маршрутна технологія. Розташування обладнання відповідає технологічному процесу переміщення працівників при виконанні робіт у відповідності з технологічним процесом. Верстаки і стелажі розміщені впритул до стін. До стаціонарного обладнання забезпечено доступ з потрібних сторін. Відстань між елементами обладнання, обладнанням і елементами будівлі відповідає нормативам.

Технологічний процес відділення.

Технологічний процес відділення є частиною загального технологічного процесу технічної підготовки автомобілів, і полягає у: проведенні необхідних зварювальних і газорізальних робіт.

Специфікація основного обладнання і виробничого інвентаря дільниці по ремонту приладів системи живлення приведена в таблиці, планування дільниці подане в графічній частині МР.АТ – 88.04.01.000 ТП.

#### **4.4 Аналіз потенційних небезпек і шкідливості виробничого середовища**

Згідно завдання здійснюємо аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів на електротехнічній дільниці.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 49   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

До основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що можуть мати місце при роботі в електротехнічній дільниці відносяться:

- обертів частини верстатів і деталі, що обертаються,
- падіння деталей, вузлів, інструментів
- недотримання правильного технологічного процесу при ремонті
- деталі, стружка та інструмент, які вилітають з-під верстатів
- ураження електричним струмом від електрифікованих верстатів
- ураження різальним інструментом
- небезпека попадання кінцівок працівника під ручний прес
- підвищені рівні шуму
- недостатнє освітлення.

Перелік джерел безпеки і їх характеристика у електротехнічній дільниці наведені в таблиці 4.1

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 4.1 – Аналіз потенційних небезпечних виробничих факторів в електротехнічній дільниці

| Джерело небезпеки   | Характеристика потенційно-небезпечних виробничих факторів(доп. значення)   |
|---|--|
| Верстат для проточування колекторів і фрезерування міканіту 2155 (ГАРО) N=1,7кВт [14] | Ураження електричним струмом (f=50 ГЦ, U=340 В, I=400 мА, t≤0,1 с) [10]<br>Підвищений рівень шуму (L <sub>рА</sub> =84 дБА) [11]<br>Вібрація (L <sub>v</sub> ≤92 дБ, f=12,5...80ГЦ) [12] |
| Настільний свердлильний верстат [14]  | Ураження електричним струмом (f=50 ГЦ, U=340 В, I=400 мА, t≤0,1 с) [10]<br>Підвищений рівень шуму (L <sub>рА</sub> =84 дБА) [11]<br>Вібрація (L <sub>v</sub> ≤92 дБ, f=12,5...80ГЦ) [12] |
| Рейковий ручний прес [14]   | Ураження кінцівок рухомими частинами преса   |
| Токарний верстат ТВ -16, N=0,8 кВт [14]   | Ураження електричним струмом (f=50 ГЦ, U=340 В, I=400 мА, t≤0,1 с) [10]<br>Підвищений рівень шуму (L <sub>рА</sub> =84 дБА) [11]<br>Вібрація (L <sub>v</sub> ≤92 дБ, f=12,5...80ГЦ) [12] |

Потенційні небезпеки при роботах в електротехнічній дільниці пов'язані з наступним:

- при експлуатації токарного чи свердлильного верстатів можливий травматизм кінцівок внаслідок недотримання техніки безпеки;
- при експлуатації токарного чи свердлильного верстатів можливий травматизм при недостатньо надійному закріпленні деталей, що обробляються чи інструменту;
- ураження електричним струмом при несправності електрообладнання чи внаслідок пошкодження ізоляції;
- шум, що виникає внаслідок роботи електродвигунів.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

В електричній дільниці для миття приладів та деталей може використовуватися бензин і гас в невеликих кількостях. Гранично допустимі концентрації та міри надання першої допомоги при отруєнні бензином та гасом наведені в таблиці

Таблиця 4.2 – Характеристика шкідливих речовин, що використовуються в електротехнічній дільниці [16]

| Назва шкідливої речовини або матеріалу | Гранично допустима концентрація шкідливих речовин |                               | Перша допомога при отруєнні                     |
|--|---|-------------------------------|---|
|  | У робочій зоні                                    | В атмосфері населеного пункту |   |
| Бензин                                 | 100   |                               | Свіже повітря, тепло, 20...30 крапель валеріани |
| Гас (керосин)                          | 300   |                               | Свіже повітря, тепло                            |

#### 4.5 Забезпечення нормальних умов праці

Територія підприємства огорожена і впорядкована. В'їзд на територію та виїзд з неї проходять через КПП. Очисні споруди розміщені неподалік зони ЩО.

Територія відкритої стоянки для транспортних засобів, включно з проїздами, покрита асфальтобетонним покриттям та встановлені пожежні гідранти.

Для забезпечення належних умов праці і відпочинку на підприємстві передбачено ряд санітарно-побутових приміщень, які розміщені в адміністративному корпусі. Зокрема гардероб, умивальники, туалети, душові, кімнати для відпочинку, їдальня, медпункт.

Дані приміщення влаштовані відповідно до вимог СН иП П.92.76 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий».

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

#### 4.6.1 Метеорологічні умови

Щоб забезпечити нормальні умови праці робітників в електротехнічній дільниці потрібно створити відповідні метеорологічні умови, оскільки при їх невідповідності нормам підвищується втома, погіршується продуктивність праці, зростає можливість травматизму працівників.

Для метеорологічних показників відносять температуру повітря, відносну вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Оптимальні значення метеорологічних умов у виробничих відділеннях

| Назва приміщення         | Категорія робіт | Пора року | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| Електротехнічна дільниця | II а            | Холодна   | 17-19           | 40-60                 | 0,2                         |
|                          |                 | Тепла     | 20-22           | 40-60                 | 0,3                         |

Для підтримання оптимальної температури приміщень в холодну пору року використовують систему центрального опалення. Для цього на АТП споруджена своя котельня, де вода нагрівається і подається по трубах на обігрівання приміщень.

#### 4.6.2.Вентиляція

У електротехнічному відділенні використовується тільки природна вентиляція (відкривання вікон і дверей).Механічна вентиляція відсутня і потреби в ній немає, тому що на одного працюючого припадає понад 120м повітря.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 53   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

### 4.6.3 Освітлення

Для покращення зорової роботи у виробничих дільницях використовують природне і штучне освітлення. Природне освітлення бокове, а штучне – загальне і місцеве Загальне

освітлення використовується для освітлення всього виробничого відділення, а місцеве для освітлення робочих верстатів. Значення мінімальної освітленості в електротехнічній дільниці наведено в таблиці 6.4

Таблиця 4.4 – Характеристика штучної освітленості

| Назва відділення | Розряд зорової роботи | Освітленість, лк |             |          |             | Тип світильника          |
|------------------|-----------------------|------------------|-------------|----------|-------------|--------------------------|
|                  |                       | Загальне         | Комбіноване | Аварійне | Евакуаційне |                          |
| Електротехнічне  | IVa                   | 300              | 750         | 15       | 0,5         | РСП-04В<br>Лампа ДРЛ-250 |

### 4.7 Засоби індивідуального захисту

Для захисту працівників від небезпечних та шкідливих факторів, що можуть викликати захворювання або тілесні ушкодження, а також сприяти зменшенню продуктивності праці, використовують засоби індивідуального захисту, які наведені в таблиці 4.5

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 54   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 4.5 – Засоби індивідуального захисту працівників в електротехнічній дільниці

| Шкідливий виробничий фактор   | Призначення засобів індивідуального захисту | Назва засобів індивідуального захисту, їх характеристика | Професія працівника |
|---|---|--|---------------------|
| Пошкодження тіла металічними засобами   | Захист тіла від металічних пошкоджень       | Спецодяг   | Електрик            |
| Пошкодження кінцівок від гострих частинок деталей та стружки  | Захист кінцівок від поранення               | Рукавиці захисні   | Електрик            |
| Частинки абразиву, які виникають при роботі токарного, свердлильного та проточно-фрезерного верстатів       | Захист очей                                 | Захисні окуляри  | Електрик            |
| Пошкодження кінцівок при роботі з пресом  | Захист кінцівок від поранення               | Рукавиці захисні   | Електрик            |
| Пошкодження кінцівок при розбиранні та ремонті генераторів та стартерів                                     | Захист кінцівок від поранення               | Рукавиці захисні   | Електрик            |
| Ураження електричним струмом при перевірці щитових контрольно-вимірювальних приладів та системи запалювання | Захист від ураження електричним струмом     | Рукавиці захисні   | Електрик            |

#### **4.8 Забезпечення безпеки технологічних процесів монтажу і експлуатації обладнання в електротехнічному відділенні**

- не допускається установлення обладнання на пошкоджений фундамент або при пошкодженні елементів кріплення
- недопустимий запуск обладнання при неповному числі кріпильних елементів
- усі небезпечні елементи обладнання пофарбовані в червоний колір
- усі монтажні роботи виконуються при достатній кількості працівників
- після виконання монтажних робіт виконується захисне заземлення електрообладнання
- на стіні, біля щитка електроживлення розташоване захисне виключення, за допомогою якого знеструмлюється обладнання дільниці
- на тимчасово несправному обладнанні розміщено табличку «Не вмикати!»
- на стіні біля розеток системи електропостачання червоною фарбою нанесено значення максимальної напруги
- при монтажі великогабаритного обладнання слід перевірити надійність кріплення.

Небезпечні місця на верстатах повинні огорожуватися. Частина устаткування та верстатів ( у тому числі трубопроводи гідросистем, запобіжні клапани, кабелі тощо),

механічне пошкодження яких може викликати виникнення небезпеки, повинні бути захищені або розташовані так, об запобігти їх випадковому пошкодженню.

Верстати, преси та стенди повинні піддаватися технічному огляду і мати табличку із зазначенням інвентарного номера, дати наступних випробувань ізоляції, допустимого тиску(для пресів) і заземлення.

Технічні заходи захисту від потенційно небезпечних виробничих факторів наведені в таблиці

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 4.6 – Технічні заходи захисту працівників в електротехнічній дільниці

| Небезпечний фактор   | Проектуючий або обраний захист | Технічна характеристика захисту                                 | Місце встановлення                                  |
|--|--------------------------------|---|---|
| Небезпека травматизму попадання кінцівок під обертіві частини верстату | Захисні екрани                 | Дотримання правил техніки безпеки, опускання екранів при роботі | Токарний, свердлильний і фрезерний верстати, стенди |
| Небезпека електротравматизму   | 1 Заземлення                   | Опір заземлення не більше 4 Ом                                  | Токарний, свердлильний і фрезерний верстати, стенди |
|  | 2 Індивідуальні засоби захисту | Рукавиці захисні  |   |
| Небезпека ураження очей абразивними частинками                         | Індивідуальні засоби захисту   | Захисні окуляри   | Токарний, свердлильний і фрезерний верстати         |
| Небезпека травматизму механічними та металічними засобами              | Індивідуальні засоби захисту   | Спецодяг<br>Рукавиці захисні                                    | Токарний, свердлильний і фрезерний верстати, стенди |

Техніка безпеки при роботі на токарному верстаті [20]

### 1. Загальні положення

1.1 До роботи на токарному верстаті допускаються особи, що пройшли інструктажі на робочому місці про безпечні методи роботи та з охорони праці

Проведення інструктажу з техніки безпеки оформляють у журналі.

### 1.2. Небезпечність у роботі:

- пошкодження очей стружкою, що відлітає,
- поранення рук, тіла внаслідок поганого закріплення деталей
- доторкання до деталі, яка обробляється
- неправильне поводження з різцем

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 57   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 2 Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Одягніть спецодяг, совайте волосся під головний убір

2.2 Перевірте надійність кріплення захисного кожуха носової передачі.

2.3 Перевірте з'єднання заземлення занулення з корпусом верстата.

2.4 Установіть пристрій із зазором 2-3 мм від деталі і закріпіть його на висоті центральної лінії заготовки.

2.5 Перевірте справність різального інструменту і правильність його заточки.

2.6 Перед початком роботи надіньте захисні окуляри.

## 3 Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Підводьте різець до заготовки після того, як вал досягне повної частоти обертання.

3.2 Подавайте інструмент плавно, без сильного натиску.

3.3 Своєчасно просувайте пристрій до оброблювальної деталі.

3.4 Щоб уникнути травм під час роботи

- не нахилийте голову близько до верстата

- не заміряйте деталь, що обробляється, під час роботи верстата

- не зупиняйте верстат ,гальмуючи рукою деталь

- не відходьте від верстата, не вимкнувши його.

## 4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Зупиніть верстат. Покладіть у відведені місця інструменти.

4.2 Приберіть з верстата стружку за допомогою щітки. Не здувайте стружку.

## 5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1 При виявленні несправності під час роботи негайно вимкніть верстат.

### **4.9 Розрахунок вібрації верстата**

Для віброізоляції стаціонарних машин з вертикальною вимушеною силою в машинобудуванні найчастіше використовують віброізолюючі опори типу пружних прокладок або пружин.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 58   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

При використанні віброізоляторів тиру гумових прокладок слід передбачити заходи для забезпечення деформації в горизонтальній площині. Для цього гумові віброізолятори повинні мати або форму ребристих або дірчастих плит, або розбиватися на ряд паралельно встановлених віброізоляторів.

Розрахунок віброізоляторів зводиться до визначення необхідної пружності гумових прокладок і визначення їх параметрів: висоти, площі та кількості прокладок [21].

Проводимо розрахунок віброізоляції верстата моделі ТВ-16 ( токарний верстат). Двигун даного верстата розвиває до 1500 об хв., а вага верстата становить 48 кг.

Визначаємо значення частоти збуджуючої сили [21].

$$f = n/60 = 1500/60 = 25 \text{ Гц.} \quad (4.1)$$

Значення коефіцієнта передачі для ефективності віброізоляції коливаються в межах 1/8 – 1/15 при співвідношенні вимушеної частоти до власної частоти системи рівному 3 – 4. Із формули співвідношення частот визначаємо частоту власних коливань [21].

$$c = f/f_0. \quad (4.2)$$

Тоді

$$f_0 = f/4 = 25/3 = 6,25 \text{ Гц.}$$

Статистична осадка системи на віброізоляторах під тиском власної маси визначається за формулою [21].

$$f_0 = \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{g}{x_{ct}}}, \text{ Гц} \quad (4.3)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння;

$x_{ct}$  – статистична осадка.

$$x_{ct} = \frac{(0,5\pi)^2 g}{f_0^2} = \frac{(0,5 \cdot 3,14)^2 \cdot 9,81}{6,25^2} = 0,62 \text{ см.}$$

Для гумової прокладки визначаємо потрібну висоту за формулою [21]:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 59   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$h = x_{ct} \frac{E}{\sigma}, \quad (4.4)$$

де  $E$  – динамічний модуль пружності,  $E=0,001 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ ;

$\sigma$  – напруження матеріалу.

Приймаємо  $h=7,5 \text{ мм}$ .

Визначаємо площу прокладки [21]:

$$S = \frac{P}{\sigma N}, \quad (4.5)$$

де  $P$  – вага агрегату,  $\text{Н}$ ;

$N$  – число прокладок по кутах контуру верстата,  $N=4$ .

$$P = mg = 48 \cdot 9,81 = 470,9 \text{ Н}. \quad (4.6)$$

$$S = \frac{470,9}{3 \cdot 10^5 \cdot 4} = 3,92 \text{ см.}$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 60   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 5 Організація і управління виробництвом ТО і ПР

### 5.1 Призначення системи управління виробництвом

На систему організації і управління виробництвом та АТП покладають виконання ТО і ПР рухомого складу при мінімальних витратах і простоях автомобілів і проведення заходів по підвищенню ефективності виробництва. Організація виробництва повинна забезпечити ефективне використання робочого часу, матеріалів, запасних частин і виробничої бази підприємства. Покращення організації і управління виробництвом – головний резерв підвищення якості проведення ТО і ПР.

Однією із основних завдань технічної експлуатації є визначення шляхів і методів найбільш ефективного управління технічним станом і працездатністю автомобільного парку, тому управління є однією із основних функцій інженера. Технічна служба АТП в своїй вирішує ряд питань планування і управління виробництвом, та здійснює наукову організацію праці по технічному обслуговуванню та ремонту рухомого складу, а також в її обов'язки входить:

- визначення програми робіт, тобто кількості автомобілів, що планується на діагностування і ТО, і об'ємів робіт;
- розподіл належних запасних частин і матеріалів по автомобілях, агрегатах, постах і поновлення їх запасів;
- розподіл автомобілів по виробничих постах в залежності від спеціалізації, оснастки і зайнятості;
- розподіл завдань між ремонтними робітниками і працівників між постами та відділеннями.

### 5.2 Структура управління виробництвом

Навчально-науково-виробничу автотранспортну лабораторію Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу очолює завідувач, який на пряму підпорядковується ректору університету.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Завідувач лабораторією:

- укладає угоди, контракти, видає довіреності;
- заохочує та накладає дисциплінарні стягнення на працівників;
- затверджує посадові інструкції про працівників;
- видає накази і дає вказівки ,які є обов'язковими для працівників АТП;
- вирішує інші питання виробничої та фінансової діяльності АТП.

Механік по випуску проводить випуск АТЗ на лінію, фіксує час перебування автомобілів на лінії, проводить інструктажі водіям перед виїздом на лінію, проводить облік пробігів ТЗ пробігів ТЗ та назначає терміни проведення ТО, приймає заявки від водіїв на проведення ПР та передає їх лінійному механіку. Механік також здійснює оперативне керівництво процесом виконання ТО і ПР, організовує роботу робітників, веде облік наявних запасних частин та видає їх зі складу, проводить інструктажі по ТБ, слідкує за виконанням правил охорони праці, веде облік інструментального господарства ,

складає звіт головному механіку для нарахування заробітної платні виконавцям ТО і ПР, де фіксує загальний час роботи робітників , коефіцієнт трудової участі (КТУ).

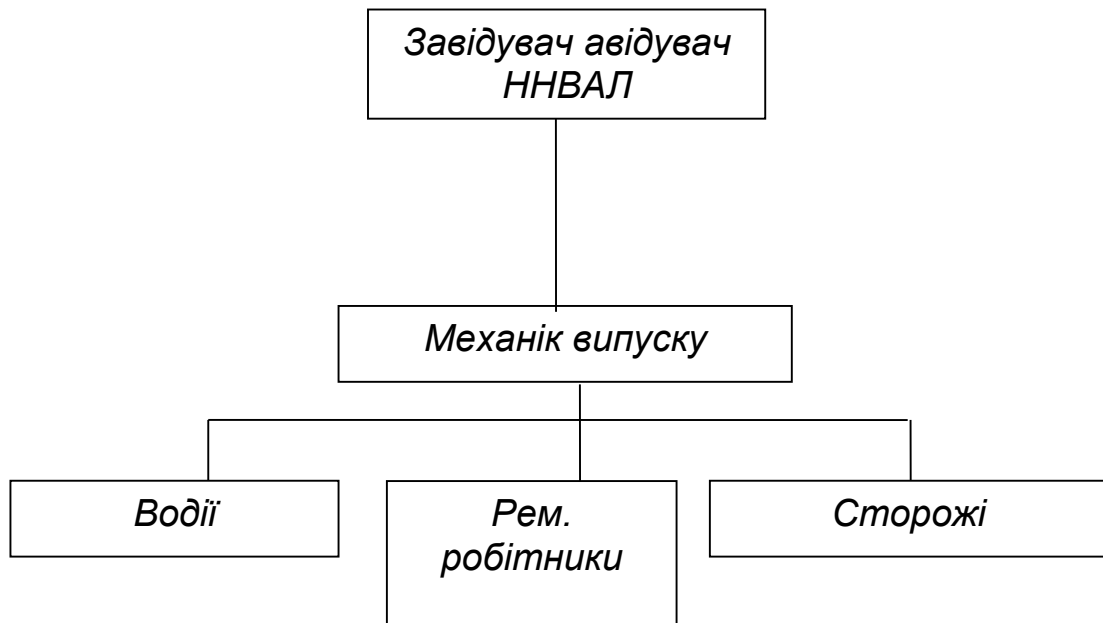
Всі ланки управлінської структури взаємозв'язані, і співпрацюють між собою

Задля ефективної роботи підприємства у ННВАЛ запроваджена централізована система управління виробництвом. У даній системі управління ТО і ПР застосовується агрегатно-вузловий метод.

В цьому випадку ремонт автомобілів проводиться шляхом заміни несправних частин.

Організаційна структура управління ННВАЛ ІФНТУНГ представлена на рисунку 5.1.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 62   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |



*Рисунок 5.1 – Організаційна структура управлінням ННВАЛ ІФНТУНГ*

### **5.3 Організація праці ремонтних робочих**

Праця ремонтних робочих на підприємстві організована методом спеціалізованих бригад. Для виконання ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР автомобілів сформовані окремі спеціалізовані бригади. На кожну бригаду покладено завдання своєчасного і якісного виконання відповідного виду ТО чи ПР по всьому парку рухомого складу. Вузли і агрегати, зняті з транспортного засобу, ремонтують робітники, які входять в склад виробничих відділів. Очолюють бригади і відділи бригадири, які безпосередньо підпорядковуються механіку по ремонту чи старшому механіку.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 63   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 6 Науково-дослідницька частина

### 6.1 Постановка проблеми

Станом на сьогоднішній день в господарствах України різних форм власності перебуває в експлуатації значна кількість автомобілів ще радянського виробництва, які досить непогано зарекомендували себе з точки зору надійності та пристосованості до досить складних умов роботи.

Нажаль, багато моделей уже зняті з виробництва, тому, природно, виникає питання забезпечення запасними частинами для ремонту. Виникає питання реставрації деталей в умовах ремонтних майстерень, які не завжди оснащені відповідним технологічним обладнанням та забезпечені кадрами відповідної кваліфікації. Це, в повній мірі, стосується і деталей двигунів внутрішнього згорання, однією з відповідальних деталей яких є штовхачі клапанного механізму.

Мета роботи: запропонувати спосіб відновлення і зміцнення зношених робочих поверхонь штовхачів, придатний для застосування в умовах авторемонтних майстерень. Даний спосіб повинен бути придатним як для реставрації зношених штовхачів, так і для зміцнення робочих поверхонь при виготовлення нових.

#### 6.1.1 Будова з'єднання штовхач – блок циліндрів.

Штовхач є складовою частиною газорозподільного механізму двигуна [8].

Механізм газорозподілу призначений для своєчасного впуску в циліндри повітря (дизелі) або горючої суміші (карбюраторні і газові двигуни) і випуску з них відпрацьованих газів. Механізм газорозподілу може мати верхнє розташування клапанів (в голівці циліндрів) або нижнє (у блоці циліндрів). У сучасних автомобільних двигунах застосовують механізм газорозподілу з верхнім розташуванням клапанів, яке дозволяє отримати компактну камеру згорання, забезпечити краще наповнення циліндрів горючою сумішшю і полегшити регулювання теплових зазорів.

На рис. 6.1 показаний механізм газорозподілу двигуна ЗІЛ-130.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 64   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

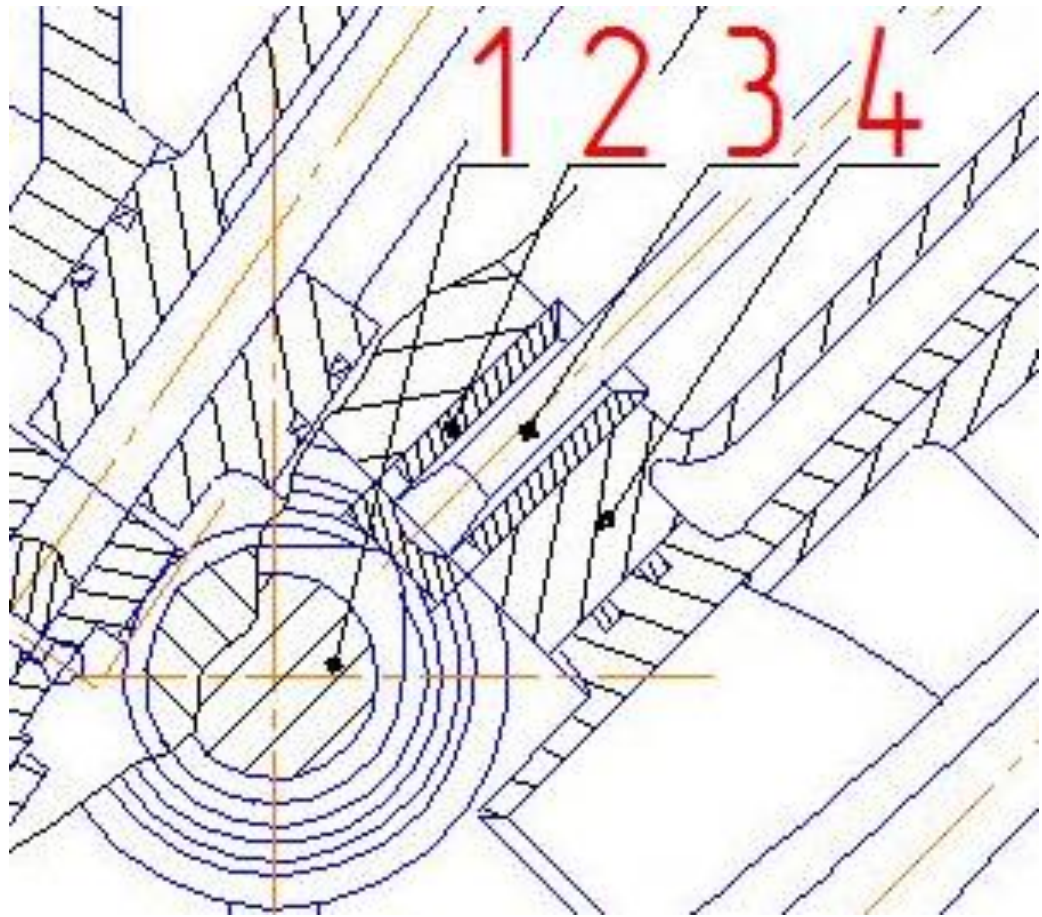


Рисунок 6.1 – Газорозподільний механізм ЗиЛ-130

1 – розподільчий вал, 2 – штовхач клапана, 3 – штанга, 4 - корпус

Зусилля від кулачків розподільного валу через штовхачі, штанги і коромисла передається клапанам, які відкриваються, стискаючи пружини. Закриття клапанів відбувається під дією стислих пружин. На загальному для обох рядів циліндрів розподільчому валі є також шестерні приводу масляного насоса і переривника-розподільника, а також ексцентрик приводу паливного насоса. Розподільчий вал розташований в блоці циліндрів і шестернею наводиться від колінчастого валу; частота обертання розподільного валу повинна бути в два рази менше частоти обертання колінчастого валу. Для обмеження осьових переміщень розподільного валу між шестернею і передньої опорною шийкою встановлено розпірне, яке забезпечує зазор (0,1 - 0,2 мм) між упорним фланцем і шестернею.

Штовхач клапана переміщається в циліндричному отворі блоку циліндрів.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Механізм газорозподілу дизеля КамАЗ-740 також має один розподільний вал 1 з шестернею приводу 17, встановленої на задньому кінці вала (рис. 6.2).

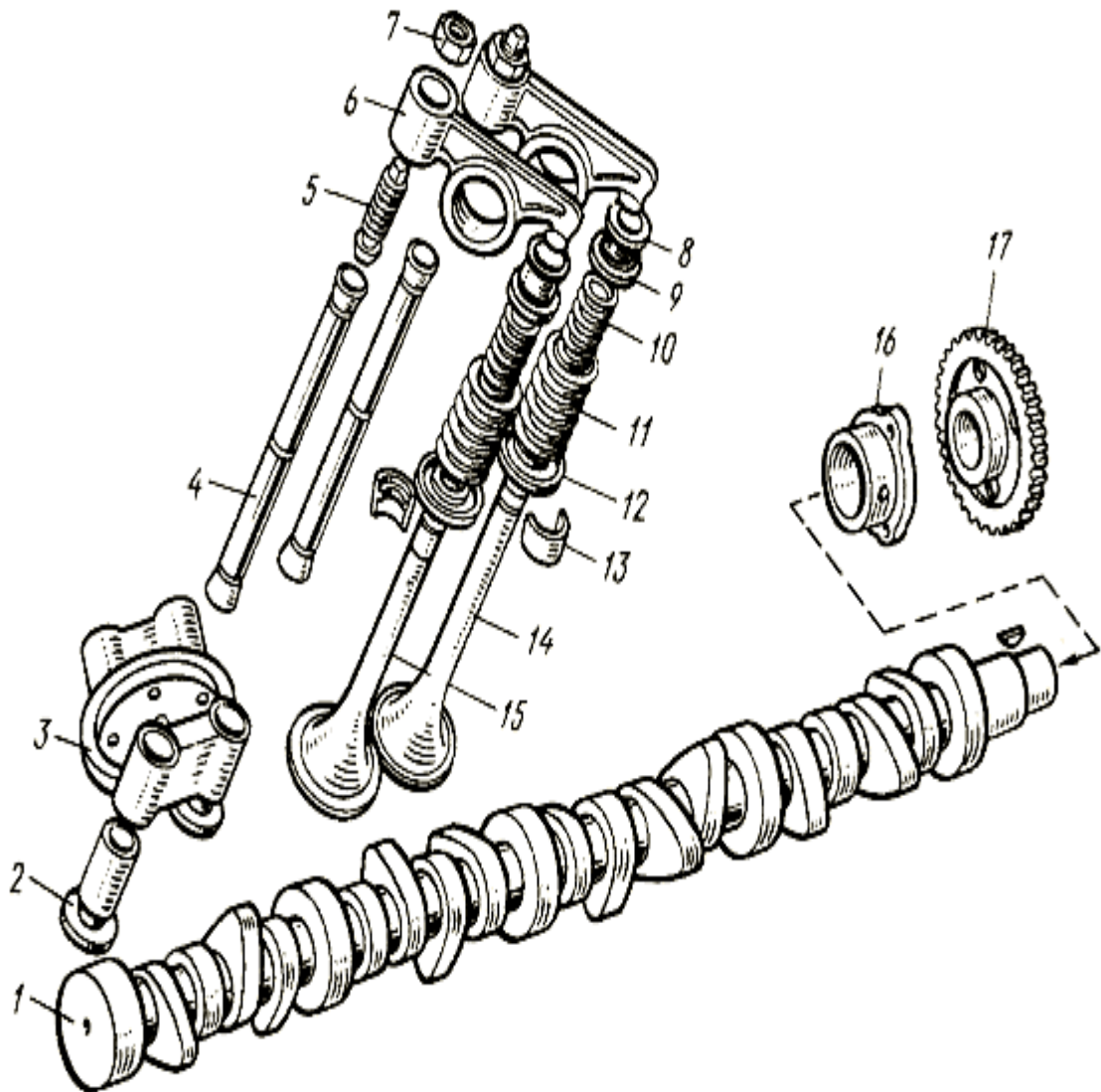


Рисунок 6.2 – Газорозподільний механізм дизельного двигуна КамАЗ-740

1 - розподільний вал, 2 - штовхач, 3 - напрямна штовхачів, 4 - штанга, 5 - регулювальний гвинт, 6 - коромисло, 7 - контргайка, 8 - втулка, 9 - тарілка, 10 - пружина внутрішня, 11 - пружина зовнішня, 12- шайба, 13 - сухар, 14 - впускний клапан, 15 - випускний клапан, 16 - фланець, 17 - шестерня.

Сталевий розподільний вал встановлений в розвалі блоку циліндрів на п'яти підшипниках ковзання. Осьове переміщення вала обмежено корпусом заднього

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 66   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

підшипника, в торці якого з одного боку упирається маточина шестерні 17, а з іншого - опорний борт задньої опорної шийки валу. Сталеві штовхачі 2 грибоквого типу пустотілі з циліндричною направляючою частиною. Тарілка штовхача має наплавку вибіленим чавуном. Направляюча 3 штовхачів робиться знімною, спільної для чотирьох штовхачів, що полегшує її ремонт. Впускний 14 і випускний 15 клапани виготовлені з жароміцної сталі. Стрижні клапанів на довжині 120 мм від верхнього торця покриті графітом для кращої підробітки. Під час роботи двигуна клапани повертаються щодо сідла за рахунок спеціальної конструкції роз'ємного з'єднання (втулка 8 – тарілка 9), що підвищує тривалість їх експлуатації без ремонту.

Деталі клапанного механізму і головки циліндрів двигуна працюють у дуже важких умовах, які характеризуються високими робочими температурами і напруженнями, що виникають від дії механічних і теплових навантажень.

Тому при аналізі пошкоджень і причин їх виникнення, при розрахунку деталей і спряжень на працездатність і міцність, при виборі технологічного процесу на виготовлення, ремонт і складання необхідним є знання робочих температур і напружень, що виникають в деталях і спряженнях в процесі роботи.

Зокрема головка циліндрів двигуна ЗІЛ-130 служить не тільки кришкою циліндрів, а й несучим корпусом для клапанного механізму.

Головка виготовлена з алюмінієвого сплаву АЛ-4 (твердістю НВ-70), а в гнізда клапанів запресовані сідла з більш твердого та зносостійкого сплаву [8].

#### 6.1.2 Функція, призначення і технологія виготовлення штовхачів.

Штовхач клапана (рис. 6.3) призначений для передачі зусилля від розподільного валу до стержня клапана або штанги і розвантаження їх від бічних зусиль, що виникають при обертанні кулачка.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 67   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |



Рисунок 6.3 – Штовхач клапана автомобіля ЗиЛ-130

Циліндрову частину штовхача для зменшення питомого тиску на її стінки виконують із збільшеним діаметром. Матеріалом для виготовлення штовхачів служить сталь або чавун. Для полегшення ваги штовхачів їх зазвичай виконують порожнистими.

В автомобіля ЗиЛ-130 штовхачі клапанів сталеві (сталь 35 ГОСТ 1050-88), пустотілі. Для підвищення надійності пари кулачок - штовхач на сфері штовхача наплавлені спеціальний чавун. Твердість поверхні, наплавленої чавуном, дорівнює HRC 60. Твердість циліндричної зовнішньої поверхні штовхача HRC 30 – 35.

Клапани ГАЗ-53А виготовляються зі сталі 15 КП ГОСТ 1050-88.

Хімічні склади сталей подані в таблиці 6.1 [9].

| Хімічний склад в % сталі 35 |             | Хімічний склад в % сталі 15 КП |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------|
| C                           | 0,32 - 0,4  | 0,12 - 0,19                    |
| Si                          | 0,17 - 0,37 | до 0,07                        |
| Mn                          | 0,5 - 0,8   | 0,25 - 0,5                     |

Закінчення таблиці 6.1

|    |          |          |
|----|----------|----------|
| Ni | до 0,25  | до 0,25  |
| S  | до 0,04  | до 0,04  |
| P  | до 0,035 | до 0,035 |
| Cr | до 0,25  | до 0,25  |
| Cu | до 0,25  | до 0,25  |
| As | до 0,08  | до 0,08  |
| Fe | ~97      | ~9       |

**6.2 Дефектація штовхачів, епюри зносу, механізми зносу, аналіз виникнення дефектів.**

Типові дефекти поверхні штовхачів зображені на рисунках 6.4 і 6.5.



Рисунок 6.4 – Абразивний знос поверхні юбки штовхача



Рисунок 6.5 – Абразивний знос поверхні торця штовхача

В процесі дефектації штовхачів керуються нормативами заводу-виробника.

В таблиці 6.2 подано конструктивно-технологічну характеристику штовхача клапана ГАЗ-53А [10].

Таблиця 6.2 - Конструктивно-технологічна характеристика деталі

| Параметри   | Значення параметрів   |
|---|---|
| Назва деталі  | Штовхач клапана   |
| Номер за каталогом  | 21 – 1007055 – АЗ   |
| Можливий спосіб виготовлення                                  | Гаряче кування з наступною механічною та термічною обробкою робочих поверхонь |
| Місце встановлення на автомобілі                              | Двигун, ГРМ   |
| Види навантажень, яким піддається деталь під час експлуатації | Тертя робочих поверхонь і змащування моторними оливами                        |
| Клас деталі   | Круглі стержні  |
| Матеріал  | Сталь 15КП ГОСТ 1050-88   |

|      |      |          |        |      |                                |            |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк.<br>70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |            |

Закінчення таблиці 6.2

|   |   |
|---|---|
| Границя міцності                                    | 60 кг/см  |
| Дефектні поверхні                                   | Номер, назва: штовхач 1<br>Форма: стержень.<br>Твердість: HRC 35 – 40<br>Розміри з граничними відхиленнями, мм<br>$25_{-0,02}^{+0,008}$ |
|   | Номер, назва: штовхач 1<br>Форма: стержень.<br>Твердість: HRC 35 – 40<br>Розміри з граничними відхиленнями, мм<br>$25_{-0,02}^{+0,008}$ |
| Вимоги до форми та взаємного розташування поверхонь | Биття на поверхні 0,02 мм   |

Технічні умови на дефектування штовхача ГАЗ-53 подані в таблиці 6.3, КамАЗ-740 – 6.4.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 71   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Таблиця 6.3 – Технічні умови на дефектування штовхача клапана ГАЗ-53А

|                                  |   |   |                       |                        |                                   |   |
|----------------------------------|---|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| Дивись ремонтне креслення деталі |   | Деталь: штовхач клапана                                 |                       |                        |                                   |   |
|                                  |   | № деталі: 21 – 1007055 – АЗ                             |                       |                        |                                   |   |
|                                  |   | Матеріал:<br>Сталь 35 ГОСТ 1050-88                      |                       |                        | Твердість:<br>HRC 35 – 40         |   |
| Позначення на ескізі             | Найменування дефектів   | Спосіб встановлення дефекту та вимірювальний інструмент | Розміри, мм           |                        |                                   | Заключення  |
|                                  |   |   | Номінальний           | Допустимий без ремонту | Допустимий для ремонту            |   |
| 1                                | Зношення юбки штовхача  | Пристрій для сортування деталей по зносу                | $25_{-0,02}^{+0,008}$ |                        | Не менше 25,1 мм                  | Наплавлювання   |
| 2                                | Зношування, задири, викришування, маленька стружка на сферичній поверхні п'яти штовхача | Шаблон 54,3 мм  | Сфера R=750 мм        |                        | Довжина штовхача не менше 54,3 мм | Ремонтувати: Шліфуванням п'яти до отримання сфери R=750 мм . Бракувати при довжині менше 54,3 мм. |

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                | 72   |

Таблиця 6.4 – Технічні умови на дефектування штовхача клапана КамАЗ-740

| № по каталогу  | Назва           | Матеріал   | Твердість                          |                                 |  |
|----------------|-----------------|--|------------------------------------|---------------------------------|--|
| 740.1007184-03 | Штовхач клапана | Сталь 35<br>«Селект»<br>ТУ14-1-4382-86.<br>Пята – спец.<br>чавун | HRC 36,5...41,5<br>HRC 61          |                                 |  |
| № дефекту      | Позначення      | Можливий дефект  | Розміри, мм                        |                                 | Спосіб ремонту   |
|                |                 |  | номінальний                        | Гранично допустимий без ремонту |  |
| 1              | А               | Знос «бочко-подібного» стержня штовхача                          | $\varnothing 21,890_{-0,033}$      | 21,85                           | Ремонтувати штовхач до розміру $\downarrow 21,82_{-0,021}$ . |
|                |                 |  | $\varnothing 22_{-0,036}^{-0,015}$ | 21,96                           |  |
|                |                 |  | $\varnothing 21,902_{-0,033}$      | 21,998                          |  |
| 2              | Б               | Знос, викришування наплавленої поверхні пята                     | Розмір В:                          |                                 | 1. Обробити «як чисто».<br><br>1. Наплавити<br>2. Шлифувати  |
|                |                 |  | 24,7 ±0,2                          | 23,9±0,2                        |  |

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 73   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

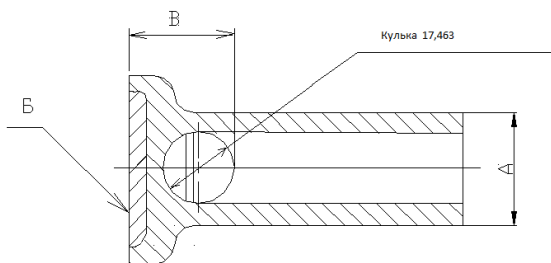


Рисунок 6.6 – Штовхач клапана КамАЗ-740

Ремонтні розміри штовхача клапана ЗиЛ-130 (рис. 6.7) подані в таблиці 6.5

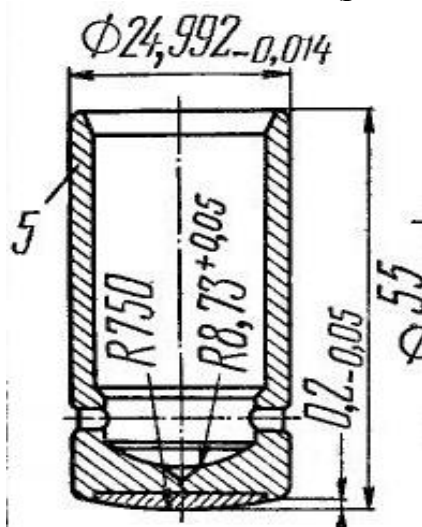


Рисунок 6.7 – номінальні розміри штовхача клапана ЗиЛ-130

Таблиця 6.5 – Розміри діаметру штовхачів [8]

| Розмір        | Збільшення діаметра штовхача | Величина розмірів                |                               |
|---------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
|               |                              | Номінальний або ремонтний розмір | Допустимий розмір без ремонту |
| Номінальний   | -                            | $\frac{24,978}{24,992}$          | 24,970                        |
|               |                              |                                  |                               |
| 1-й ремонтний | 0,1                          | $\frac{25,078}{25,072}$          | 25,070                        |
|               |                              |                                  |                               |
| 2-й ремонтний | 0,2                          | $\frac{25,178}{25,192}$          | 25,170                        |
|               |                              |                                  |                               |

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ

Арк.  
74

В роботі було проведено заміри діаметрів спрацьованих поверхонь юбки штовхачів клапанів автомобіля ЗиЛ-130 у двох взаємо перпендикулярних площинах (рис. 6.8). Результати замірів зведені в таблицю 6.6.

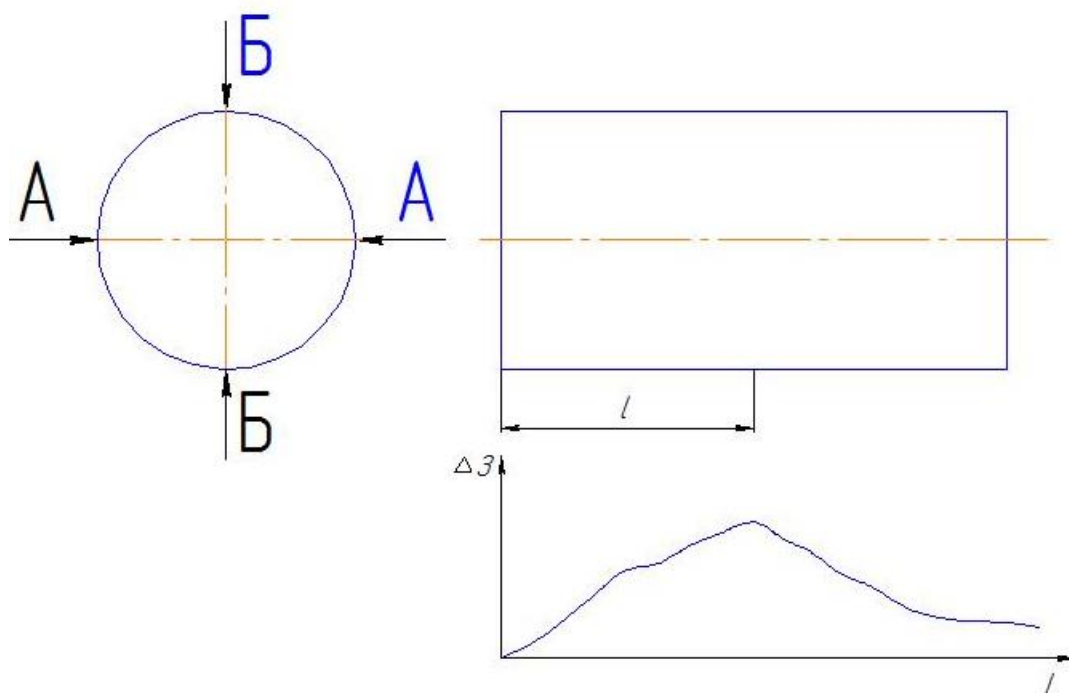


Рисунок 6.8 – Схема розміщування площин при вимірюванні діаметра штовхача клапана і епюра зносу

Таблиця 6.6 - Дані про діаметри юбки штовхача клапана в місці максимального зносу, мм

| Штовхач | Площина вимірювання | Діаметри юбки штовхача |
|---------|---------------------|------------------------|
| I       | Площина (А-А)       | 24,95                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,94                  |
| II      | Площина (А-А)       | 24,95                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,95                  |
| III     | Площина (А-А)       | 24,94                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,94                  |
| IV      | Площина (А-А)       | 24,95                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,94                  |
| V       | Площина (А-А)       | 24,93                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,95                  |
| VI      | Площина (А-А)       | 24,94                  |
|         | Площина (В-В)       | 24,93                  |

Як видно з таблиці величина зносу в даного комплекту штовхачів є не критична. Вони повністю піддаються реставрації, за умови відсутності обломів і тріщин любого характеру і розміщення.

Основними причинами виникнення спрацювання поверхонь та тріщин є втома металу, експлуатація з навантаженнями, які перевищують допустимі, місцевий раптовий перегрів чи переохолодження, порушення правил розбирально-складальних робіт, природне спрацювання, абразивне спрацювання.

### **6.3 Аналіз існуючих способів відновлення штовхачів газорозподільчого механізму ДВЗ**

У технічній літературі пропонується наступний порядок відновлення розмірних параметрів. Спочатку зношені поверхні піддають шліфуванню для видалення слідів зношування (риски, задирки та ін.). Після цього зношену поверхню відновлюють хромуванням у розчині температурою 50 – 60<sup>0</sup> С, який містить 240 – 250 г/л хромового ангідриду, 2 – 3 г/л сірчаної кислоти. Щільність струму складає 100 А/дм<sup>2</sup> [11].

Можливе застосування залізнення з наступним шліфуванням та поліруванням.

Основним недоліком даних процесів є обмежена товщина нанесеного шару, а також технологічна складність попередньої обробки поверхонь деталей перед нанесенням покриття.

До недоліків даних методів обробки слід віднести також те, що вони тривалі в часі, а значить малопродуктивні та не здатні забезпечити високий коефіцієнт зчеплення нанесеного металу з основним матеріалом.

Відновлення розмірних параметрів може здійснюватись шляхом наплавлення порошку ПГ-СР4 (ГОСТ 21448 – 75) на пропані або ацетилені з наступним шліфуванням [11].

Недоліком наплавлення, як способу відновлення саме штовхача (деталі малогабаритної) є те, що здійснюється нагрів всього об'єму металу, що, в свою

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 76   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

чергу, може спричинити деформацію виробу та зміну структури металу виробу з погіршенням його експлуатаційних властивостей.

Отже, пошук технології ефективного відновлення і зміцнення робочих поверхонь штовхачів залишається актуальним завданням.

Необхідна технологія, яка би не вимагала наявності складного обладнання, високо кваліфікованих виконавців, була би придатна як для відновлення зношених деталей, так і для виготовлення нових, тобто була придатна для умов ремонтних транспортних майстерень. Таким умовам відповідає електроіскрове легування (ЕІЛ).

#### **6.4 Фізико-механічна сутність електроіскрового легування**

Спосіб електроіскрової обробки матеріалів був запропонований радянським вченим, українцем за походженням (родом з Донбаського регіону), Б.Р. Лазаренко (1910-1979 рр.) [12].

Електроіскрове легування полягає у зміцненні поверхні деталі під дією електроіскрового розряду [13, 14]. Метод електроіскрового нарощування і зміцнення відноситься до електроіскрової обробки з переважним руйнуванням матеріалу анода і перенесенням продуктів ерозії на матеріал поверхні катода, яке супроводжується утворенням поверхневого шару зі зміненою структурою і складом.

Іскровий розряд виникає між двома електродами, до яких підводиться постійний струм напругою 10 ... 200 В і силою струму 0,2 ... 150 А. При цьому з поверхні катода (оброблювана деталь) за досягнення енергії, еквівалентної роботі виходу електрона, починають вилітати електрони. Прямуючи до анода, вони пришвидшуються в міжелектродному просторі та іонізують повітря. При цьому кількість іонів і електронів зростає і циклічно виникає іскровий розряд. Швидкість утворення іскри становить  $10^{-2} \dots 10^{-7} \text{ с}^{-1}$ , а час її горіння мінімальний. Під час бомбардування анода електронами з нього вибиваються іони, які прямують до катода та осідають на ньому. Таким чином, поверхня анода руйнується (електрична

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 77   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ерозія), а на поверхні оброблюваної деталі (катода) формується покриття. Для безперервного горіння іскрового розряду електроди зближали на відстань, необхідну для збудження іскри, використовуючи для цього високочастотний вібратор. Оскільки іони летять крізь повітря, то при цьому існує можливість утворення нітридів та оксидів, а зміцнений шар комплексно легується іонами матеріалу анода, азотом та киснем. Крім того виникнення локальних спалахів температури під дією електроіскрового розряду створює передумови для гартування поверхневого шару, що додатково підвищує його міцність.

Цикл електроіскрового нарощування можна умовно розділити на такі фази [15]:

- момент пробою міжелектродного проміжку;
- відділення від аноду краплі розплавленого металу і вибух останньої;
- осадження і взаємна дифузія матеріалу анода і катода;
- розходження електродів.

Механізм переносу металу з аноду на катод під дією імпульсів електричного струму показано на рисунку 6.9.

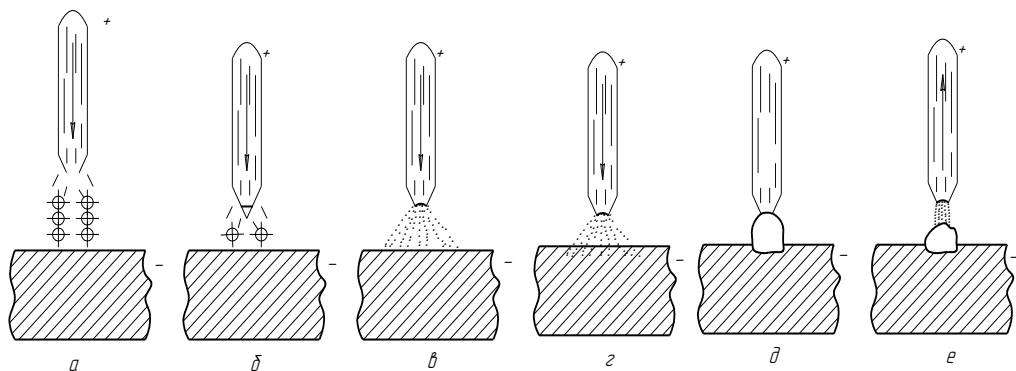


Рисунок 6.9 – Схема процесу переносу металу з аноду на катод при електроіскровому зміцненні і

легуванні: а – момент пробою між електродного проміжку; б – віддалення від аноду краплерозплавленого металу; в – вибух розплавленої краплі; г – осадження і проникнення матеріалу аноду на катоді; д – момент контакту електродів; е – розходження електродів.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 78   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

Автори [16] виділяють чотири основні закономірності ерозії електродів в процесі електроіскрової обробки:

- маса матеріалу, який викидається з поверхні електроду пропорційна кількості струму, яка проходить на протязі імпульсу і залежить від матеріалу електрода.

- кількість матеріалу, який викидається можна описати співвідношенням:

$$\gamma = kEft, \quad (6.1)$$

де:  $\gamma$  – кількість матеріалу, який викидається, г;

$k$  – коефіцієнт пропорційності, який визначається фізичними константами матеріалу електродів, складом середовища і тривалістю імпульсів;

$E$  – енергія одиничного імпульсу;

$f$  – частота імпульсів [17].

- інтегральна величина ерозії у випадку, якщо дія одного імпульсу не накладається на дію наступного імпульсу, являє собою величин ерозії в одиничному імпульсі.

$$\gamma = \sum \gamma_i, \quad (6.2)$$

- всі матеріали розташовуються по своїй ерозійній стійкості в певній послідовності. Їх склад і склад міжелектродного середовища суттєво впливає на положення області інверсії металів [18].

Автор [19] підкреслює, що ерозія електродів при електроіскровому легуванні знаходиться в прямій залежності від електронної будови їх матеріалів, збільшуючись зі зменшенням статичної ваги атомів, які володіють найбільш стійкими електронними конфігураціями.

В процесі електроіскрового нарощування та зміцнення на поверхні оброблюваної деталі утворюється шар, фізичні властивості якого кардинально відрізняються від властивостей основного матеріалу деталі.

Аналіз літературних джерел [20], дозволяють зробити висновок про наступну природу зміцнення виробів в процесі електроіскрової обробки [21]:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 79   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

- процес зміцнення відбувається за рахунок осадження на поверхні виробу (в нашому випадку штоку насоса) матеріалу анода. Найкращий результат досягається при нанесенні найбільш твердого і зносостійкого матеріалу;

$$H_{zm} = f(M_a), \quad (6.3)$$

де:  $M_a$  – характеристика матеріалу легуючого електроду.

- поверхневий шар являє собою результат взаємодії матеріалів анода і катода з утворенням твердих розчинів і хімічних сполук;

$$H_{zm} = f[(M_a + M_k)(\Pi_o + H_c)], \quad (6.4)$$

де:  $M_a + M_k$  – ефект взаємодії матеріалу анода і катода;

$\Pi_o + H_c$  – ефект зміцнення в результаті утворення окислів і нітридів.

- процес зміцнення відбувається як за рахунок переносу і взаємодії матеріалу електродів, так і за рахунок імпульсного впливу високих температур і тисків;

$$H_{zm} = f[(M_a + M_k)(\Pi_o + H_c)]^{pT}, \quad (6.5)$$

де:  $pT$  – імпульсна взаємодія високих температур і тисків на матеріал зміцненого шару.

Основні схеми утворення легованого шару зображено на рисунку 6.10 [22].

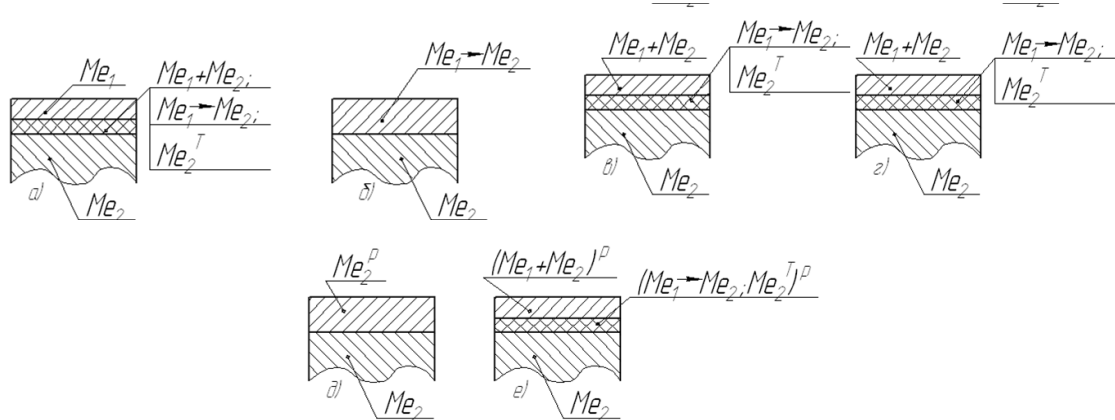


Рисунок 6.10 – Основні схеми утворення легованого шару:

$Me_1$  – матеріал анода;  $Me_2$  – матеріал катода;  $Me_1 + Me_2$  – утворення сполук і розчинів;  $Me_1 \rightarrow Me_2$  – дифузія матеріалу анода в катод;  $Me_2^T$  – імпульсний тепловий вплив на матеріал катода;  $Me_2^D$  – імпульсний механічний вплив на матеріал катода.

Механізм утворення поверхневого шару також розглянуто в роботі [23]. Автором стверджується, що в результаті протікання одиночного електричного розряду в точках дотику каналу розряду і поверхні електродів має місце викид матеріалу електродів з утворенням на поверхні матеріалу лунки, краї якої дещо підняті над поверхнею основного металу. При багаторазовій дії електричних імпульсів на одну і ту саму точку на поверхні катода залишається не шар нанесеного матеріалу, а збільшена в розмірі лунка. При переміщенні в процесі обробки електрода на діаметр лунки, то поверхня катода після одноразового проходу буде мати зубчастий профіль, зубці якого утворюються краями лунок. Якщо швидкість переміщення електрода така, що в момент наступного імпульсу він переміститься на величину меншу діаметра лунки, то частина металу з краю лунки переміститься до її центру. З цього можна зробити висновок про необхідність постійного і рівномірного переміщення електрода в процесі обробки. З метою отримання найвищої чистоти поверхні автор [23] рекомендує переміщувати електрод на  $\frac{1}{4}$  діаметра лунки. Дані рекомендації є дуже корисними в процесі вибору оптимального режиму обробки. Для отримання якісних багат шарових покриттів, що особливо актуально при відновленні штоків насосів необхідно також враховувати несприятливі чинники, що перешкоджають отримувати ці покриття. До таких чинників необхідно віднести ерозію матеріалу катода переважно в крапельно-рідкій фазі [20].

Автори [20] пропонують для опису закону розподілу мікротвердості по глибині електроіскрового покриття використовувати функцію:

$$F(h) = 1 - \frac{H_{\mu}(h) - H_{\mu}^{\text{іні}}}{H_{\mu}^{\text{max}}(h_1) - H_{\mu}^{\text{іні}}} = 1 - \exp\left[-\left(\frac{h - h_1}{a}\right)^b\right], \quad (6.6)$$

де  $H_{\mu}^{\text{іні}}$  – мікротвердість матеріалу основи;

$H_{\mu}^{\text{max}}$  – максимальна мікротвердість покриття;

$h_1$  – товщина «білого» шару (нарощений матеріал);

$a$  і  $b$  – параметри розподілу.

Графічно дану залежність представлена на рис. 6.11.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 81   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

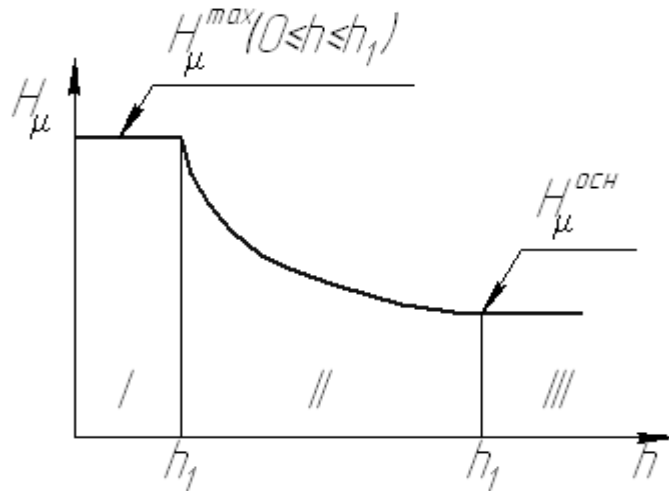


Рисунок 6.11 – Зміна мікротвердості по глибині покриття

Для зміцнення, як правило користуються електродами, виготовленими з графіту, ферохрому, алюмінію, білого чавуну, феробору та твердих сплавів групи ТК, ВК, ТТК тощо, або ж з інших струмопровідних матеріалів, щоб забезпечити отримання зміцненої поверхні з наперед заданими властивостями.

Технологія ЕІЛ набула широкого використання в промисловості для підвищення зносостійкості нових і відновлення розмірів зношених деталей. Основні переваги даної технології полягають у можливості переносу на поверхню металу будь яких струмопровідних матеріалів, високій міцності адгезії нанесеного шару з основою, відсутності деформації деталей і відсутності необхідності нагріву їх по всьому об'єму.

В зв'язку з появою нових електродних матеріалів, різновидностей механізації і автоматизації методів ЕІЛ (високочастотне легування) і відповідним збільшенням теплових і механічних навантажень не тільки розширює можливості методу, але і вимагає нової, більш точної класифікації видів електроіскрової обробки, в яких були б відображені узагальнені закономірності ерозії електродів і формування легованого шару, що конче необхідно для оптимізації процесу [24]. Поділ видів ЕІЛ на «грубе» і «тонке» полягає на залежності впливу на поверхню електродів електричних розрядів в залежності від струму короткого замикання [25]. Для «грубого» ЕІЛ струм короткого замикання  $I_{кз} > 20A$ , а енергія одиночного імпульсу

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 82   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$E < 0,2$  Дж, для «чистового» ЕІЛ –  $I_{кз} < 20A$  і  $E > 0,2$  Дж. Дана класифікація не відображає фізичної суті процесів на поверхні електродів і їх взаємозв'язок з електричними параметрами розряду і механічним навантаженням від дії іскрового розряду і удару електроду-інструменту по поверхні оброблюваної деталі. Тому автор [26] пропонує використовувати як визначальний параметр для класифікації видів ЕІЛ співвідношення вкладів фазових складових ерозії  $\Delta_a$  матеріалу легуючого електрода, яке в свою чергу визначається режимами обробки і гомеополарністю міжатомного зв'язку матеріалу, який, в свою чергу, відповідає за крихке руйнування останнього при імпульсних навантаженнях.

Автори [26] пропонують класифікувати види ЕІЛ за впливом режимів обробки на співвідношення фаз в ерозії. На думку авторів [27] кількість еродованої речовини в рідкій фазі визначається тепловим впливом іскрового розряду, і залежить від величини  $I_{кз}$ . Кількість еродованої речовини в твердій фазі визначається величиною термомеханічного напруження, яке в свою чергу залежить від величини  $E$ . дані напруження виникають під дією дані напруження виникають при нагріванні і кристалізації від реактивної дії струменя витікаючи парів, від дії ударної хвилі плазмового струменя у момент спаду струму в імпульсі, а також від удару інструменту до деталі.

Для сумісного обліку теплового і механічного навантажень від дії іскрового розряду авторами [27] вводиться критерій, який включає  $I_{кз}$ ,  $E$  і механічну міцність матеріалу. Таким критерієм може бути величина яка визначає співвідношення електричних параметрів розряду і механічного навантаження, яке виникає від удару інструменту до поверхні деталі

$$R = R_1(1 - R_2), \quad (6.7)$$

де:

$$R_1 = \frac{I_{кз}}{E}, \quad (6.8)$$

$$R_2 = \frac{\sigma}{[\sigma]}. \quad (6.9)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 83   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

де:  $\sigma$  – внутрішнє напруження в матеріалі електрода;

$[\sigma]$  – допустиме внутрішнє напруження для даного матеріалу.

При  $R > 100$  А/Дж переважає рідкофазова і парофазова ерозія переважно за рахунок теплового впливу іскрового розряду на електрод тому дана область може бути визначена, як теплове ЕІЛ. При  $R < 100$  А/Дж домінує вплив твердої фази, тому відбувається «термомеханічне» ЕІЛ. Якщо ЕІЛ відбувається з застосуванням ручних вібраторів (вібраційний принцип), або у випадку механізованого переміщення зміцнюючого пристрою відносно поверхні деталі то відбувається легування зі змінним міжелектродним зазором. Вібраційний принцип реалізується при  $R_2 < 0,1 - 0,3$ . при умові, що між електродний зазор  $\delta > 0$  підігрів електродів не має суттєвого впливу на формування легованого шару.

Ефективність процесу формування легованого шару характеризується рівнянням [54]:

$$\gamma_0 = \sum_{t_x} k \Delta_k, \text{ см}^3, \quad (6.10)$$

$t_x$  – поріг крихкого руйнування нарощеного шару, який визначається часом обробки при якому вперше фіксується від'ємний приріст катоду;

$\Delta_k$  – приріст маси катоду за кожну хвилину ЕІЛ;

$k$  – коефіцієнт переносу,  $k = \Delta_k / \Delta_a$ , % ( $\Delta_a$  – ерозія анода).

За твердженням [27]  $\gamma_0$  в загальному випадку збільшується зі збільшенням  $R$ , однак найбільша ефективність досягається за умови утворення матеріалами електродів взаємних твердих розчинів.

Сучасному ремонтному виробництву нафтогазового обладнання вкрай необхідні універсальні технології і засоби для зміцнення і відновлення деталей з малим зносом.

## 6.5 Будова установки «Элитрон – 24А»

Для здійснення електроіскрового нарощування і зміцнення штоків насосів використовувалась установка «Элитрон – 24А» [28]. Загальний вигляд

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 84   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

устаткування подано на рисунку 3.1. Принципова схема електроіскрової установки «Элитрон – 24А» показана на рисунку 6.12.

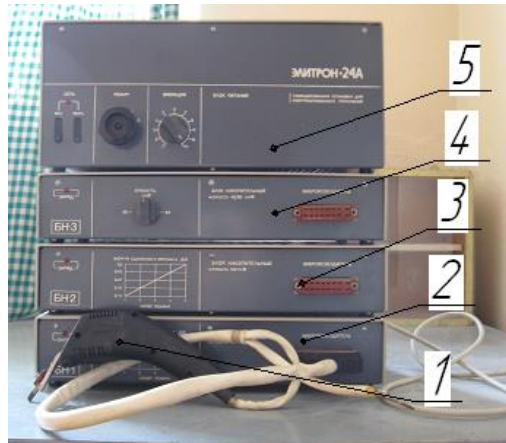


Рисунок 6.12– Загальний вигляд устаткування «Элитрон – 24А»:  
1 – збудник вібрації, 2-4 – накопичувальні блоки, 5 – блок живлення.

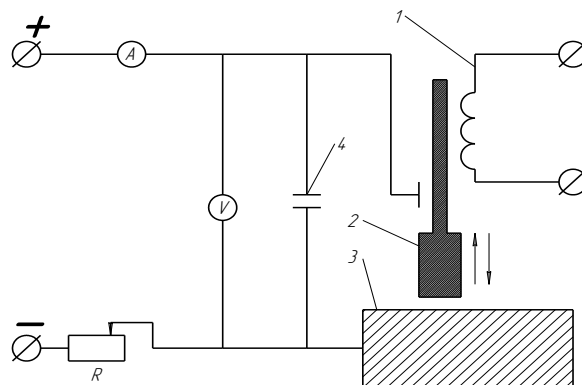


Рисунок 6.13 – Принципова схема електроіскрової установки “Элитрон - 24А” .

1 – вібратор; 2 – електрод (анод); 3 – деталь (катод);  
4 – конденсаторна батарея.

Установка (рис 6.12) складається з віброзбуджувача 1, блоків накопичення 2-4 та блока живлення 5. З метою реалізації широкого набору режимів електроіскрової обробки передбачені три виконання установки в залежності від блока нагромадження, що застосовується. Живлення установки здійснюється від мережі змінного струму напругою  $(220 \pm 22)$  В при частоті 50 Гц, при цьому

споживана потужність при номінальній напрузі в мережі, не більше 0,6 кВт. Кількість режимів - 5, продуктивність установки 5 мм<sup>2</sup>/с [28]. Характеристика режимів обробки наведена в таблиці 6.7

Таблиця 6.7 – Характеристика режимів обробки

| Назва блоку накопичувального | Ємкість накопичувача, мкФ | Назва параметру                            | Номер режиму |        |        |        |        |
|------------------------------|---------------------------|--|--------------|--------|--------|--------|--------|
|                              |                           |  | 1            | 2      | 3      | 4      | 5      |
| БН1                          | 300±30                    | Амплітуда імпульсів напруги, В             | 40±9         | 48±10  | 59±12  | 71±15  | 86±18  |
|                              |                           | Частота вібрації електроду інструменту, Гц | 220±44       | 166±33 | 150±30 | 125±25 | 110±22 |
|                              |                           | Енергія одиничного імпульсу, Дж            | 0,24         | 0,34   | 0,52   | 0,75   | 1,1    |
| БН2                          | 150±15                    | Амплітуда імпульсів напруги, В             | 42±9         | 51±11  | 63±13  | 75±16  | 90±20  |
|                              |                           | Частота вібрації електроду інструменту, Гц | 390±70       | 390±70 | 300±60 | 250±50 | 200±40 |
|                              |                           | Енергія одиничного імпульсу, Дж            | 0,13         | 0,19   | 0,27   | 0,42   | 0,6    |

Закінчення таблиці 6.7

|     |      |  |        |        |        |        |        |
|-----|------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| БНЗ | 80±8 | Амплітуда імпульсів напруги, В             | 40±9   | 48±10  | 60±12  | 75±15  | 86±18  |
|     |      | Частота вібрації електроду інструменту, Гц | 390±70 | 390±70 | 390±70 | 390±70 | 390±70 |
|     |      | Енергія одиничного імпульсу, Дж            | 0,07   | 0,1    | 0,14   | 0,22   | 0,32   |
| БНЗ | 40±4 | Амплітуда імпульсів напруги, В             | 40±9   | 48±10  | 60±12  | 75±15  | 86±18  |
|     |      | Частота вібрації електроду інструменту, Гц | 390±70 | 390±70 | 390±70 | 390±70 | 390±70 |
|     |      | Енергія одиничного імпульсу, Дж            | 0,03   | 0,05   | 0,07   | 0,11   | 0,16   |

“Элитрон -24А” дозволяє за продуктивності 0,3...10 см<sup>2</sup>/хв. отримати легований шар товщиною 0,25...2 мм.

Установку оснащено трьома блоками накопичення електричної енергії, що дає змогу реалізовувати різні режими електроіскрового оброблення. В середньому продуктивність утворення на поверхні зміцненого шару становила 5 мм<sup>2</sup>/с, а його товщина - 50 мкм. Середньоарифметичне відхилення профілю не перевищує 20 мкм, що забезпечує високу якість оброблюваної поверхні (5-6 класу). Параметри використаного режиму визначають інтенсивність легування і якість нарощеної поверхні. Підвищенням потужності інтенсифікували кожен окремий розряд і, як наслідок, – перенесення частинок з електрода на поверхню деталі.

Для одержання рівномірного покриття на штовхачі, його закріплювали в кулачках, а вібратор – на супорті токарно-гвинторізного верстату (рис. 6.14).

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 87   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

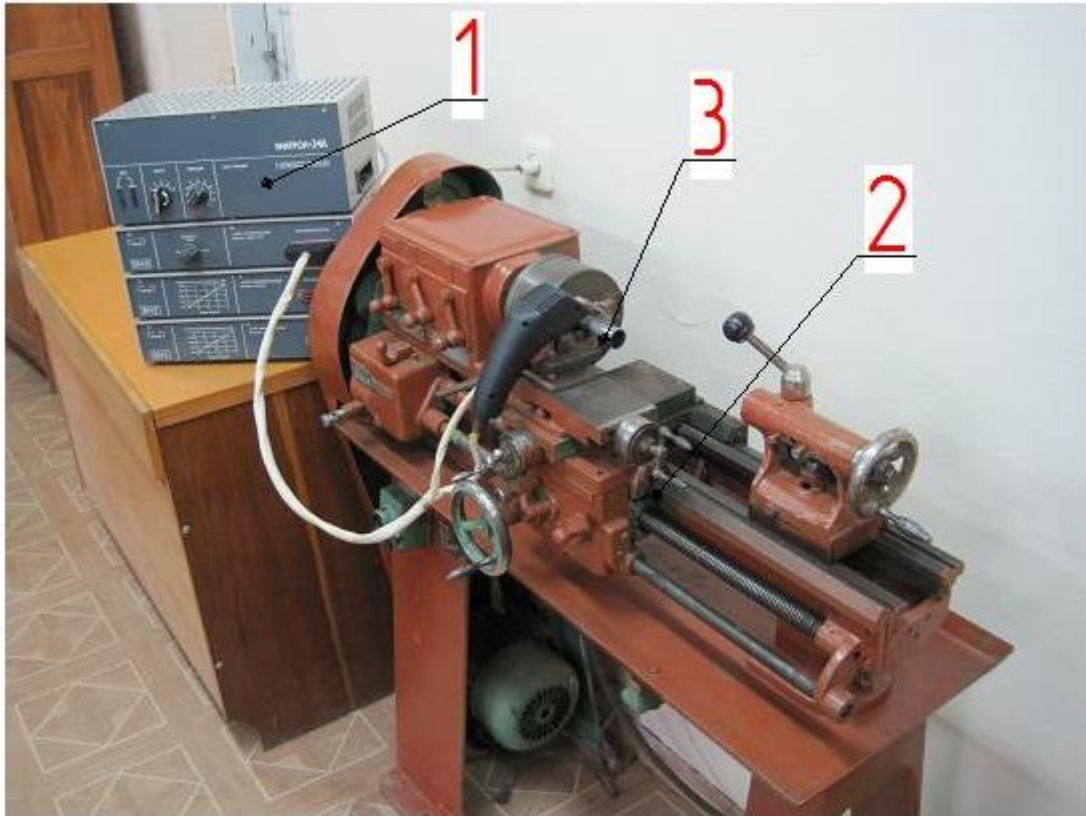


Рисунок 6.14 – Загальний вигляд стану для нанесення електроіскрового покриття на шток насоса

1 – «Элитрон–24А», 2– штовхач клапана 3– токарний верстат

Для забезпечення високої продуктивності нанесення покриття користувалися наступними режимами роботи верстата: частота обертання шпинделя  $n = 0,75 \text{ с}^{-1}$ , подача  $s = 0,455 \text{ мм/об}$ . Саме такі режими обробки було вибрано шляхом проб, виходячи з умови суцільності покриття.

В якості

### 6.6 Металографічні дослідження

В якості електродів використовувався мідний електрод і чавунний електрод СЧ-18, виготовлений з гільзи двигуна.

Специфіка ЕІЛ полягає в тому, що нанесений шар є дуже тонким. Тому, з метою його дослідження нами були виготовлені спеціальні зразкотримачі, для отримання косих шліфів (рис. 6.15).

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 88   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

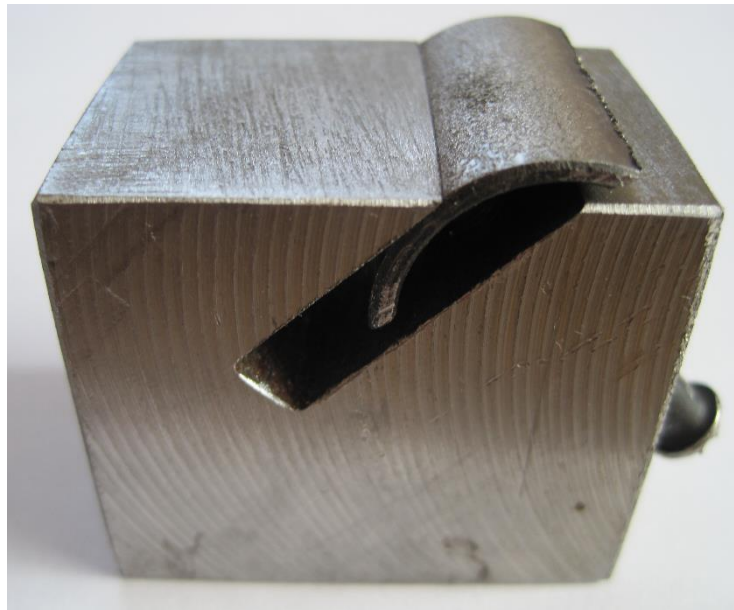
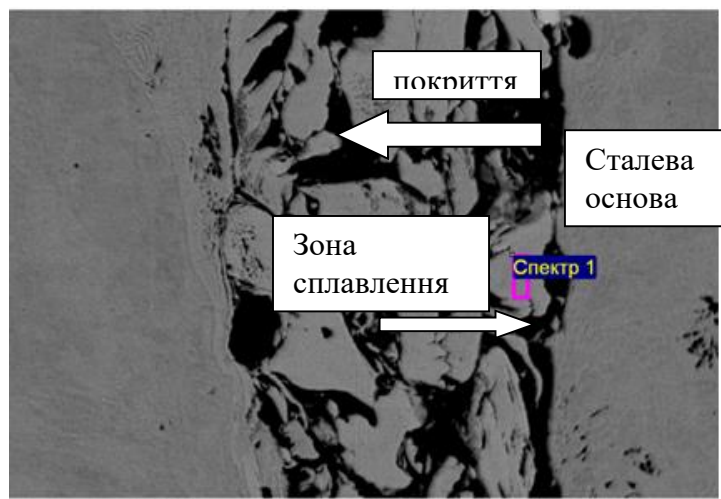


Рисунок 6.15 – Зразкотримач для отримання косого шліфа

Після нанесення поверхневого шару зі зміцнених штоків вирізали заготовки і виготовляли з них шліфи згідно [29]. Для травлення структури використали 3%-ний спиртовий розчин  $\text{HNO}_3$ . Металографічні дослідження провели на електронному мікроскопі EVO-40 XVP (Carl Zeiss) з системою мікроаналізу EVO-4XVP.

Покриття із чавунного електроду сильно подріблене на дрібні фрагменти, легувальних елементів крім вуглецю у покритті немає (рис. 6.16). Зона сплавлення незначної товщини не забезпечує металургійного зв'язку всього покриття із сталеву основою. Покриття не тільки фрагментоване, але має високу пористість, та містить велику кількість оксидних включень. Їх кількість набагато більша, ніж у сталевому покритті. Спектральний аналіз цих оксидних включень свідчить, що це оксиди заліза неістотно леговані кремнієм (рис. 6.17 )

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 89   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |



50мкм      Электронное изображение 1

| Элемент | Масовий% | Атомний% |
|---------|----------|----------|
| С К     | 2.30     | 9.86     |
| Fe К    | 96.70    | 90.14    |
| Разом   | 100.00   |          |

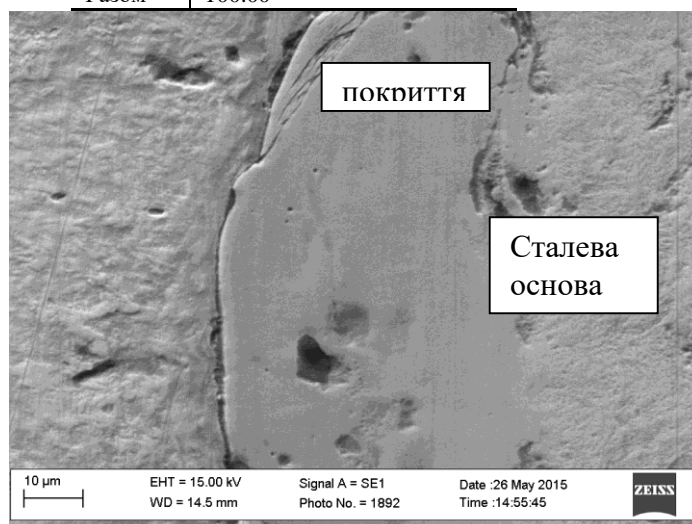


Рисунок 6.16 – Структура елекроіскрового покриття, нанесеного з використанням чавунного електроду

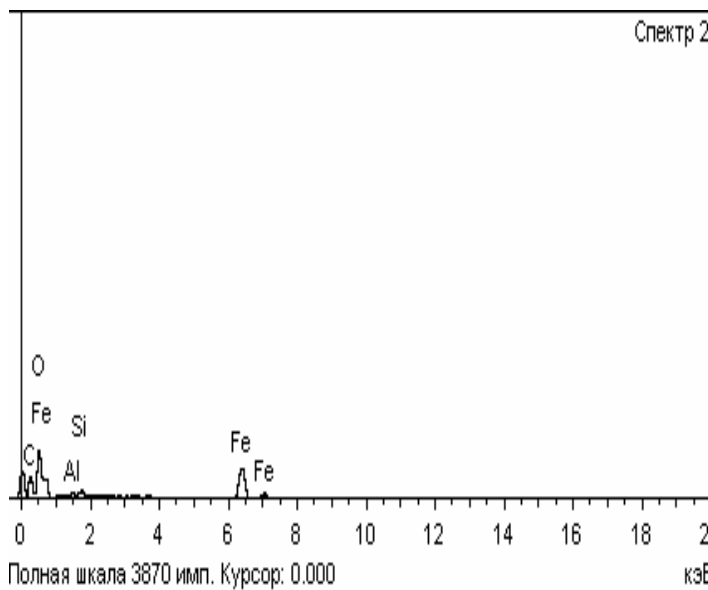
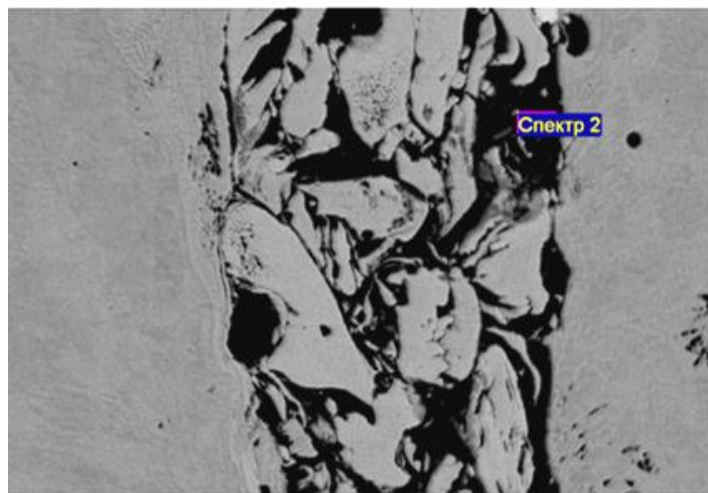


Рисунок 6.17 – Структура електроіскрового покриття, нанесеного з використанням чавунного електроду з по елементним розподілом

Разом з тим, за використання чавунного електроду подекуди все ж спостерігається більш менш добра структура покриття. В цих місцях покриття має добрий металургійний зв'язок із сталеву основу (рис. 6.18). У структурі покриття спостерігаються круглі за формою включення графіту діаметром 2-4 мкм.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 91   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

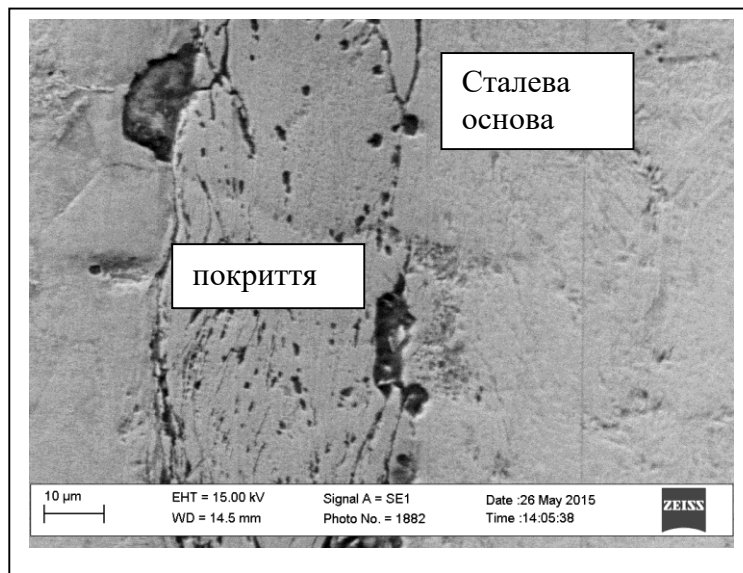
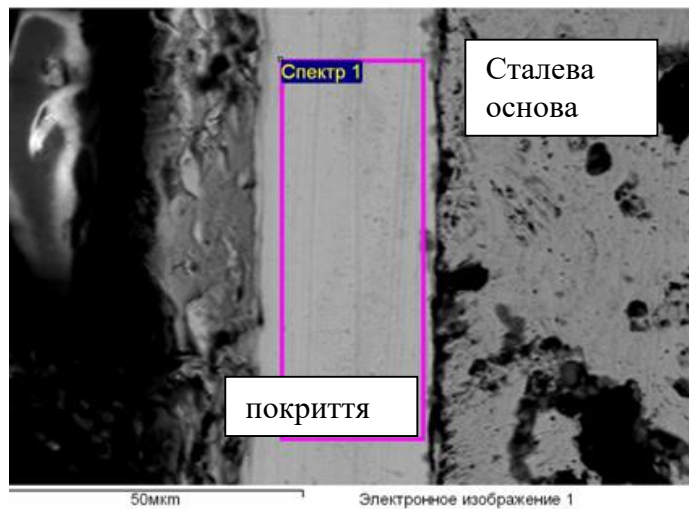
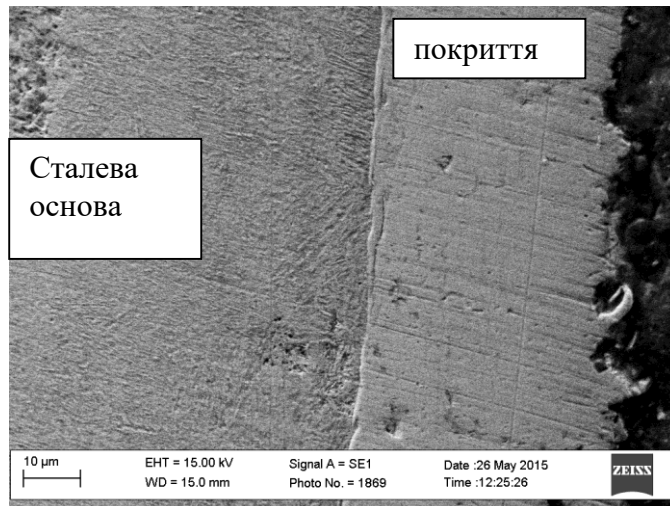


Рисунок 6.18 – Графітні включення при використанні чавунного електроду

З використанням мідного електроду отримали покриття товщиною до 40 мкм. Вони мають добрий металургійний зв'язок із сталеву основу та практично без пористі (рис.6.19). Спектральний аналіз свідчить, що під час нанесення покриття розплавлені краплини, які формують покриття, підплавляють сталеву основу та утворюють сплав із залізом. Так в нанесеному мідному покритті знаходиться до 15 мас. % заліза, а решта - мідь.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 92   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |



| Елемент | Масовий % | Атомный% |
|---------|-----------|----------|
| C K     | 4.32      | 18.95    |
| Fe K    | 14.83     | 13.99    |
| Cu L    | 80.85     | 66.05    |
| Итого   | 100.00    |          |

Рисунок 6.19 – Структура електроіскрового покриття, нанесеного з використанням мідного електроду

### 6.7 Розрахунок норм часу на нарощення штовхачів

Оскільки отримана електроіскровим легуванням поверхня не потребує значної додаткової механічної обробки (достатньо полірування), попередня обробка (видалення задирів) також може здійснюватись на токарному верстаті за

допомогою шліфшкурки, і враховуючи те, що ЕІЛ проводилася на токарному верстаті розрахунок машинного (основного) часу здійснюємо за формулою:

$$t_m = \frac{\ell + \ell_1 + \ell_2}{n \cdot S_o} \cdot i = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв.}, \quad (6.11)$$

де  $\ell$  - довжина оброблюваної поверхні деталі, мм;  $\ell_1$  - величина врізання різця, мм;  $\ell_2$  - величина перебігу різця, мм;  $L$  - повна величина проходу різця, мм;  $n$  - частота обертання деталі, об/хв;  $S_o$  - подача, мм/об;  $i$  - кількість переходів.

$$t_m = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i = \frac{54,3 + 3 + 3}{45 \cdot 0,475} \cdot 1 = 2,82 \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначається за таблицями для кожного переходу:

допоміжний час на установку і зняття деталі  $t_{don} = 0,47$  хв.

Додатковий час приймається у відсотках від оперативного часу 4,6 %

$$t_o = (t_m + t_{don}) \cdot \frac{X}{100} = (2,82 + 0,47) \cdot \frac{4,6}{100} = 0,15 \text{ хв.} \quad (6.12)$$

Штучний час

$$T_{um} = t_m + t_{don} + t_o = 2,82 + 0,47 + 0,15 = 3,44 \text{ хв.} \quad (6.13)$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{n-3} = 6,6 + 2,4 = 9 \text{ хв.} \quad (6.14)$$

Технічна норма часу

$$T = T_{um} + \frac{t_{n-3}}{z} = 3,44 + \frac{9}{160} = 3,5 \text{ хв.} \quad (6.15)$$

## 6.8 Собівартість відновлення штовхача

В якості електродів ми використовуємо підручні матеріали, а фактично відходи, тому їх вартістю можна знехтувати.

Затрати на електроенергію:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 94   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$B_{ел.м} = (N_1 \cdot t + N_2 \cdot t_2) \cdot C_{ен}, \text{ грн} \quad (6.16)$$

де  $N_1$  - потужність установки «Елітрон – 24А», ( $N_1 = 0,6$  кВт);

$N_2$  - потужність двигуна токарного вестату, ( $N_2 = 3,5$  кВт);

$C_{ен}$  - ціна за використану електроенергію за 1 кВт/год, ( $C_{ен} = 1,13$  грн).

$$B_{енм} = (0,6 \cdot 0,06 + 3,5 \cdot 0,06) \cdot 1,13 = 0,28 \text{ грн.}$$

9.5.3 Заробітна плата по тарифних ставках визначається за формулою:

$$Z_r = T_{виг} \cdot C_z, \text{ грн}, \quad (6.17)$$

де  $T_{виг}$  - трудомісткість, хв;

$C_z$  - середня годинна тарифна ставка,

$$Z_r = 0,06 \cdot 24 = 1,44 \text{ грн.}$$

9.5.4 Премія визначається за формулою:

$$П = \frac{m \cdot Z_r}{100}, \text{ грн}, \quad (6.18)$$

де  $m$  - % премії (приймається:  $m = 30 \div 40$ ), [23, с.29].

$$П = \frac{35 \cdot 1,44}{100} = 0,5 \text{ грн}$$

9.5.5 Основна заробітна плата, визначається за формулою:

$$Z_o = Z_r + П = 1,44 + 0,5 = 1,94 \text{ грн.} \quad (6.19)$$

9.5.6 Додаткова заробітна плата, визначається за формулою:

$$Z_d = Z_o \cdot П_{дз} \cdot 0,01 = 1,94 \cdot 9,1 \cdot 0,01 = 0,18 \text{ грн}, \quad (6.20)$$

де  $П_{дз}$  – відсоток додаткової зарплати,  $П_{дз} = 9,1\%$ .

9.5.7 Нарахування на зарплату, визначається за формулою:

$$H_z = (Z_o + Z_d) \cdot 0,3844 = (1,94 + 0,18) \cdot 0,3844 = 0,81 \text{ грн}, \quad (6.21)$$

9.5.8 Накладні витрати, визначається за формулою:

$$H = Z_o \cdot n = 1,94 \cdot 0,35 = 0,68 \text{ грн}, \quad (6.22)$$

Таблиця 6.8 – Кошторис витрат

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 95   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

| Статті витрат                | Сума витрат, грн. |
|------------------------------|-------------------|
| Основна і додаткова зарплата | 1,94              |
| Нарахування на зарплату      | 0,91              |
| Вартість електроенергії      | 0,28              |
| Накладні витрати             | 0,68              |
| Всього                       | 3,81              |

Висновки:

1. Електроіскрове оброблення сталевих деталей дає можливість отримувати покриття з використанням сталевих, чавунних та мідних електродів.
2. Покриття з сталевих електродів мають достатньо міцний металургійний зв'язок та можуть бути використані для відновлення розмірів деталей на незначну товщину до 50 мкм.
3. Покриття з використанням чавунного електроду сильно фрагментовані і подекуди не мають стабільного металургійного зв'язку з основою. Проте в інших місцях на сталевій основі чавунні покриття достатньо міцно металургійно зв'язані з основою та мають у структурі округлі за формою невеликі за розмірами графітні включення. Очевидно, що для підвищення механічних властивостей чавунних покриттів необхідно оптимізувати режими їх отримання, які забезпечили би стабільний зв'язок з основою.
4. Покриття, отримані з використанням мідного електроду, мають добрий металургійний зв'язок з основою та практично без пористі. Їх можна використовувати для підвищення зносостійкості деталей, що працюють за умов граничного мащення.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 96   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## 7 Техніко-економічні показники проекту

### 7.1 Виробнича програма підприємства

7.1.1 Автомобіледні перебування в автогосподарстві АД, авт.-дні, обчислюємо за формулою:

$$АД = А_c \cdot Д_k, \quad (7.1)$$

де  $Д_k$  - календарна кількість днів за рік.

ГАЗ-33023

$$АД = 37 \cdot 255 = 9435 \text{ авт.-днів}$$

КАМАЗ-5320

$$АД = 5 \cdot 255 = 1275 \text{ авт.-днів}$$

7.1.2 Автомобіледні роботи АД<sub>р</sub>, авт.-дні, обчислюємо за формулою:

$$АД_r = А_c \cdot Д_k \cdot a_b, \quad (7.2)$$

де  $a_b$  - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію.

ГАЗ-33023

$$АД_r = 9435 \cdot 0,67 = 6321,45 \text{ авт.-днів}$$

КАМАЗ-5320

$$АД_r = 1275 \cdot 0,66 = 841,5 \text{ авт.-днів}$$

7.1.3 Автомобілегодини роботи АГ<sub>р</sub>, авт.-год, обчислюємо за формулою:

$$АГ_r = АД_r \cdot T_n, \quad (103)$$

де  $T_n$  - час в наряді, год.

ГАЗ-33023

$$АГ_r = 6321,45 \cdot 8 = 50571,6 \text{ авт.-ГОД}$$

КАМАЗ-5320

$$АГ_r = 841,5 \cdot 8 = 6732 \text{ авт.-ГОД}$$

7.1.4 Загальний пробіг автотранспортних засобів  $\Gamma_{\text{заг}}$ , км, обчислюємо за формулою:

$$L_{\text{злп}} = АД_r \cdot L_{\text{сд}}, \quad (7.4)$$

де  $L_{\text{сд}}$  - середньодобовий пробіг автотранспортного засобу, км.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 97   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ГАЗ-33023

$$L_{3ЛГ} = 6321,45 \cdot 100 = 632145 \text{ КМ}$$

КАМАЗ-5320

$$L_{3ЛГ} = 841,5 \cdot 110 = 92565 \text{ КМ}$$

7.1.5 Пробіг з вантажем

$$L_B = L_3 \cdot \beta, \quad (7.5)$$

ГАЗ-33023

$$L_B = 632145 \cdot 0,5 = 316072,5 \text{ КМ};$$

КАМАЗ-5320

$$L_B = 92565 \cdot 0,5 = 46282,5 \text{ КМ.}$$

7.1.6 Кількість їздок з вантажем:

$$\eta_{\text{їзд}} = L_B / l_{\text{сер.їзд}}, \quad (7.6)$$

де:  $l_{\text{сер.їзд}}$  – середня відстань їздки з вантажем.

ГАЗ-33023

$$\eta_{\text{їзд}} = 316072,5 / 40 = 7901,81 \text{ їздок};$$

КАМАЗ-5320

$$\eta_{\text{їзд}} = 46282,5 / 50 = 925,65 \text{ їздок.}$$

Річний обсяг перевезень вантажів:

$$Q = \eta_{\text{їзд}} \cdot q \cdot \gamma, \text{ Т} \quad (7.7)$$

де:  $q$  – вантажопід'ємність одного автомобіля, т;

ГАЗ-33023 – 0,8 т;

КАМАЗ-5320 – 8 т;

$\gamma$  – коефіцієнт використання пробігу;

ГАЗ-33023

$$Q = 7901,81 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 5057,16 \text{ т,}$$

КАМАЗ-5320

$$Q = 925,65 \cdot 8 \cdot 0,8 = 5924,16 \text{ т.}$$

Загальний вантажооборот:

$$P = Q \cdot l_{\text{сер.їзд}}, \text{ ТКМ} \quad (7.8)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 98   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ГАЗ-33023

$P = 5057,16 \cdot 40 = 202286,4$  ткм,

КАМАЗ-5320

$P = 5924,16 \cdot 50 = 296208$  ткм.

## 7.2 Витрати на експлуатацію рухомого складу автоколони

7.2.1 Розрахунок потреби палива  $P_{заг}$ , л, обчислюємо за формулою:

$$P_{заг} = P_e + P_3 + P_r, \quad (7.9)$$

де  $P_e$  - витрати палива на експлуатацію, л;

$P_3$  - надбавки на витрати палива в зимовий період, л;

$P_r$  - витрати палива на внутрішньогаражні потреби, л.

7.2.1.1 Витрати палива на експлуатацію для автомобілів, робота яких не враховується в т.км.  $P_e$ , л, обчислюємо за формулою:

$$P_e = P_L, \quad (7.6)$$

де  $P_L$ , - витрати палива на пробіг, л;

7.2.1.2 Витрати на пробіг  $P_L$ , л, обчислюємо за формулою:

$$P_L = H_{100км} \cdot \frac{L_{заг}}{100} \quad (7.11) \quad (7.10)$$

де  $H_{100км}$  - норма витрат палива на 100 км пробігу, л.

ГАЗ-33023

$$P_L = 23 \cdot \frac{632145}{100} = 14539335 \text{ л};$$

КАМАЗ-5320

$$P_L = 29,6 \cdot \frac{92565}{100} = 27399,24 \text{ л}.$$

7.2.1.3 Витрати палива на транспортну роботу:

$$P_r = H_{100км} \cdot \frac{P}{100} \quad (7.12)$$

ГАЗ-33023

$$P_r = 2 \cdot \frac{202286,6}{100} = 4045,73 \text{ л};$$

КАМАЗ-5320

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 99   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$P_p = 1,3 \cdot \frac{296208}{100} = 3850,7 \text{ л};$$

7.2.1.4 Надбавки за роботу в зимовий період  $P_3$  ,л, обчислюємо за формулою:

$$P_3 = P_L \cdot H_{пз} \cdot \frac{M_3}{12} \quad (7.13)$$

де  $H_{пз}$  - зимова надбавка, %  $H_{пз} = 10\%$ ;

$M_3$  - кількість зимових місяців,  $M_3 = 4$ .

ГАЗ-33023

$$P_3 = 145393,35 \cdot 0,08 \cdot \frac{4}{12} = 3877,16 \text{ л}$$

КАМАЗ-5320

$$P_3 = 27399,24 \cdot 0,08 \cdot \frac{4}{12} = 730,65 \text{ л}$$

7.2.1.5 Затрати на внутрішньо гаражні потреби  $P_r$ , л, обчислюємо за формулою:

$$P_r = 0,005 \cdot (P_e + P_3) \quad (7.14)$$

ГАЗ-33023

$$P_r = 0,005 \cdot (149943,08 + 3877,16) = 766,58 \text{ Л}$$

КАМАЗ-5320

$$P_r = 0,005 \cdot (31249,94 + 730,64) = 159,9 \text{ Л}$$

7.2.1.6 Загальну потреба в паливі  $P_{заг}$ , л, обчислюємо за формулою: (7.9):

ГАЗ-33023

$$P_{заг} = 149439,08 + 3871,16 + 766,58 = 154082,81 \text{ л}$$

КАМАЗ-5320

$$P_{заг} = 31249,94 + 730,65 + 159,9 = 32140,49 \text{ Л}$$

7.2.1.7 Загальні затрати на паливо  $P_{ТЗ}$ , грн, обчислюємо за формулою:

$$P_{ТЗ} = P \cdot \rho / 100 \cdot C_{п}, \quad (7.15)$$

Де:  $C_{п}$  - ціна за 1 л палива.

ГАЗ-33023

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 100  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$P_{T3}=154082,81 \cdot 0,85/100 \cdot 52000= 681046,02$  грн;

КАМАЗ-5320

$P_{T3}=32140,49 \cdot 0,85/100 \cdot 56000= 15298,75$  грн.

Всього по підприємству затрати на паливо становлять: 2768680,85 грн.

7.2.2 Розрахунок потреби паливомастильних матеріалів і інших експлуатаційних матеріалів та витрати на них.

7.2.2.1 Потребу в моторній оливі  $M_{ДВ}$ , л, обчислюємо за формулою:

$$M_{ДВ} = \frac{P_{заг} \cdot H_{МДВ} \cdot \rho_M}{100 \cdot 1000} \quad (7.16)$$

де  $P_{заг}$  - загальна витрата палива, л;

$H_{МДВ}$  - норма витрати оливи на 100 л палива;

$\rho_M$  - густина моторної оливи,  $\rho_M = 850$  кг/м<sup>3</sup>

ГАЗ-33023

$$M_{ДВ} = \frac{154082,81 \cdot 0,6 \cdot 895}{100 \cdot 1000} = 2482,27 \text{ л}$$

КАМАЗ-5320

$$M_{ДВ} = \frac{32140,49 \cdot 2,8 \cdot 895}{100 \cdot 1000} = 805,44 \text{ л}$$

7.2.2.2 Сума витрат на моторну оливу  $Z_{МДВ}$ , грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_{МДВ} = 1,05 \cdot M_{ДВ} \cdot C_M \quad (7.17)$$

де  $C_M$  - Ціна 1 л оливи, для ГАЗ-33023  $C_M=15$  грн; для КАМАЗ-5320  $C_M=35$  грн.

ГАЗ-33023

$$Z_{МДВ} = 1,05 \cdot 2482,87 \cdot 35 = 39095,82 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{МДВ} = 1,05 \cdot 805,44 \cdot 35 = 12685,69 \text{ грн.}$$

Всього по підприємству: 51781,51 грн.

7.2.2.3 Загальна потреба трансмісійної оливи  $M_{Тр}$ , л, обчислюємо за формулою:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 101  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$M_{mp} = \frac{\Pi_{zag} \cdot H_{MTP} \cdot \rho_{MTP}}{100 \cdot 1000} \quad (7.18)$$

де  $H_{MTP}$  - норма витрати трансмісійної оливи на 100 л палива, для ГАЗ-33023  $H_{MTP}=0,15$ , для КАМАЗ-5320

$$H_{MTP}=0,4;$$

$\rho_{MTP}$  - густина трансмісійної оливи,  $\rho_{MTP}=910$  кг/м.

ГАЗ-33023

$$M_{TP} = \frac{154082,81 \cdot 0,15 \cdot 910}{100 \cdot 1000} = 210,32 \text{ л};$$

КАМАЗ-5320

$$M_{TP} = \frac{32140,49 \cdot 0,4 \cdot 910}{100 \cdot 1000} = 116,99 \text{ л.}$$

7.2.2.4 Суму витрат на трансмісійні оливи  $Z_{MTP}$ , грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_{MTP} = 1,05 \cdot M_{TP} \cdot C_{MTP} \quad (7.14)$$

де  $C_{MTP}$  - ціна за 1 кг трансмісійної оливи, для ВАЗ - 2121  $C_{MTP}=20$  грн, для КАМАЗ-5320  $C_{MTP}=40$  грн.

ГАЗ-33023

$$Z_{MTP} = 1,05 \cdot 210,32 \cdot 20 = 4416,78 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{MTP} = 1,05 \cdot 116,99 \cdot 20 = 2456,79 \text{ грн}$$

Всього по підприємству: 16873,57 грн.

7.2.2.5 Загальну потребу в пластичних мастилах  $M_{nl}$ , кг, обчислюємо за формулою:

$$M_{nl} = \frac{\Pi_{zag} \cdot H_{Mnl} \cdot \rho_{Mnl}}{100 \cdot 1000} \quad (7.20)$$

де  $H_{Mnl}$ , - норма витрати пластичного мастила на 100 л палива, для ГАЗ-33023  $H_{Mnl}=0,1$ , для КАМАЗ-5320  $H_{Mnl}=0,3$ ;

$\rho_{Mnl}$  - густина пластичного мастила,  $\rho_{Mnl}=925$  кг/м<sup>3</sup>.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 102  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ГАЗ-33023

$$M_{пл} = \frac{154082,81 \cdot 0,1 \cdot 925}{100 \cdot 1000} = 154,08 \text{ л}$$

КАМАЗ-5320

$$M_{пл} = \frac{32440,49 \cdot 0,3 \cdot 925}{100 \cdot 1000} = 96,42 \text{ л}$$

7.2.2.6 Суму витрат на пластичні мастила  $Z_{Мпл}$ , грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_{Мпл} = 1,05 \cdot M_{пл} \cdot Ц_{Мпл}, \quad (7.16)$$

де  $Ц_{Мпл}$  - ціна за 1 кг пластичного мастила, для ГАЗ-33023  $Ц_{Мпл} = 35$  грн, для КАМАЗ-5320  $Ц_{Мпл} = 15$  грн.

ГАЗ-33023

$$Z_{Мпл} = 1,05 \cdot 154,08 \cdot 35 = 2426,81 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{Мпл} = 1,05 \cdot 96,42 \cdot 35 = 1518,63 \text{ грн}$$

Всього по підприємству: 3945,44 грн.

7.2.2.7 Витрати на обтирочні матеріали  $Z_{обт}$ , грн., обчислюємо за формулою:

$$Z_{обт} = A_c \cdot M_{обт} \cdot Ц_{обт}, \quad (7.17)$$

де  $Ц_{обт}$  - ціна за 1 кг обтирочних матеріалів,  $Ц_{обт} = 1,5$  грн;

$M_{обт}$  - потреба в обтирочних матеріалах на один автомобіль,

ГАЗ-33023

$$Z_{обт} = 37 \cdot 28 \cdot 2,5 = 2590 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{обт} = 5 \cdot 28 \cdot 2,5 = 350 \text{ грн}$$

7.2.2.8 Загальні витрати на гас  $Z_{гас}$ , грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_{гас} = П_{заг} \cdot \frac{0,5}{100} \cdot Ц_{гас} \quad (7.21)$$

де  $Ц_{гас} = 3,2$  грн. - ціна одного літру гасу.

ГАЗ-33023

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 103  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$Z_{зас} = 154082,81 \cdot \frac{0,5}{100} \cdot 3,2 = 2465,32 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{зас} = 32140,49 \cdot \frac{0,5}{100} \cdot 3,2 = 514,25 \text{ грн}$$

Всього по підприємству: 2979,57 грн.

7.2.2.9 Загальні витрати на паливно-мастильні матеріали,  $Z_{мзаг}$ , грн, обчислюються за формулою:

$$Z_{мзаг} = Z_{дв} + Z_{мпр} + Z_{мпл} + Z_{обг} + Z_{гас}$$

ГАЗ-33023

$$Z_{мзаг} = 39095,82 + 4416,78 + 2426,8 + 2590 + 2465,32 = 50994,72 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{мзаг} = 12685,69 + 2456,79 + 1518,63 + 350 + 514,25 = 17525,36 \text{ грн}$$

7.2.3 Розрахунок необхідної кількості автомобільних шин  $N_{ш}$ , шт, та витрат на відтворення їх зношення та ремонт.

7.2.3.1 Потреба в автомобільних шинах обчислюється за формулою:

$$N_{ш} = L_{зал} \cdot \Pi_{ш} \cdot \frac{K_{ш}}{L_{ш.н}} \quad (7.22)$$

де  $\Pi_{ш}$  - кількість шин на один АТЗ;

$K_{ш}=1,1$  - коефіцієнт, що враховує пробіг шин понад встановлену норму пробігу;

$L_{ш.н}$  - норма амортизаційного пробігу шин для автомобіля ;

ГАЗ-33023

$$N_{ш1} = 632145 \cdot 6 \cdot \frac{1,1}{70000} = 59,6 \approx 60 \text{ шт}$$

КАМАЗ-5320

$$N_{ш2} = 92565 \cdot 10 \cdot \frac{1,1}{70000} = 14,55 \text{ шт}$$

7.2.3.2 Витрати на шини  $Z_{ш}$ , грн, обчислюється за формулою:

$$Z_{ш} = N_{ш} \cdot C_{ш} \cdot 1,05 \quad (7.21)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 104  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$C_{ш}$  - ціна однієї шини, грн, для ГАЗ-33023  $C_{ш} = 900$  грн, для КАМАЗ-5320  $C_{ш} = 1200$  грн.

ГАЗ-33023

$$Z_{ш} = 59,6 \cdot 900 \cdot 1,05 = 56323,89 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$Z_{ш} = 14,55 \cdot 1200 \cdot 1,05 = 1832,7 \text{ грн}$$

Всього по підприємству: 58156,59 грн.

#### 7.2.4 Розрахунок витрат на ТО і поточний ремонт

7.2.4.1 Витрати на заробітну плату ремонтних робітників, грн, обчислюється за формулою:

$$Z_{зп} = K \cdot Ч_{р.р} \cdot ЗП_{сер.міс} \quad (7.23)$$

де  $Ч_{р.р}$  - чисельність ремонтних робітників, чол;

$ЗП_{сер.міс}$  - середньомісячна заробітна плата ремонтних робітників, грн

ГАЗ-33023

$$ЗП_{рр} = 1,25 \cdot 53,75 \cdot 632145/1000 = 42472,24 \text{ грн,}$$

КАМАЗ-5320

$$ЗП_{рр} = 1,25 \cdot 96,7 \cdot 92565/1000 = 9117,65 \text{ грн}$$

7.2.4.2 Витрати на запасні частини для поточного ремонту, грн, обчислюється за формулою:

$$Z_{зч} = K_1 \cdot H_{зч} \cdot \frac{L_{заг}}{1000} \quad (7.24)$$

де  $H_{зч}$  - норма витрати запчастин для ПР на 1000 км. пробігу, грн, для

ГАЗ-33023  $H_{зч} = 54,8$  грн, для КАМАЗ-5320  $H_{зч} = 96,7$  грн;

$K_1$  - коефіцієнт зниження норм витрат при роботі автомобіля на дорогах певної категорії  $K_1 = 1,25$ .

ГАЗ-33023

$$Z_{зч} = 1,25 \cdot 54,8 \cdot \frac{632145}{1000} = 43301,93 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 105  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$З_{зч} = 1,25 \cdot 96,7 \cdot \frac{92565}{1000} = 11188,79 \text{ грн.}$$

Всього по підприємству: 54490,72 грн.

7.2.4.3 Витрати на матеріали для ТО і поточного ремонту, грн, обчислюються за формулою:

$$З_{м} = K_1 \cdot H_{м} \cdot \frac{L_{заг}}{1000} \quad (7.24)$$

де  $H_{м}$  - норма витрат матеріалів для ТО і ПР на 1000 км пробігу, грн, для ГАЗ-33023  $H_{м} = 50,52$  грн, для КАМАЗ-5320  $H_{м} = 95,84$  грн.

ГАЗ-33023

$$З_{м} = 1,25 \cdot 50,52 \cdot \frac{632145}{1000} = 39919,96 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$З_{м} = 1,25 \cdot 95,84 \cdot \frac{92565}{1000} = 11089,29 \text{ грн.}$$

Всього по підприємству: 51009,26 грн.

7.2.4.4 Разом витрати на ТО і ПР рухомого складу обчислюємо за формулою:

$$З_{ТОіПР} = З_{зп} + З_{зч} + З_{м}$$

$$\text{ГАЗ-33023} \quad (7.25)$$

$$З_{ТОіПР} = 42472,24 + 43301,93 + 39919,96 = 125694,13 \text{ грн.}$$

КАМАЗ-5320

$$З_{ТОіПР} = 9117,65 + 11188,79 + 11089,29 = 31395,73 \text{ грн.}$$

## 7.2.5 Амортизація рухомого складу

7.2.5.1 Амортизація рухомого складу, грн, обчислюється за формулою:

$$A = \frac{C_{зал} \cdot A_c \cdot H_a}{100} \quad (7.26)$$

де  $C_{зал}$  - залишкова вартість автомобіля, грн;

$A_c$  - спискова кількість автомобілів, шт;

$H_a$  - норма амортизації, %.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 106  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ГАЗ-33023

$$A = \frac{17500 \cdot 37 \cdot 20}{100} = 129500 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$A = \frac{37500 \cdot 5 \cdot 20}{100} = 37500 \text{ грн.}$$

Всього по підприємству: 380380 грн.

### 7.3 Розрахунок фонду оплати праці

Чисельність працівників приймаємо з технологічного розрахунку.

7.3.1 Заробітна плата водіїв обчислюється за формулою:

$$ЗП_{год} = АГ_p \cdot C_{год} \quad (7.27)$$

де  $АГ_p$  - години роботи автомобіля, авт.-год;

$C_{год}$  -годинна тарифна ставка водіїв Ш-го класу.

ГАЗ-33023

$$ЗП_{год} = 50571,6 \cdot 5,85 = 295843,86 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$ЗП_{год} = 6732 \cdot 6,57 = 44229,24 \text{ грн}$$

Всього по підприємству: 340073,1 грн.

7.3.2 Надбавки за класність, грн, обчислюємо за формулою:

$$H_{кл} = ЗП_{год} \cdot \left( \frac{Частка2кат}{100} \cdot 0,1 + \frac{Частка1кат}{100} \cdot 0,25 \right), \quad (7.28)$$

де  $Частка2кат_1 = 70$ ,  $Частка1кат_1 = 30$ .

$$H_{кл1} = 295843,86 \cdot \left( \frac{70}{100} \cdot 0,1 + \frac{30}{100} \cdot 0,25 \right) = 42897,36 \text{ грн};$$

$$H_{кл2} = 44229,24 \cdot \left( \frac{70}{100} \cdot 0,1 + \frac{30}{100} \cdot 0,25 \right) = 6413,24 \text{ грн}$$

7.3.3 Надбавки за бригадирство, грн, обчислюємо за формулою:

$$Д_{бр} = 173,1 \cdot 12 \cdot C_{год} \cdot \frac{П_{об}}{100} \cdot n \quad (7.29)$$

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 107  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

ГАЗ-33023

$$D_{\text{бр}} = 173,1 \cdot 12 \cdot 5,85 \cdot \frac{15}{100} \cdot 3 = 5468,23 \text{ грн}$$

КАМАЗ-5320

$$D_{\text{бр}} = 173,1 \cdot 12 \cdot 6,57 \cdot \frac{15}{100} \cdot 3 = 2047,08 \text{ грн}$$

Результати розрахунку річного фонду оплати праці зводимо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Результати розрахунку ФОП

| Категорії працівників | Кількість, чол. | Тарифний річний фонд зарплати (оклад) | Надбавки за класнісь | Інші доплаи та премії | Всього виплат | Додаткова зарплата | Всього річний фонд оплати праці | Середно місячна ЗП |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Водії                 | 44              | 4788288,00                            | 694301,76            | 957657,6              | 6440247,36    | 515219,79          | 6955467,15                      | 13173,23           |
| Ремонтні робітники    | 6               | 780555,56                             | -                    | 156111,11             | 936666,67     | 74933,33           | 1011600,00                      | 14050              |
| ІТП                   | 10              | 1648148,15                            | -                    | 329629,63             | 1977777,78    | 158222,22          | 2136000                         | 17800              |
| МОП                   | 2               | 227777,78                             | -                    | 45555,56              | 273333,33     | 21866,67           | 295200                          | 12300              |
| Всього                | 66              | 7803996,53                            | 694301,76            | 1587027,97            | 10216469,58   | 817317,57          | 11033787,15                     | -                  |

#### 7.4 Розрахунок собівартості послуг

Собівартість перевезень складається з розрахованих раніше прямих та непрямих витрат.

Калькуляція собівартість транспортних послуг наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Калькуляція собівартість транспортних послуг

| Назва статей витрат                         | Сума витрат, грн. |
|---|-------------------|
| Заробітна плата водіїв основна і додаткова  | 557198,59         |
| Нарахування на соцстрахування та інші фонди | 208949,48         |
| Паливо                                      | 834034,77         |
| Масильні матеріали                          | 68520,08          |
| Знос та ремонт шин                          | 74651,85          |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| Технічне обслуговування та ремонт | 157089,86  |
| Амортизація                       | 167000     |
| Разом прямі витрати               | 2067444,63 |
| Накладні витрати                  | 248093,36  |
| Собівартість                      | 2315537,98 |
| Собівартість 1 км пробігу         | 3,20       |

## 7.5 Розрахунок економічного ефекту та показників ефективності пректу

Таблиця 7.3 - Види капіталовкладень

| Показник                    | Сума, грн. |
|-----------------------------|------------|
| Закупівля нового обладнання | 139800     |
| Ремонт будівель             | 125000     |
| Придбання інструментів      | 135000     |
| Всього                      | 68300      |

7.5.1 Величина річного економічного ефекту, грн, визначається за формулою:

$$E_p = \left( \left( \frac{C_{баз.}}{AG_p^{баз.}} \right) - \left( \frac{C_{np}}{AG_p^{np.}} + E_H * \frac{\Delta KB}{AG_p^{np.}} \right) \right) * AG_p^{np.} \quad (7.30)$$

де,  $C_{баз.}$  - базова собівартість, грн;

$C_{np}$  - собівартість проектна, грн;

$AG_p^{баз.}$  - овтомобілегодини роботи, базові, авт.-год;

$AG_p^{np.}$  - овтомобілегодини роботи, проектні, авт.-год;

$E_H$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  $E_H = 0,15$ ;

$\Delta KB$  - додаткові капіталовкладення.

$$E_p = \left( (3,3) - \left( 3,2 + 0,15 * \frac{68300}{724710} \right) \right) * 724710 = 159170 \text{ грн}$$

7.6.2 Термін окупності капіталовкладень визначається за формулою:

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 109  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

$$T_{ок} = \frac{\Delta KB}{E_p} \quad (7.31)$$

$$T_{ок} = \frac{68300}{(3,3 - 3,2) \cdot 724710} = 0,94 \text{ роки}$$

7.6 Розрахунок показників економічної ефективності проекту зводимо в таблицю.

Таблиця 7.4 - Показники економічної ефективності проекту

| №<br>п/п | Показники                                  | Один,<br>виміру | Значення показника |          | Відхилення |      |
|----------|--|-----------------|--------------------|----------|------------|------|
|          |  |                 | базове             | проектне | абсолютне  | y%   |
| 1        | Середньоспискова кількість автомобілів     | шт              | 25                 | 42       | 17         | 68   |
| 2        | Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію    | -               | 0,56               | 0,67     | 0,11       | 19,6 |
| 3        | Загальний обсяг перевезень                 | т               | 9663,56            | 10981,32 | 1317,75    | 13,6 |
| 4        | Загальний вантажооборот                    | ткм             | 437678,08          | 498494,4 | 60816,3    | 13,9 |
| 5        | Середній час в наряді                      | год             | 8                  | 8        | -          | -    |
| 6        | Коефіцієнт використання пробігу            | -               | 0,5                | 0,5      | -          | -    |
| 7        | Коефіцієнт використання вантажопід`ємності | -               | 0,8                | 0,8      | -          | -    |
| 8        | Чисельність персоналу:                     | чол             |                    |          |            |      |
|          | - водіїв                                   |                 | 30                 | 66       | 36         | 54,5 |
|          | - ремонтних робітників                     |                 | 3                  | 6        | 3          | 50   |
|          | - допоміжних робітників                    |                 | 2                  | 2        | 0          | 0    |
|          | - ІТП                                      |                 | 10                 | 10       | 0          | 0    |

Закінчення таблиці 7.4

|    |   |             |                                  |                                     |                           |                          |
|----|---|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 9  | Середньомісячна зарплата:<br>- водіїв<br>- ремонтних робітників<br>-допоміжних робітників<br>-ІТП | грн         | 12750<br>13500<br>12000<br>17800 | 13173,23<br>14050<br>12300<br>17800 | 423,23<br>550<br>300<br>0 | 3,31<br>4,07<br>2,5<br>0 |
| 10 | Вартість основних виробничих фондів   | грн         | 1510200                          | 1578500                             | 68300                     | 4,52                     |
| 11 | Продуктивність праці  | ткм/<br>чол | 7200                             | 7552,95                             | 352,95                    | 4,9                      |
| 8  | Загальна сума витрат  | грн         | 2101815,5                        | 2315537,9                           | 213722,5                  | 10,17                    |
| 12 | Річний економічний ефект  | грн         | 159170                           |                                     |                           |                          |
| 13 | Термін окупності проекту  | роки        | 0,94                             |                                     |                           |                          |

## Висновок

При розробці дипломного проекту, на тему «Удосконалення технології поточного ремонту штовхачів клапанів двигунів в умовах навчально-науково-виробничої автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ.» за рахунок удосконалення її виробничо-технічної бази та організації роботи з технічного обслуговування і поточного ремонту автотранспортних засобів було досягнуто ряд результатів, аналіз яких свідчить про доцільність підвищення та нарощення ефективності авторемонтного виробництва на цьому підприємстві. Ефективність роботи АТЗ визначається системою планово-попереджувального профілактичного обслуговування і поточного ремонту, якість виконання яких, залежить від роботи виробничих підрозділів АТГ. Тому для кращого проведення ТО і ПР рухомого складу, в проекті, передбачається збільшення кількості виробничої площі підприємства, кількості постів ТО і ПР. Пости ТО і ПР та основні виробничі дільниці розміщуються в виробничому корпусі, між якими забезпечуються найвигідніші технологічні зв'язки. Створено деякі нові дільниці і пости, які були відсутні до реконструкції, також збільшено площа складського приміщення.

Окрім збільшення та об'єднання виробничих площ, всі дільниці і пости зони ПР,ТО та діагностики передбачено обладнати новим обладнанням, виробничим оснащенням, інструментом, та приладами в результаті чого покращаться як умови роботи слюсарів та і підвищиться їх продуктивність праці та якість виконуваних робіт. В результаті цього підвищиться коефіцієнт готовності парку.

Однією з невід'ємних складових, є організація і управління виробничим процесом ТО і ПР. Тому в проекті я пропоную змінити і вдосконалити структуру організації виробничого процесу даного підприємства. Для здійснення ТО і ПР рухомого складу, я пропоную створити спеціалізовані бригади з слюсарів вузької спеціалізації, які повинні виконувати тільки певний об'єм профілактично-ремонтних робіт. Як відомо, однією з основних функцій управління є „мотивація” - тому для

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 112  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

покращення якості виконуваних робіт, необхідно впроваджувати заходи для матеріальної зацікавленості робітників, для цього проводити додаткове преміювання та стягнення за виконання робіт.

Був запропонований спосіб реставрації штовхачів клапанів методом ЕІЛ.

В результаті реконструкції бази зони поточного ремонту і технічного обслуговування АТЗ, впровадження нового обладнання та прогресивних методів управління, підвищиться продуктивність праці ремонтних робітників, в зв'язку з чим підвищиться коефіцієнт технічної готовності, і коефіцієнт випуску АТЗ. Обсяг виконуваних транспортних робіт зросте на 13,6%.

Доходи від реалізації транспортних послуг зростуть на 8,5%. Це дозволить підвищити заробітну плату працівникам підприємства, оновлювати рухомий склад, прискорить процес розвитку.

Продуктивність праці від впровадження реконструкції, зросте на 4,9% , річний економічний ефект складе 59170 грн. витрати на проведення реконструкції окупляться за 0,94 року.

За результатами розрахунків, можна судити, що збільшення чисельності рухомого складу АТП, призводить до необхідності збільшення виробничих площ підприємства, необхідної кількості робочих постів, кількості ремонтних робітників та площі території підприємства. А також збільшення одиниць АТЗ та збільшення коефіцієнта випуску приводить до підвищення рентабельності підприємства за рахунок збільшення об'єму перевезень та виконаних робіт, так як підприємство отримує більші прибутки.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 113  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## Перелік посилань на джерела

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 114  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

- Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.
8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).
9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.
14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 115  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

- (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80- 89.
16. 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.
17. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
18. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с
19. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с .
20. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с .
21. Dominique Paret (Author), Hassina Rebaine(Author), Autonomous and Connected Vehicles: Network Architectures from Legacy Networks to Automotive Ethernet 1st Edition Wiley; 1st edition (March 15, 2022) - 416 pages
22. The Car Book: The Definite Visual Guide Dorling Kindersley 2022 рік,- 368 pages .
23. Per Enge (Author), Nick Enge (Author), Stephen Zoepf Electric Vehicle Engineering 1st Edition, Kindle Editio McGraw Hill; 1st edition (January 24, 2021) - 209 pages.
24. Tom Denton Electric and Hybrid Vehicles 2nd Edition, Kindle Edition Routledge; 2nd edition (June 29, 2020)- 222 pages.
25. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi- trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.
26. Козак Ф.В. Дипломне проектування. Методичні вказівки по виконанню економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності „Автомобілі

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 116  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

та автомобільне господарство” [Текст] / Ф.В. Козак, Т.В. Дикун, І.В.Миронова. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 73 с.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>БР.АТ - 88.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 117  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

## Ковальчук Едуард Миколайович

Бакалаврська робота на тему:

Удосконалення технології поточного ремонту  
штовхачів клапанів двигунів в умовах  
навчально-науково-виробничої  
автотранспортної лабораторії, ІФНТУНГ, м.  
Івано-Франківськ.

*Спеціальність 274 – Автомобільний транспорт*

Керівник: к.т.н., доцент Прунько І.Б.

Івано-Франківськ, 2025

### Мета і завдання дослідження

Проведення дослідження у напрямку застосування методу електроіскрового легування деталей для зміцнення деталей автотранспортного підприємства. Отримання відповідних результатів та надання рекомендацій виконання яких допоможе підвищити зносостійкість штовхачів клапанів.

*Об'єкт дослідження* – об'єктом дослідження є штовхач клапана двигуна.

*Предмет дослідження* – процес нанесення захисного покриття методом електродугової металізації.

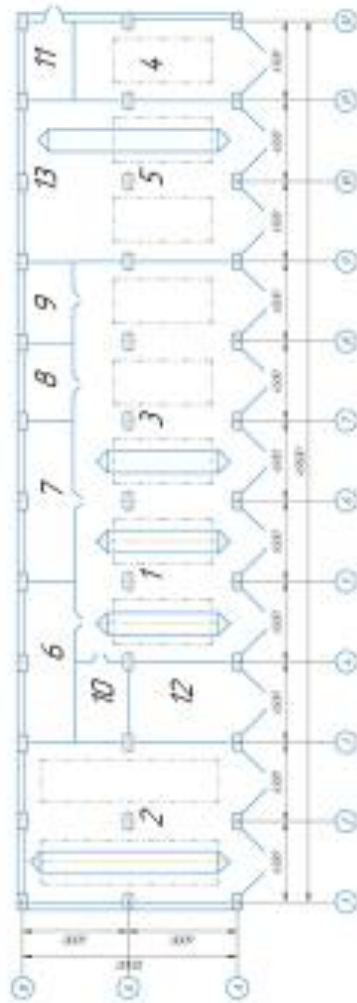
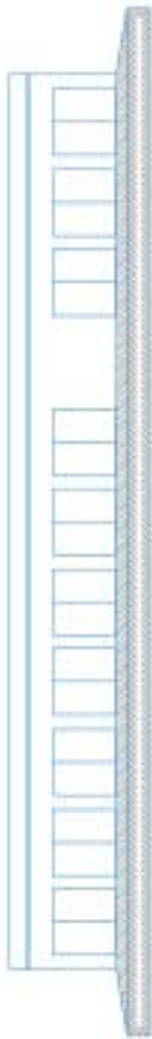
*Методи дослідження* – аналіз наявних літературних досліджень, експериментальні дослідження та проведення математичних розрахунків.

### Практичне значення одержаних результатів

Запропоновані в бакалаврській роботі заходи інноваційного характеру, а саме розроблений план реконструкції підприємства та його переоснащення новим обладнанням, заходи з охорони праці, безпеки руху запропоновані керівництву підприємства для впровадження.



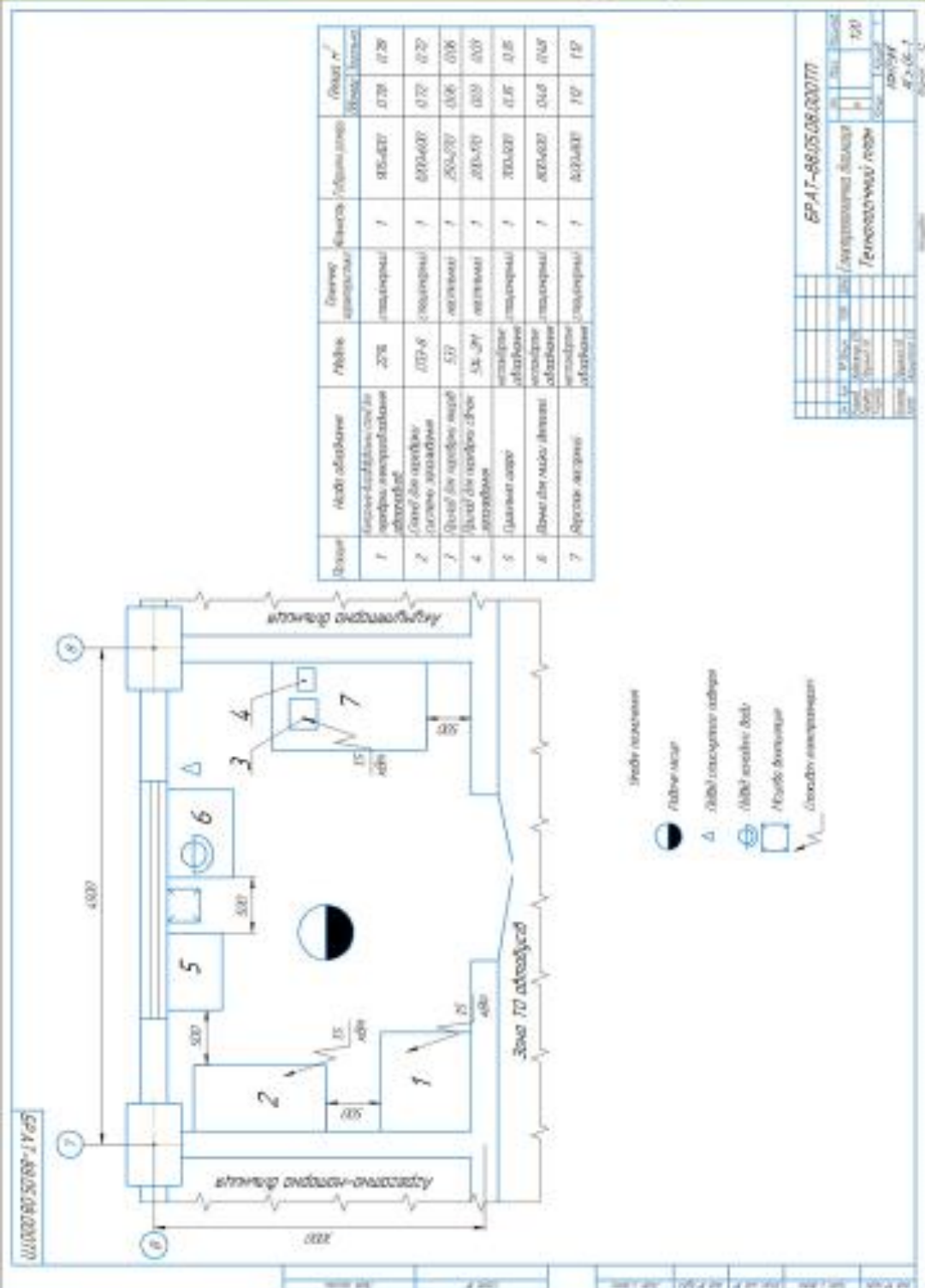
ИЗДАНИЕ № 1 / 2014



| № п/п | Наименование         | Единица измерения | Количество |
|-------|----------------------|-------------------|------------|
| 1     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 2     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 3     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 4     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 5     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 6     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 7     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 8     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 9     | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 10    | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 11    | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 12    | Работы по устройству | кв. м             | 100        |
| 13    | Работы по устройству | кв. м             | 100        |

|                        |  |     |     |
|------------------------|--|-----|-----|
| Итого                  |  | 100 | 100 |
| Сумма                  |  | 100 | 100 |
| Средняя стоимость      |  | 100 | 100 |
| Максимальная стоимость |  | 100 | 100 |
| Минимальная стоимость  |  | 100 | 100 |
| Средняя стоимость      |  | 100 | 100 |
| Максимальная стоимость |  | 100 | 100 |
| Минимальная стоимость  |  | 100 | 100 |





| № п/п | Наименование             | Материал | Единица измерения | Количество | Объем работ | Единица измерения | Количество | Объем работ |
|-------|--------------------------|----------|-------------------|------------|-------------|-------------------|------------|-------------|
| 1     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 2     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 3     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 4     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 5     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 6     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |
| 7     | Дверь для входных дверей | дерево   | шт                | 1          | 0,70        | шт                | 1          | 0,70        |

- Легенда:
- Дверь
  - Окно
  - Мебель
  - Мебель
  - Мебель
  - Мебель
  - Мебель

|       |   |   |              |                   |            |             |
|-------|---|---|--------------|-------------------|------------|-------------|
| № п/п |   | № | Наименование | Единица измерения | Количество | Объем работ |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |

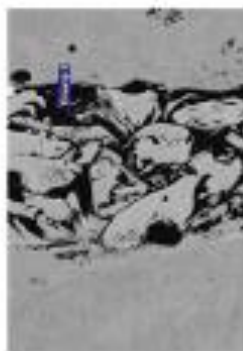
|       |   |   |              |                   |            |             |
|-------|---|---|--------------|-------------------|------------|-------------|
| № п/п |   | № | Наименование | Единица измерения | Количество | Объем работ |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |
| 1     | 2 | 3 | 4            | 5                 | 6          | 7           |







442020000/1/24/1



| Элемент | Массовый % | Атомный% |
|---------|------------|----------|
| C K     | 27.49      | 41.96    |
| O K     | 26.13      | 36.68    |
| Al K    | 0.74       | 0.81     |
| Sr K    | 1.26       | 1.01     |
| Fe K    | 43.38      | 19.53    |
| Всего   | 100.00     |          |

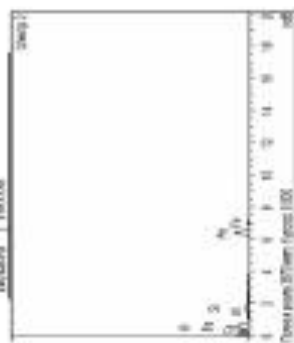
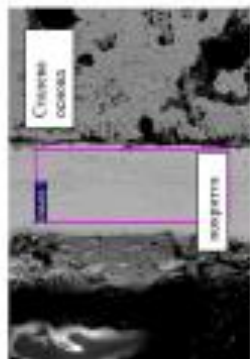


Рисунок 1 – Структура сканирующего микроструктурного изображения с выделением микроструктуры



| Элемент | Массовый % | Атомный% |
|---------|------------|----------|
| C K     | 4.32       | 18.05    |
| Fe K    | 14.83      | 13.99    |
| Ca L    | 99.85      | 67.95    |
| Всего   | 100.00     |          |

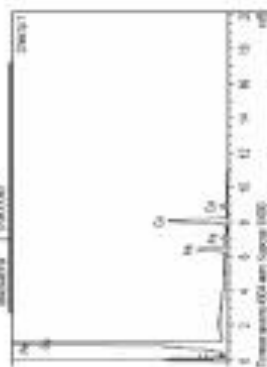


Рисунок 2 – Структура сканирующего микроструктурного изображения с выделением микроструктуры

| №П.ИТ.05.00000004 |             |
|-------------------|-------------|
| №                 | Имя файла   |
| 1                 | 05.00000004 |
| 2                 | 05.00000004 |
| 3                 | 05.00000004 |
| 4                 | 05.00000004 |
| 5                 | 05.00000004 |
| 6                 | 05.00000004 |
| 7                 | 05.00000004 |
| 8                 | 05.00000004 |
| 9                 | 05.00000004 |
| 10                | 05.00000004 |
| 11                | 05.00000004 |
| 12                | 05.00000004 |
| 13                | 05.00000004 |
| 14                | 05.00000004 |
| 15                | 05.00000004 |
| 16                | 05.00000004 |
| 17                | 05.00000004 |
| 18                | 05.00000004 |
| 19                | 05.00000004 |
| 20                | 05.00000004 |
| 21                | 05.00000004 |
| 22                | 05.00000004 |
| 23                | 05.00000004 |
| 24                | 05.00000004 |
| 25                | 05.00000004 |
| 26                | 05.00000004 |
| 27                | 05.00000004 |
| 28                | 05.00000004 |
| 29                | 05.00000004 |
| 30                | 05.00000004 |
| 31                | 05.00000004 |
| 32                | 05.00000004 |
| 33                | 05.00000004 |
| 34                | 05.00000004 |
| 35                | 05.00000004 |
| 36                | 05.00000004 |
| 37                | 05.00000004 |
| 38                | 05.00000004 |
| 39                | 05.00000004 |
| 40                | 05.00000004 |
| 41                | 05.00000004 |
| 42                | 05.00000004 |
| 43                | 05.00000004 |
| 44                | 05.00000004 |
| 45                | 05.00000004 |
| 46                | 05.00000004 |
| 47                | 05.00000004 |
| 48                | 05.00000004 |
| 49                | 05.00000004 |
| 50                | 05.00000004 |

## Показники економічної ефективності проекту

| № п/п | Показник                                  | Служ. вимір | Значення показника |          | Важливість    |      |
|-------|---|-------------|--------------------|----------|---------------|------|
|       |   |             | базисне            | проєктне |               |      |
|       |   |             |                    |          | обсяг мле у\$ |      |
| 1     | Середньомісячна кількість автомобілів     | шт          | 25                 | 40       | 17            | 58   |
| 2     | Коефіцієнт випуску автомобілів на ліній   | -           | 0,55               | 0,67     | 0,11          | 19,6 |
| 3     | Зітолений обсяг перевезень                | т           | 9683,56            | 10981,32 | 1317,75       | 13,6 |
| 4     | Зітолений вантажоборот                    | ткм         | 437678,06          | 499494,4 | 60816,3       | 13,9 |
| 5     | Середній час в поїзді                     | год         | 8                  | 8        | -             | -    |
| 6     | Коефіцієнт використання проєкту           | -           | 0,5                | 0,5      | -             | -    |
| 7     | Коефіцієнт використання вантажів, вагонів | -           | 0,5                | 0,5      | -             | -    |
| 8     | Чисельність персоналу:                    | чол         |                    |          |               |      |
|       | - водіїв                                  |             | 30                 | 44       | 14            | 54,5 |
|       | - ремонтних робітників                    |             | 3                  | 4        | 1             | 50   |
|       | - допоміжних робітників                   |             | 2                  | 2        | 0             | 0    |
|       | - ІТП                                     |             | 10                 | 10       | 0             | 0    |

|    |                                     |         |           |           |          |       |
|----|-------------------------------------|---------|-----------|-----------|----------|-------|
| 9  | Середньомісячна зарплата:           | грн     |           |           |          |       |
|    | - водіїв                            |         | 12750     | 13173,23  | 423,23   | 3,31  |
|    | - ремонтних робітників              |         | 13500     | 14050     | 550      | 4,07  |
|    | - допоміжних робітників             |         | 12000     | 12300     | 300      | 2,5   |
|    | - ІТП                               |         | 17800     | 17800     | 0        | 0     |
| 10 | Вартість основних виробничих фондів | грн     | 1510200   | 1578500   | 68300    | 4,52  |
| 11 | Продуктивність праці                | ткм/чол | 7200      | 7552,95   | 352,95   | 4,9   |
| 8  | Загальна сума витрат                | грн     | 2101815,5 | 2315537,9 | 213722,5 | 10,17 |
| 12 | Річний економічний ефект            | грн     |           | 159170    |          |       |
| 13 | Термін окупності проєкту            | роки    |           | 0,94      |          |       |

## Висновки

Був запропонований спосіб реставрації штовхачів клапанів методом ЕШД.

В результаті реконструкції бази зони поточного ремонту і технічного обслуговування АТЗ, впровадження нового обладнання та прогресивних методів управління, підвищиться продуктивність праці ремонтних робітників, в зв'язку з чим підвищиться коефіцієнт технічної готовності, і коефіцієнт випуску АТЗ. Обсяг виконуваних транспортних робіт зросте на 13,6%.

Доходи від реалізації транспортних послуг зростуть на 8,5%. Це дозволить підвищити заробітну плату працівникам підприємства, оновлювати рухомий склад, прискорить процес розвитку.

Продуктивність праці від впровадження реконструкції, зросте на 4,9% , річний економічний ефект складе 59170 грн. витрати на проведення реконструкції окуляються за 0,94 року.

Дякую за увагу

## **Бібліографічна довідка**

**Тема** Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.

Обсяг пояснювальної записки – 132 с.

Лист 1 – Мета і задачі.

Лист 2 – Мета і задачі роботи.

Лист 3 – Генеральний план підприємства.

Лист 4 – Виробничий корпус.

Лист 5 – Технологічний план зони діагностики.

Лист 6 – Технологічний план електротехнічної ділянки.

Лист 7 – Технологічний план зварювальної ділянки.

Лист 8 – Науково-дослідна частина лист 1.

Лист 9 – Науково-дослідна частина лист 2.

Лист 10 – Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Лист 11 – Висновки

\_\_\_\_\_ 2025 р.