

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ– 21.00.00.000 ПЗ

АТ-21-2

Олег Маланюк

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки і робототехніки

Кафедра Автомобільного транспорту

Маланюк Олег Юрійович

УДК 629.1.07

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.

(назва згідно з наказом ректора)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 – Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Студент _____ О.Ю. Маланюк
(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

Маланюк Олег Юрійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема: Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», 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: Богдан А70132. Середньо-добовий пробіг $L_{сд1}$ – 135 км. GULERYUZ COBRA GD 272 LF. Середньо-добовий пробіг $L_{сд2}$ – 127 км. Категорія умов експлуатації – І. Кількість днів роботи в році – 365. 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. Технологічний план зони ТО.

4. Фізична суть електродугової металізації.

5. Установка електродугової металізації.

6. Процес нанесення покриття.

7. Характеристика отриманого покриття.

8. Результати вимірювання мікротвердості покриття.

9. Техніко-економічне обґрунтування проекту.

10. Висновки

Керівник _____ І. Прунько
(Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

Завдання прийняв до виконання _____ О. Маланюк
(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 _____ О. Маланюк
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник роботи _____ І. Прунько
Особистий підпис Розшифровка підпису

АНОТАЦІЯ

Маланюк О.Ю.

Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт».

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

Івано-Франківськ, 2025 рік.

Робота містить 98 сторінки, 18 таблиць, 16 рисунків, список літератури з 26 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 КП «Електроавтотранс», 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 колінчастих валів методом електродугової металізації

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

**АВТОБУС, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЕЛЕКТРОДУГОВА
МЕТАЛІЗАЦІЯ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ**

ABSTRACT

Malanyuk O.Yu.

Increasing the wear resistance of crankshafts by the method of electric arc metallization in the conditions of the municipal enterprise "Electroavtotrans", Ivano-Frankivsk.

Specialty 274 "Automobile transport".

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

Ivano-Frankivsk, 2025.

The work contains 98 pages, 18 tables, 16 figures, a list of references of 26 titles.

The bachelor's thesis considers the possibilities of increasing the efficiency and quality of work on technical maintenance and current 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 KP "Electroavtotrans", Ivano-Frankivsk.

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

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

A patent search was conducted and ways to increase the wear resistance of crankshafts using the electric arc metallization method 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, TECHNICAL MAINTENANCE, ELECTRIC ARC METALLIZATION,
ECONOMIC FEASIBILITY**

Зміст

| | с. |
|--|----|
| Перелік основних позначень, скорочень, символів і одиниць..... | 6 |
| Вступ..... | 7 |
| 1. Експлуатаційна частина | 10 |
| 2. Технологічний розрахунок | 18 |
| 3. Технологічний план підприємства з будівельною частиною..... | 39 |
| 4. Технічний проект зони..... | 42 |
| 5. Організація і управління виробництвом ТО і ПР..... | 47 |
| 6. Науково-дослідницька частина..... | 51 |
| 7. Техніко-економічне обґрунтування проекту | 73 |
| Висновок..... | 83 |
| Перелік посилань на джерела..... | 85 |
| Додатки..... | 89 |

| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | | | |
|-----------|------|---------------|--------|------|--|------------------|------|---------|
| Розробив | | Маланюк О.Ю. | | | Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ. Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевірів | | Прунько І.Б. | | | | 5 | 98 | |
| Реценз. | | | | | | ІФНТУНГ ,АТ-21-2 | | |
| 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;

м² – 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

Громадський транспорт є однією з найважливіших галузей життєдіяльності та функціонування міста. Від його комфорту та зручності залежить якість життя мешканців. Міський транспорт впливає на наше життя більше, ніж здається на перший погляд.

Зручність громадського транспорту – це, в першу чергу, його швидкість і доступність. Міський транспорт має вирішувати наступну задачу: люди повинні добиратися з однієї точки міста в іншу, роблячи найменшу кількість пересадок та очікувань. Чим швидше можливо це зробити, тим більша активність населення міста, відповідно, і бізнес-активність містян зростає, бо час – це гроші.

Показником рівня пропозиції транспортних послуг є наявний транспортний потенціал і ефективність його використання. За оцінками експертів, наприкінці 80-х років транспортний потенціал повною мірою задовольняв попит на перевезення. Проте згодом на транспортному ринку виникло ускладнення — відновлення автомобільного парку стало більш важкою задачею. Аналіз транспортного балансу за останні роки показує, що постачання нових автомобілів становить менше 7 % від наявного парку, а цей показник значно нижче нормативного, значення якого коливається в межах 12 – 15 %.

В умовах ринку кожний його учасник намагається не тільки утриматися на ньому, а й розширити сферу своєї діяльності. Одночасно на ринку з'явилися нові його учасники.

На утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь здійснює великі ресурсні витрати. Так, ускладнення конструкції автомобілів зумовлює, як правило, збільшення обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту, зростання затрат на забезпечення працездатності.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах нашої країни веде до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

зниження токсичності відпрацьованих газів значною мірою забезпечується справністю системи живлення і запалювання та рівнем технології технічного обслуговування, засобів і методів діагностування цих систем.

Зі зростанням швидкостей та інтенсивності руху підвищуються вимоги до надійності автотранспортних засобів, оскільки несправні автомобілі є джерелом дорожньо-транспортних пригод.

Економія паливних, енергетичних, матеріальних і сировинних ресурсів у процесі експлуатації автомобілів істотно залежить від їхнього технічного стану, рівня організації матеріально-технічного постачання і процесів перевезення, зберігання і нормування витрат автоексплуатаційних матеріалів та запасних частин на автотранспортних підприємствах.

Збереженість автотранспортних засобів та готовність їх здійснювати перевезення багато в чому залежать від організації, методів і засобів міжзмінного зберігання.

На рівень технічної готовності автотранспортних засобів і обсяг одночасних і поточних матеріальних затрат на їх утримання істотно впливають методи проектування нових об'єктів автомобільного транспорту, а також реконструкції і технічного переоснащення діючих автотранспортних, автообслуговуючих і авторемонтних підприємств.

Отже, у процесі технічної підготовки автотранспортних засобів до транспортування процесу забезпечуються їх надійність і передумови ефективної експлуатації.

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 електродугово металізації для реставрації колінвалів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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 електродугової металізації деталей для зміцнення деталей автотранспортного підприємства. Отримання відповідних результатів та надання рекомендацій виконання яких допоможе підвищити зносостійкість колінчастих валів автотранспортного підприємства.

Об'єкт дослідження – об'єктом дослідження є колінчастий вал автомобільного транспорту.

Предмет дослідження – процес напилення 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.

Результати наведені в роботі будуть корисні при виконанні робіт на підприємстві під час проведення процесу напилення покриття, що допоможе збільшити довговічність використання колінчастих валів автотранспорту.

Запропоновані зміни в конструкцію обладнання для демонтажу колоіс автобусів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 Експлуатаційна частина

1.1 Призначення підприємства – КП «Електроавтотранс»

Підприємство створене з метою самостійної господарської комерційної діяльності для досягнення економічних і соціальних результатів та отримання прибутку.

Предметом діяльності Підприємства є: надання послуг з перевезення пасажирів електротранспортом; надання послуг з перевезення пасажирів і вантажів автомобільним транспортом, в тому числі із залученням додаткових одиниць транспорту на міських маршрутах, що передані підприємству в обслуговування; діяльність, пов'язана з будівництвом ліній енергозабезпечення; технічне обслуговування та ремонт електро- і автотранспорту, контактних і кабельних ліній, тягових підстанцій та іншого технологічного обладнання; надання послуг юридичним та фізичним особам з ремонту та технічного обслуговування транспортних засобів, електрообладнання та апаратури; надання рекламних послуг; виконання столярних, слюсарних та сантехнічних робіт, випробувальних та вимірювальних робіт електрообладнання і апаратури; організація громадського харчування на підприємстві; оптова та роздрібна торгівля продовольчими та непродовольчими товарами; реалізація проїзних, абонементних та електронних квитків; друк проїзних та абонементних квитків, виготовлення транспортних карток; організація автостоянок, надання платних послуг з відповідального зберігання; здійснення професійно-технічної освіти на базі підприємства з метою підготовки кваліфікованих кадрів водіїв пасажирських тролейбусів, слюсарів з ремонту рухомого складу і діючого обладнання та інших професій (згідно єдиного тарифно-кваліфікаційного довідника); розробка технічної документації і виготовлення запасних частин до тролейбусів та контактної мережі; надання медичних послуг (стоматологія та здійснення передрейсового медичного огляду водіїв транспортних засобів); ведення автоматизованих системи обліку та інформації.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Повне найменування Підприємства: «Комунальне підприємство «ЕЛЕКТРОАВТОТРАНС» Івано-Франківської міської ради».

Скорочене найменування Підприємства: КП «Електроавтотранс» та КП «ЕАТ».

Місцезнаходження Підприємства: 76008, м. Івано-Франківськ, вул. Тролейбусна, будинок 40.

Режим роботи підприємства:

- кількість днів роботи на рік 365;
- час в наряді 12 годин;

1.2 Технічна характеристика рухомого складу КП «Електроавтотранс»

Рухомий склад підприємства є різномарковий і включає в себе автобуси та тролейбуси (див додаток А1).

Технічний стан рухомого складу складає в середньому 0,1 пробігу до капітального ремонту (КР). Категорія умов експлуатації І. Природно-кліматичні умови – помірного типу.

Режим роботи рухомого складу підприємства складає 365 днів в році. Типові маршрути по яких здійснюється експлуатація автомобілів:

Маршрути перевезення пасажирів автомобілів в місті і за межами міста (села Івано-Франківської ОТГ).

Для проекту вдосконалення автотранспортного підрозділу КП «ЕАТ» вибираються одну модель рухомого складу транспорту, якц приймаються за базові. В даному проекті задані наступні моделі: Богдан А70132 і GULERYUZ COBRA GD 272 LF.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2.1 Технічна характеристика автомобіля Богдан А70132

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автобуса Богдан А70132*

| Основні дані | Числове значення |
|---|--|
| Загальні дані | |
| Колісна формула | 4x2 |
| Довжина / ширина / висота, мм | 11960/2550/3050 |
| Колісна база, мм | 5860 |
| Колія передня / задня, мм | 2160/1890 |
| Висота першої ходи над рівнем дороги, мм | 350 |
| Споряджена маса, кг | 10880 |
| Технічно допустима максимальна маса, кг | 18500 |
| Технічно допустима макс. маса на передню / задню вісь, кг | 7100/11500 |
| Мінімальний радіус розвороту, м | 12,5 |
| Максимальна швидкість, км / год | 70 |
| Витрата пального при повному завантаженні, л / 100км | 32 |
| Двигун | |
| Тип | IVECO NEF F4A-6 |
| Розміщення двигуна | заднє, поздовжнє |
| К-ть та розташування циліндрів | 6, рядне |
| Робочий об'єм, л | 5,9 |
| Потужність, кВт (к.с.) | 194 (264) |
| Крутний момент, Нм | 1000 |
| Відповідь екологічного норма | Євро 5 |
| Система охолодження | рідинна |
| Коробка передач | |
| Виробник, модель | Allison T325R, VOITH Diwa D864.5, ZF Ecolife |
| Тип | автоматична |
| Рульове управління | Виробник ЗАТ "Радій", ZF |
| Гідропідсилювач руля | інтегрований з гідропідсилювачем |
| Підвіска | |
| Передня підвіска | незалежна, пневматична |
| Задня підвіска | залежна, пневматична |
| Передня вісь | ZF, VOITH |
| Задній міст | ZF, VOITH, порталний |
| Гальмівна система | |
| Тип | пневматична |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Закінчення таблиці 1.1

| | |
|-------------------------------------|--|
| Робоча гальмівна система | двоконтурна |
| Стоянкова гальмівна система | пружинний енергоакумулятор |
| Допоміжна гальмівна система | ретардер |
| Запасна гальмівна система | один з контурів робочої гальмівної системи |
| ABS | + |
| Кузов | |
| Тип | несучий, вагонної компоновки |
| Кількість дверей для пасажирів | 3 |
| Ширина дверних проїм (загальна), мм | 1400/1400/1400 |
| Пасажиромісткість (без водія), чол | 106 |
| К-ть міст для сидіння (без водії) | 30 |
| Система опалення | рідинна |
| Тип сидінь | напівм'які |
| Колеса / Шини | |
| Розміри | 8,25x22,5 / 275 / 70R22,5 |
| Електрообладнання | |
| Номинальна напруга, В | 24 |

* <https://www.lmv.com.ua/uk/node/82>

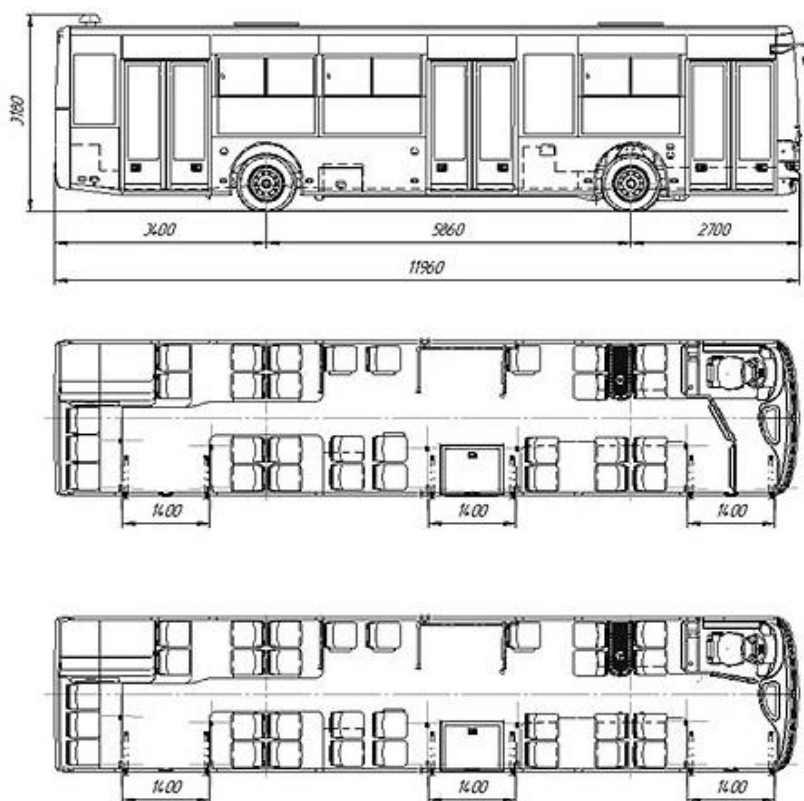


Рисунок 1.1 – габаритні розміри автобуса Богдан А70132

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2.2 Технічна характеристика автомобіля GULERYUZ COBRA GD 272

LF

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика автобуса GULERYUZ COBRA GD 272 LF*

| Основні дані | Числове значення |
|---|---|
| Габаритні розміри, мм | |
| Довжина | 12000 |
| Ширина | 2500 |
| Висота | 2880 |
| Колісна база | 5820 |
| Передня колія | 2740 |
| Задня колія | 3440 |
| Передній звис | 2500 |
| Задня звис | 3300 |
| Висота першої сходинки | 360 |
| Двигун | |
| Виробник | MERCEDES |
| Тип | OM 936 LA |
| Кількість та розташування циліндрів | 6, рядне |
| Загальний робочий об'єм, см ³ | 7,700 |
| Норма викидів | Євро 6 |
| Макс. потужність | 220 кВт - (300 к.с.) |
| Максимальний крутний момент при 1200–1600 об / хв. | 1200 Нм |
| Система охолодження | Радіатор, інтеркулер, масляний теплообмінник |
| Максимальний доланий підйом | 32% |
| Максимальна швидкість транспортного засобу км / год | 100 |
| Кробка передач | |
| Виробник | ZF ECOLIFE |
| Тип | 6 AP XXXX, автоматична |
| Передня вісь: | незалежна вісь шини типу ZF RL 82 EC для низьких підлог |
| Задня вісь: | тип ZF AV 132, зі зміщеним центральним приводом. |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Закінчення таблиці 1.1

| | |
|---|--|
| Підвіска | компоненти ZF |
| Рульова система | Сервокомплекс 8090, лівий рульовий привід, інтегровані сферичні шарніри та гідравлічна система підсилення. |
| Кількість пасажирів | 98 |
| Шини) | 275 / 70R 22,5 (6 + 1) |
| Споряджена маса, кг | 10720 |
| Технічно допустима максимальна маса, кг | 17800 |
| Технічно допустима макс. маса на передню / задню вісь, кг | 8200/13000 |
| Об'єм баку, л | 300 |
| Електрична система: | |
| Напруга, В | 24 |
| Акумулятор | 2 x 12 В 220 А / год |
| Генератор: | 28В / 150А (x2) |

* <http://www.dynabus.gr/wp-content/uploads/2010/02/93978305.pdf>

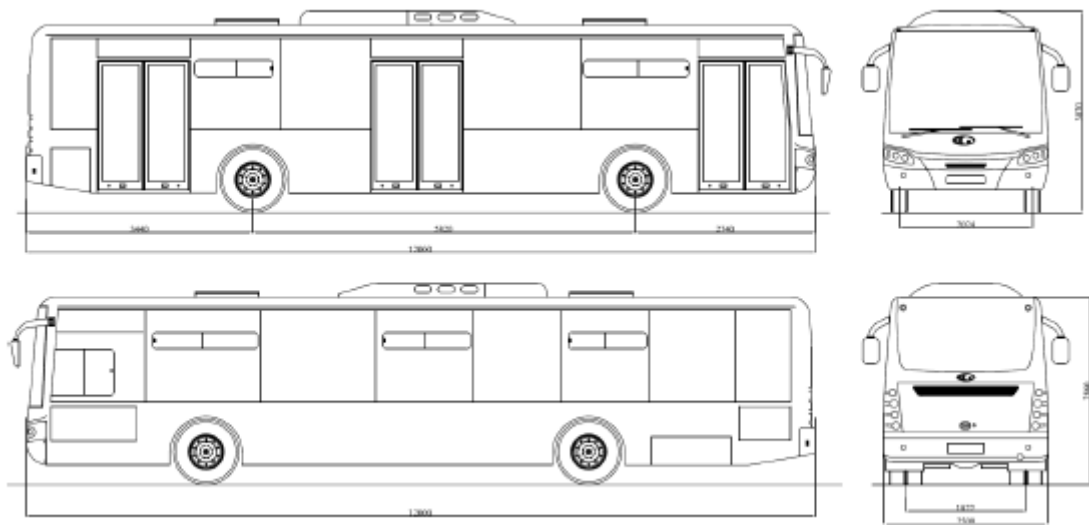


Рисунок 1.1 – габаритні розміри автобуса GULERYUZ COBRA GD 272 LF

1.3 Обґрунтування доцільності проекту удосконалення організації і технології технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу КП «Електроавтотранс»

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На підприємстві спостерігається невідповідність наявної рембази вимогам, що пред'являються до обслуговування сучасних автобусів, 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 активно експлуатується, виробничі площі підприємства не відповідають вимогам експлуатації великогабаритного і складного за своєю будовою рухомого складу.

В наслідок цих та інших, вказаних вище факторів удосконалення організації і технології технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу КП «Електроавтотранс» є нагальним і необхідним.

1.4 Приведення різномаркового парку КП «Електроавтотранс» до основних марок

Приведення проводимо для двох основних моделей: Богдан А70132 (автобуси української зборки) та GULERYUZ COBRA GD 272 LF (імпортні автобуси).

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

$$t_{np.c} = t_{ЩО} + \frac{t_1}{l_1} L_{CD} + \frac{t_2}{l_2} L_{CD} + \frac{t_{PP}}{1000} L_{CD}, \quad (1.1)$$

де $t_{ЩО}$, t_1 , t_2 , t_{PP} - 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.

1.4.2 Коефіцієнт приведення обчислюється за формулою:

$$K_{np} = \frac{t_{np.c}}{t_{np.c.OCH}}, \quad (1.2)$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.4.3 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.

Приведення автобуса Богдан А06 до основної моделі Богдан А70132:

$$t_{np.c} = 0,8 + \frac{5,8}{5000} \cdot 145 + \frac{24}{20000} \cdot 145 + \frac{6,2}{1000} \cdot 145 = 2,041 \text{ люд}\cdot\text{год},$$

$$K_{np} = \frac{2,041}{3,155} = 0,647, \quad A_{np} = 2 \cdot 0,647 = 1,294.$$

При збільшенні кількості автобусів на 20% – 36,55. Приймаємо для подальших розрахунків кількість автобусів Богдан А70132 – 38 штук.

Приведення автобуса KAROZA 732 до основної моделі GULERYUZ COBRA GD 272 LF:

$$t_{np.c} = 1,4 + \frac{10}{5000} \cdot 125 + \frac{40}{20000} \cdot 125 + \frac{9}{1000} \cdot 125 = 3,025 \text{ люд}\cdot\text{год},$$

$$K_{np} = \frac{3,025}{3,051} = 0,991, \quad A_{np} = 1 \cdot 0,991 = 0,991.$$

При збільшенні кількості автобусів на 20% – 17,98,

Приймаємо для подальших розрахунків кількість автобусів GULERYUZ COBRA GD 272 LF – 18 штук.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 Технологічний розрахунок

2.1 Особливості роботи автомобільної техніки

Робота автомобільної техніки КП «Електротранс» полягає в перевезенні пасажирів автобусами і оцінюється пробігом автобусів в тисячах кілометрів.

2.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми

Вихідними даними для розрахунку виробничої програми є:

а) моделі рухомого складу, взяті за базові згідно завдання: Богдан А70132, GULERYUZ COBRA GD 272 LF ;

б) кількість рухомого складу: Богдан А70132 $A_i = 38$ одиниць, GULERYUZ COBRA GD 272 LF $A_i = 18$ одиниці;

в) технічний стан рухомого складу – 90 % до капітального ремонту ;

г) середньо-добовий пробіг автомобілів (для Богдан А70132 $L_{cd} = 135$ км, для GULERYUZ COBRA GD 272 LF $L_{cd} = 127$ км);

д) категорія умов експлуатації –І;

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: для Богдан А70132, GULERYUZ COBRA GD 272 LF .

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

$$L_{KP} = L_{KP}^H \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.3)$$

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

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

k_2 - коефіцієнт який враховує тип і модифікацію рухомго складу $k_2 = 1$ [1, с.16];

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

k_3 - коефіцієнт який враховує природно-кліматичні умови: $k_3 = 1$ [1, с.16];

$$L_{KP}^{H1} = 400000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 400000 \text{ км}, \quad L_{KP}^{H2} = 400000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 400000 \text{ км}.$$

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

$$L_1 = L_1^H \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.4)$$

де L_1^H - нормативний пробіг до ТО-1, $L_1^{H1} = 5000 \text{ км}$, $L_1^{H2} = 5000 \text{ км}$, [1, с.8].

$$L_1^1 = 5000 \cdot 1 \cdot 1 = 5000 \text{ км}, \quad L_1^2 = 5000 \cdot 1 \cdot 1 = 5000 \text{ км}.$$

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

$$L_2 = L_2^H \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.5)$$

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

$$L_2^1 = 20000 \cdot 1 \cdot 1 = 20000 \text{ км}, \quad L_2^2 = 20000 \cdot 1 \cdot 1 = 20000 \text{ км}.$$

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:

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

$$N_{KP}^1 = \frac{400000}{400000} = 1;$$

$$N_{KP}^2 = \frac{400000}{400000} = 1.$$

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

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

$$N_2^1 = \frac{400000}{20000} - 1 = 19;$$

$$N_2^2 = \frac{400000}{20000} - 1 = 19.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

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

$$N_1^1 = \frac{400000}{5000} - 19 - 1 = 60,00 ;$$

$$N_1^2 = \frac{400000}{5000} - 19 - 1 = 60,00 .$$

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

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

де L_{CD} - середньодобовий пробіг автобуса, год;

$$N_{ЩО}^1 = \frac{400000}{135} = 2962,96 ;$$

$$N_{ЩО}^2 = \frac{400000}{127} = 3149,61 .$$

2.5 Розрахунок коефіцієнта технічної готовності

2.5.1 Коефіцієнт технічної готовності за цикл на один АТЗ α_T ,

обчислюється:

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

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

$$D_{ЕЦ}^1 = N_{ЩО}^1 = 2962,96 ; D_{ЕЦ}^2 = N_{ЩО}^2 = 3149,61 .$$

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

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

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

$D_{ТОiПР}$ - кількість днів простою АТЗ в ТО і ремонті, $D_{ТОiПР}^1 = 0,35$;

$$D_{ТОiПР}^2 = 0,35, [2, с.55];$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

k'_q - коефіцієнт, який враховує простой в ТО і ПР, $k'_q = 0,7$, [1, с.19];

$$D^1_{PC} = 20 + 0,35 \frac{400000}{1000} 0,7 = 118,$$

$$D^2_{PC} = 20 + 0,35 \frac{400000}{1000} 0,7 = 118,$$

$$\alpha^1_T = \frac{2962,96}{2962,96 + 118} = 0,962,$$

$$\alpha^2_T = \frac{3149,61}{3149,61 + 118} = 0,964.$$

2.5.2 Річний пробіг одного автобуса, 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, $D_{PP} = 365$ днів.

$$L^1_P = 365 \cdot 135 \cdot 0,962 = 47387,78 \text{ км}, \quad L^2_P = 365 \cdot 127 \cdot 0,964 = 44681,03 \text{ км}.$$

2.5.3 Коефіцієнт переходу від циклу до року η , обчислюється:

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

$$\eta^1 = \frac{47387,78}{400000} = 0,118, \quad \eta^2 = \frac{44681,03}{400000} = 0,112.$$

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:

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

$$\sum N_{KP}^{P1} = 1 \cdot 0,118 \cdot 38 = 4,5, \quad \sum N_{KP}^{P2} = 1 \cdot 0,112 \cdot 18 = 2,01.$$

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

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

$$\sum N_2^{P1} = 19 \cdot 0,118 \cdot 38 = 85,53, \quad \sum N_2^{P2} = 19 \cdot 0,112 \cdot 18 = 38,2.$$

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

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

$$\sum N_1^{P1} = 60 \cdot 0,118 \cdot 38 = 270,11, \quad \sum N_1^{P2} = 60 \cdot 0,112 \cdot 18 = 120,64.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

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

$$\sum N_{\text{ЩО}}^{P1} = 2962,96 \cdot 0,118 \cdot 38 = 13338,78, \quad \sum N_{\text{ЩО}}^{P2} = 3149,61 \cdot 0,112 \cdot 7 = 6332,74.$$

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

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

$$\sum N_{\text{СО}}^{P1} = 2 \cdot 38 = 76, \quad \sum N_{\text{СО}}^{P2} = 2 \cdot 18 = 36.$$

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

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

$$\sum N_{\text{Д-1}}^{P1} = N_1^{P1} = 313,33, \quad \sum N_{\text{Д-1}}^{P2} = N_1^{P2} = 197,55.$$

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

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

$$\sum N_{\text{Д-2}}^{P1} = N_2^{P1} = 99,22, \quad \sum N_{\text{Д-2}}^{P2} = N_2^{P2} = 62,56.$$

2.7 Розрахунок на парк за добу

2.7.1 Кількість ТО-2 за добу N_2^o , обчислюється за формулою:

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

де, D_{PP} - кількість днів роботи в році зон ТО-1 – 305, ТО-2 – 305, ЩО – 365.

$$N_2^{o1} = \frac{85,53}{305} = 0,28, \quad N_2^{o2} = \frac{38,2}{305} = 0,13.$$

2.7.2 Кількість ТО-1 за добу N_1^o , обчислюється за формулою:

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

$$N_1^{o1} = \frac{270,11}{305} = 0,89, \quad N_1^{o2} = \frac{120,64}{305} = 0,4.$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

$$N_{\text{ЩО}}^{\circ 1} = \frac{13338,78}{365} = 36,54, \quad N_{\text{ЩО}}^{\circ 2} = \frac{6332,74}{365} = 17,35.$$

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

$$N_{\text{Д-2}}^{\circ 1} = N_2^{\circ 1} = 0,28, \quad N_{\text{Д-2}}^{\circ 2} = N_2^{\circ 2} = 0,13. \quad (2.24)$$

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

$$N_{\text{Д-1}}^{\circ 1} = N_1^{\circ 1} = 0,89, \quad N_{\text{Д-1}}^{\circ 2} = N_1^{\circ 2} = 0,4. \quad (2.25)$$

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].

$$t_{\text{ЩО}}^{H1} = 1,4; \quad t_1^{H1} = 10; \quad t_2^{H1} = 40; \quad t_{\text{ПР}}^{H1} = 9;$$

$$t_{\text{ЩО}}^{H2} = 1,4; \quad t_1^{H2} = 10; \quad t_2^{H2} = 40; \quad t_{\text{ПР}}^{H2} = 9.$$

$$t_{\text{ЩО}} = t_{\text{ЩО}}^H \cdot k_2 \cdot k_5, \quad (2.26)$$

k_5 - коефіцієнт технологічної сумісності рухомого складу, $k_5 = 1$.

$$t_{\text{ЩО}}^1 = 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 1,4 \text{ люд} \cdot \text{год}, \quad t_{\text{ЩО}}^2 = 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 1,4 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

$$t_1 = t_1^H \cdot k_2 \cdot k_5, \quad (2.27)$$

$$t_1^1 = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ люд} \cdot \text{год}, \quad t_1^2 = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

$$t_1 = t_1^H \cdot k_2 \cdot k_5, \quad (2.28)$$

$$t_2^1 = 40 \cdot 1 \cdot 1 = 40 \text{ люд} \cdot \text{год}, \quad t_2^2 = 40 \cdot 1 \cdot 1 = 40 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^H \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.29)$$

k_4 - коефіцієнт який враховує пробіг від початку експлуатації, $k_5 = 1$.

$$t_{\text{ПР}}^1 = 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 9 \text{ люд} \cdot \text{год}, \quad t_{\text{ПР}}^2 = 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 9 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

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

$$T_{\text{ЩО}} = \sum N_{\text{ЩО}i}^P \cdot t_{\text{ЩО}}, \quad (2.30)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$T_{\text{ЦЮ}} = 13338,78 \cdot 1,4 + 6332,74 \cdot 1,4 = 27540,14 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_{\text{CO}} = \sum N_{\text{CO}}^P \cdot t_2 \cdot K_{\text{оп}} , \quad (2.31)$$

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

$$T_{\text{CO}} = 0,2 \cdot 76 \cdot 40 + 0,2 \cdot 10 \cdot 36 = 896 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_1 = \sum N_1^P \cdot t_1 , \quad (2.32)$$

$$T_1 = 270,11 \cdot 10 + 120,64 \cdot 10 = 3907,49 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_2 = \sum N_2^P \cdot t_2 , \quad (2.33)$$

$$T_2 = 85,53 \cdot 40 + 38,2 \cdot 40 = 4949,49 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} \frac{L_P}{1000} A_i \quad (2.34)$$

$$T_{\text{ПР}} = 9 \cdot \frac{47387,78}{1000} \cdot 38 + 9 \cdot \frac{44681,03}{1000} \cdot 18 = 23444,95 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_{\text{ТО}} = T_{\text{ЦЮ}} + T_1 + T_2 + T_{\text{CO}} , \quad (2.35)$$

$$T_{\text{ТО}} = 27540,14 + 3907,49 + 4949,49 + 896 = 37293,12 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

$$T_{\text{вир}} = T_{\text{ТО}} + T_{\text{ПР}} , \quad (2.36)$$

$$T_{\text{вир}} = 37293,1223 + 23444,95 = 60738,06 \text{ люд} \cdot \text{год} .$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$T_{\text{доп}} = b \cdot T_{\text{вир}}, \quad (2.37)$$

де b - коефіцієнт допоміжних робіт, $b = 0,20$;

$$T_{\text{доп}} = 0,2 \cdot 60738,06 = 12147,61 \text{люд} \cdot \text{год}.$$

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

$$T_{\text{АТП}} = T_{\text{вир}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.38)$$

$$T_{\text{АТП}} = 60738,06 + 12147,61 = 72885,68 \text{люд} \cdot \text{год}.$$

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

$$T_{\text{Пвир}} = T_{\text{ЩО}} + T_1 + c_2 \cdot T_2 + T_{\text{СО}} + c_{\text{пр}} \cdot T_{\text{ПР}}, \quad (2.39)$$

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

$c_{\text{пр}}$ - частка постових робіт при ПР, $c_{\text{пр}} = 0,55$, [3, с.59];

$$T_{\text{Пвир}} = 27540,14 + 3907,49 + 0,8 \cdot 4949,49 + 896 + 0,55 \cdot 23444,95 = 46853,45 \text{люд} \cdot \text{год}.$$

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

$$T_{\text{д-вир}} = (1 - c_2)T_2 + (1 - c_{\text{пр}})T_{\text{ПР}}, \quad (2.40)$$

$$T_{\text{д-вир}} = (1 - 0,8) \cdot 4949,49 + (1 - 0,55) \cdot 23444,95 = 13884,62 \text{люд} \cdot \text{год}$$

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

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{доп}} \cdot 0,5, \quad (2.41)$$

$$T_{\text{сам}} = 12147,61 \cdot 0,5 = 6073,81 \text{люд} \cdot \text{год}.$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

$$P_{я} = \frac{T}{\Phi_{я}}, \quad (2.42)$$

де $\Phi_{я}$ - фонд часу явочного робітника, год, $\Phi_{я} = 2070 \text{ год}$.

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

$$P_{шт} = \frac{P_{я}}{\varepsilon}, \quad (2.43)$$

де ε - 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 2.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| 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. | | ε | $P_{шт}$, чол. |
|--------------------------------------|----------|------------|------------------|----------------|----------------|-----------|---------------|-----------------|
| | | | | | 1-а зміна | 2-а зміна | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ЩО: | | | | | | | | |
| Туалетні: | | | | | | | | |
| Прибиральні | 15 | 4131,02 | 2070 | 2 | 1 | 1 | 0,9 | 2,22 |
| Мийні | 85 | 23409,12 | 2070 | 11,31 | 5,65 | 5,65 | 0,9 | 12,57 |
| Разом | 100 | 27540,14 | 2070 | 13,3 | 6,65 | 6,65 | 0,9 | 14,78 |
| ТО-1: | | | | | | | | |
| Діагностичні | 10 | 390,75 | 2070 | 0,19 | 0,09 | 0,09 | 0,9 | 0,21 |
| Кріпильні | 40 | 1563 | 2070 | 0,76 | 0,38 | 0,38 | 0,9 | 0,84 |
| Регулювальні | 18 | 703,35 | 2070 | 0,34 | 0,17 | 0,17 | 0,9 | 0,38 |
| Мастильні | 32 | 1250,4 | 2070 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 0,67 |
| Разом | 100 | 3907,49 | 2070 | 1,89 | 0,94 | 0,94 | 0,9 | 2,1 |
| ТО-2: | | | | | | | | |
| Діагностичні | 10 | 494,95 | 2070 | 0,24 | 0,12 | 0,12 | 0,9 | 0,27 |
| Кріпильні | 38 | 1880,81 | 2070 | 0,91 | 0,45 | 0,45 | 0,9 | 1,01 |
| Регулювальні | 30 | 1484,85 | 2070 | 0,72 | 0,36 | 0,36 | 0,9 | 0,8 |
| Мастильно-заправні | 22 | 1088,89 | 2070 | 0,53 | 0,26 | 0,26 | 0,9 | 0,58 |
| Разом | 100 | 4949,49 | 2070 | 2,39 | 1,2 | 1,2 | 0,9 | 2,66 |
| ПР: | | | | | | | | |
| Постові роботи: | | | | | | | | |
| Діагностичні | 2 | 468,9 | 2070 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,9 | 0,25 |
| Поглиблене діагностування | 1,5 | 351,67 | 2070 | 0,17 | 0,08 | 0,08 | 0,9 | 0,19 |
| Регулювальні, розбирально-складальні | 35,5 | 8322,96 | 2070 | 4,02 | 2,01 | 2,01 | 0,9 | 4,47 |
| Зварювальньо-бляхарські | 2 | 468,9 | 2070 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,9 | 0,25 |
| Малярні | 4 | 937,8 | 2070 | 0,45 | 0,23 | 0,23 | 0,9 | 0,5 |

Закінчення таблиці 2.1

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|----------|------|-------|------|------|-----|-------|
| Разом | 45 | 10550,23 | 2070 | 5,1 | 2,55 | 2,55 | 0,9 | 5,66 |
| Дільничні роботи: | | | | | | | | |
| Агрегатні | 18 | 4220,09 | 2070 | 2,04 | 1,02 | 1,02 | 0,9 | 2,27 |
| Слюсарно-механічні | 13 | 3047,84 | 2070 | 1,47 | 0,74 | 0,74 | 0,9 | 1,64 |
| Електротехнічні | 6 | 1406,7 | 2070 | 0,68 | 0,34 | 0,34 | 0,9 | 0,76 |
| Акумуляторні | 2 | 468,9 | 2070 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,9 | 0,25 |
| Ремонт приладів системи живлення | 4 | 937,8 | 2070 | 0,45 | 0,23 | 0,23 | 0,9 | 0,5 |
| Шиномонтажні | 1 | 234,45 | 2070 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,13 |
| Вулканізаційні | 1 | 234,45 | 2070 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,13 |
| Ковальсько-ресорні | 3 | 703,35 | 2070 | 0,34 | 0,17 | 0,17 | 0,9 | 0,38 |
| Мідницькі | 2 | 468,9 | 2070 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,9 | 0,25 |
| Зварювальні | 1 | 234,45 | 2070 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,13 |
| Бляхарські | 1 | 234,45 | 2070 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,13 |
| Арматурні | 1 | 234,45 | 2070 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,13 |
| Оббивні | 2 | 468,92 | 2070 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,9 | 0,25 |
| Разом | 55 | 12894,72 | 2070 | 6,23 | 3,11 | 3,11 | 0,9 | 6,92 |
| Всього | 100 | 23444,95 | 2070 | 11,33 | 5,66 | 5,66 | 0,9 | 12,58 |
| До розрахунку | 13 | | | | | | | |

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

| Назва робіт | % | Т, люд-год | Ф _я , год. | Р _я , чол.. | Р _я , чол... | | ε | Р _ш , чол. |
|--|-----|------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------|-----|-----------------------|
| | | | | | 1 зм. | 2 зм. | | |
| Самообслуговування | 50 | 6073,81 | 2070 | 2,93 | 1,47 | 1,47 | 0,9 | 3.26 |
| Транспортні | 10 | 1214,76 | 2070 | 0,59 | 0,29 | 0,29 | 0,9 | 0.65 |
| Перегін автомобілів | 20 | 2429,52 | 2070 | 1,17 | 0,59 | 0,59 | 0,9 | 1.3 |
| Прийом і видача матеріальних цінностей | 10 | 1214,76 | 2070 | 0,59 | 0,29 | 0,29 | 0,9 | 0.65 |
| Прибирання приміщень і території | 10 | 1214,76 | 2070 | 0,59 | 0,29 | 0,29 | 0,9 | 0.65 |
| Разом | 100 | 12147,61 | 2070 | 5,87 | 2,93 | 2,93 | 0,9 | 6.52 |
| До розрахунку | 7 | | | | | | | |

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

| Назва робіт | % | Т, люд-год | Ф _я , год | Р _я , чол. | Р _я , чол. | | ε | Р _ш , чол. |
|-------------------------------------|-----|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-----|-----------------------|
| | | | | | 1 зм. | 2 зм. | | |
| Електротехнічні | 25 | 1518,45 | 2070 | 0,73 | 0,37 | 0,37 | 0,9 | 0,36 |
| Механічні | 10 | 607,38 | 2070 | 0,29 | 0,15 | 0,15 | 0,9 | 0,14 |
| Слюсарні | 16 | 971,81 | 2070 | 0,47 | 0,23 | 0,23 | 0,9 | 0,23 |
| Ковальські | 2 | 121,48 | 2070 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 0,03 |
| Зварювальні | 4 | 242,95 | 2070 | 0,12 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,06 |
| Бляхарні | 4 | 242,95 | 2070 | 0,12 | 0,06 | 0,06 | 0,9 | 0,06 |
| Мідницькі | 1 | 60,74 | 2070 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,9 | 0,01 |
| Трубопровідні | 22 | 1336,24 | 2070 | 0,65 | 0,32 | 0,32 | 0,9 | 0,32 |
| Ремонтно-будівельні і деревообробні | 16 | 971,81 | 2070 | 0,47 | 0,23 | 0,23 | 0,9 | 0,23 |
| Разом | 100 | 6073,81 | 2070 | 2,93 | 1,47 | 1,47 | 0,9 | 3,26 |
| До розрахунку | | | | 3 | | | | |

2.10 Визначення ритму виробництва і такту поста

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

$$R_{\text{ЩО}_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{\text{ЩО}_i}^{\text{д}}}, \quad (2.44)$$

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

c – кількість змін;

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

$$R_{\text{ЩО}_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{36,54} = 26,27 \text{ хв},$$

$$R_{\text{ЩО}_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{17,35} = 55,33 \text{ хв}.$$

2.10.2 Ритм зони, R_1 , хв., обчислюється:

$$R_{1_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{1_i}^{\text{д1}}} \quad (2.45)$$

$$R_{1_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{0,89} = 1084 \text{ хв},$$

$$R_{1_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{0,4} = 2427,08 \text{ хв}.$$

2.10.3 Ритм зони, R_2 , хв., обчислюється:

$$R_{2_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{2_i}^{01}}, \quad (2.46)$$

$$R_{2_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{0,28} = 3423,16 \text{ хв},$$

$$R_{2_2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{0,13} = 7664,46 \text{ хв}.$$

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

$$R_{Д1_1} = R_{1_1} = 1084 \text{ хв},$$

$$R_{Д1_2} = R_{1_2} = 2427,08 \text{ хв},$$

$$R_{Д2_1} = R_{2_1} = 3423,16 \text{ хв},$$

$$R_{Д2_2} = R_{2_2} = 7664,46 \text{ хв}.$$

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

$$\tau_{ЩО_i} = \frac{t_{ЩО_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{пер}, \quad (2.47)$$

де P_n - середня кількість робітників на посту, $P_n = 1 \text{ чол}$,

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

$$\tau_{ЩО_1} = \frac{1,4 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 44,5 \text{ хв},$$

$$\tau_{ЩО_2} = \frac{1,4 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 44,5 \text{ хв}.$$

2.10.6 Такт поста ГО-1, τ_1 , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{1_i} = \frac{t_{1_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{пер}, \quad (2.48)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\tau_{1_1} = \frac{10 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 602,5 \text{ хв},$$

$$\tau_{1_2} = \frac{10 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 602,5 \text{ хв}.$$

2.10.7 Такт поста ГО-2, τ_2 , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{2_i} = \frac{t_{2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{\text{пер}} \quad (2.49)$$

$$\tau_{2_1} = \frac{40 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 2402,5 \text{ хв},$$

$$\tau_{2_2} = \frac{40 \cdot 60 \cdot 1}{2} + 2,5 = 2402,5 \text{ хв}.$$

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

$$\tau_{Д-1_i} = \frac{t_{Д-1_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{Д-1_i}} = \frac{0,1 \cdot t_{1_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{n_i}}, \quad (2.50)$$

$$\tau_{Д-1_1} = \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 62,5 \text{ хв},$$

$$\tau_{Д-1_2} = \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 62,5 \text{ хв}.$$

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

$$\tau_{Д-2_i} = \frac{t_{Д-2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_{Д-2_i}} = \frac{0,1 \cdot t_{2_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n}, \quad (2.51)$$

$$\tau_{Д-2} = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 242,5 \text{ хв}.$$

$$\tau_{Д-2} = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 242,5 \text{ хв}$$

2.10.10 Визначення кількості постів ГО, ПР і діагностування Д-1, Д-2

- пости ЩО:

$$X_{\text{ЩО}_i} = \frac{\tau_{\text{ЩО}_i}}{R_{\text{ЩО}_i}}, \quad (2.52)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$X_{\text{ЩО}_1} = \frac{44,5}{26,27} = 1,69,$$

$$X_{\text{ЩО}_2} = \frac{44,5}{55,33} = 0,8,$$

$$X_{\text{ЩО}} = \sum X_{\text{ЩО}_i} = 1,69 + 0,8 = 2,49 \approx 3.$$

- пости ТО-1:

$$X_{1_i} = \frac{\tau_{1_i}}{R_{1_i}}, \quad (2.53)$$

$$X_{1_1} = \frac{602,5}{1084} = 0,56,$$

$$X_{1_2} = \frac{602,5}{2427,08} = 0,25.$$

Враховуючи дані МР.АТ-53.00.00.000ПЗ:

$$X_1 = \sum X_{1_i} = 0,56 + 0,25 = 0,81 \approx 1.$$

- пости ТО-2:

$$X_{2_i} = \frac{\tau_{2_i}}{R_{2_i}}, \quad (2.54)$$

$$X_{2_1} = \frac{2402,5}{3423,16} = 0,7,$$

$$X_{2_2} = \frac{2402,5}{7664,46} = 0,31.$$

$$X_2 = \sum X_{2_i} = 0,7 + 0,31 = 1,01 \approx 1.$$

- пости Д-1:

$$X_{\text{Д}_i} = \frac{\tau_{\text{Д}_i}}{R_{\text{Д}_i}}, \quad (2.55)$$

$$X_{\text{Д}-1_1} = \frac{62,5}{1084} = 0,06,$$

$$X_{\text{Д}-1_2} = \frac{62,5}{2427,08} = 0,03.$$

$$X_{\text{Д}-1} = \sum X_{\text{Д}-1_i} = 0,06 + 0,03 = 0,09 \approx 1.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- пости Д-2:

$$X_{Д2_i} = \frac{\tau_{Д2_i}}{R_{Д2_i}}, \quad (2.56)$$

$$X_{Д-2_1} = \frac{242,5}{3423,16} = 0,07,$$

$$X_{Д-2_2} = \frac{242,5}{7664,46} = 0,03.$$

$$X_{Д-2} = \sum X_{Д-2_i} = 0,07 + 0,03 = 0,1 \approx 1$$

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

З технологічних міркувань діагностику проводимо на однойменних постах ТО. ТО-2 проводимо на тих же постах, що і ТО-1 але в міжзмінний період.

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

$$X_{пр} = \frac{T_{пр} \cdot \varphi}{D_{пр} \cdot T_3 \cdot c \cdot P_n \cdot \eta}, \quad (2.57)$$

де $T_{пр}$ - трудомісткість ПР;

φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження поста ($\varphi = 1,2$);

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

c - кількість змін;

P_n - кількість робітників на посту;

η - коефіцієнт використання робочого часу (0,95);

$$X_{ПР_1} = \frac{7292,98 \cdot 1,2}{305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,9} = 1,99,$$

$$X_{ПР_2} = \frac{3257,25 \cdot 1,2}{305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,89.$$

$$X_{ПР} = \sum X_{ПР_i} = 1,99 + 0,89 = 2,88 \approx 3$$

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

$$X_{заг} = X_{ЩО} + X_1 + X_2 + X_{ПР} + X_{Д1} + X_{Д2}, \quad (2.58)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Виходячи з міркувань технологічної доцільності пости діагностики суміщаємо з відповідними постами ТО.

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

$$X_{заг} = 4 + 1 + 2 + 4 = 11.$$

Загальна кількість робочих постів – 11.

2.11 Розрахунок кількості водіїв та управлінського персоналу

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;

α_{ϵ} - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

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

$$\alpha^1_{\epsilon} = 0,962 \cdot \frac{365}{365} = 0,962, \quad \alpha^2_{\epsilon} = 0,964 \cdot \frac{365}{365} = 0,964,$$

$$P^1_{я} = \frac{12 \cdot 1 \cdot 38 \cdot 0,962 \cdot 365}{2070} = 77,33, \quad P^2_{я} = \frac{12 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,964 \cdot 365}{2070} = 36,71.$$

Штатна кількість водіїв:

$$P^1_{ш} = \frac{77,33}{0,9} = 85,92, \quad P^2_{ш} = \frac{36,71}{0,9} = 40,79.$$

Приймаємо до розрахунку 127 водіїв автобусів.

2.11.2 Кількість службовців

Чисельність службовців КП «ЕАТ» приймаємо по даних переддипомної практики. Сумарна кількість службовців $\sum P_C = 29 \text{чол.}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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 $A_i = 119$ і чисельності виробничих робітників від 50 до 120 $B_{BT} = 4,2\%$;

$$P_{EC} = \frac{4,9 \cdot 119}{100} = 5,83 \approx 6 \text{чол.}, \quad P_{BTC} = \frac{4,2 \cdot 119}{100} = 4,99 \approx 5 \text{чол.}$$

Сумарна чисельність персоналу експлуатаційної і виробничо-технічної служб $P_n = 11$ 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 , $f_a = 42,5m^2$;

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

$$F_{ЩО} = 42,5 \cdot 4 \cdot 4 = 680m^2, \quad F_1 = 42,5 \cdot 1 \cdot 4 = 170m^2, \quad F_2 = 42,5 \cdot 2 \cdot 4 = 340m^2, \\ F_{ПР} = 42,5 \cdot 4 \cdot 4 = 680m^2. \text{ Сумарна площа зон } F_3 = 1870m^2.$$

2.12.2 Площа діляниць

Площу виробничих діляниць визначаємо по площі обладнання та коефіцієнті щільності. [3,с.80]. Вибираємо технологічне устаткування для діляниць з метою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

визначення площ цих ділянок. Представляємо це обладнання у відомості технологічного устаткування

Дані розрахунку занесені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Площі ділянок

| Пози- | Назва ділянки | Площа обладнання, м ² | Коефіцієнт щільності | Площа ділянки, м ² |
|-------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1 | Електротехнічна | 4,01 | 3,5 | 14 |
| 2 | Акумуляторна | 3,98 | 3,5 | 14 |
| 3 | Мідницька | 5,63 | 4 | 22,5 |
| 4 | Шинне віділення | 5,06 | 4 | 18 |
| 5 | Оббивна | 5,13 | 3,5 | 18 |
| 6 | Фарбувальна | 13,5 | 4 | 54 |
| 7 | Ковальсько-ресорна | 7,5 | 4,5 | 33,75 |
| 8 | Агрегатна | 9,00 | 4 | 36 |
| 9 | Зварювальна | 5,00 | 4,5 | 22,5 |
| 10 | Ремонту приладів системи живлення | 6,75 | 4 | 27 |
| 11 | Моторна | 9 | 4 | 36 |
| 12 | Слюсарно-механічна | 6 | 4 | 24 |
| Разом | | | | 349,25 |

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, $Z_{\text{вз}} = 50$;

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

$$F_{B3} = 119 \cdot 42,5 \cdot 3 = 15172,5 \text{ м}^2.$$

2.12.4 Площа складських приміщень, $F_{\text{скл}}$, м², обчислюється за формулою:

$$F_{\text{скл}} = 10^{-6} \cdot L_p \cdot A_i \cdot f_{\text{шт}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (2.64)$$

де $f_{\text{шт}}$ - питома площа складських приміщень на 10⁵ км пробігу;

k_1 , k_2 , k_3 , k_4 - коефіцієнти, які враховують відповідно чисельність технологічно сумісного рухомого складу, тип рухомого складу, висоту

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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 2.18 – Розрахунок площі складських приміщень

| Назва складу | $f_{ум},$ $м^2 / 10^5 км$ | k_1 | k_2 | k_3 | k_4 | $F_{скл},$ $м^2$ |
|-----------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Запасні частини, деталі | 3,4 | 1,0 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 20,16 |
| Двигуни, агрегати, вузли | | | | | | |
| Матеріали: | 3,8 | | | | | 22,53 |
| експлуатаційні | | | | | | |
| мастильні | 2,6 | | | | | 15,42 |
| лакофарбові | 2,4 | | | | | 14,23 |
| інструменти | 0,7 | | | | | 4,15 |
| Кисень і ацетилен у | 0,2 | | | | | 1,19 |
| балонах | | | | | | |
| Пиломатеріали | 0,25 | | | | | 1,48 |
| Метал, металобрухт, | 0,5 | | | | | 2,96 |
| цінний брухт | 0,35 | | | | | 2,08 |
| Шини нові, відремонтовані | | | | | | |
| і ті, які підлягають | | | | | | |
| відновленню | 2,4 | | | | | 14,23 |
| Запасні частини і матеріали | | | | | | |
| дільниці відділу головного | | | | | | |
| механіка | 0,7 | | | | | 4,15 |
| Разом | 17,3 | | | | | 102,58 |

Враховуючи дані приймаємо площу складів $205 м^2$.

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

$$F_{БК} = F_0 + F_1 + F_2 + F_{L-1} + F_{L-2} + F_{ІП} + F_{СКЛ}, \quad (2.65)$$

$$F_{БК} = 1870 + 349,25 + 205 = 2424,25 м^2.$$

Приймаємо площу існуючої будівлі $5508 м^2$.

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

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

$$P_{заг} = 47 + 10 + 29 + 11 + 127 + 145 = 369 чол.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

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

де f_{num} - площа на одного робітника (по найбільш завантаженій зміні), m^2 ,
 $f_{num} = 6$;

$$F_{доп} = 200 \cdot 6 = 1200 m^2.$$

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

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

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

$$F_{ТЕР} = \frac{5508 + 15172,5 + 1200 + 64}{0,5} = 10973 m^2 \approx 1,1 га.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 Технологічний план підприємства

3.1 Виробничий процес підприємства

КП «ЕАТ» займає площу 1,1 га. На його території розміщений виробничий корпус, адміністративний корпус, приміщення зон ТО і діагностики, виробничі склади, КТП, площадка для відкритого зберігання автобусів та тролейбусів та допоміжні приміщення.

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 однойменних 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

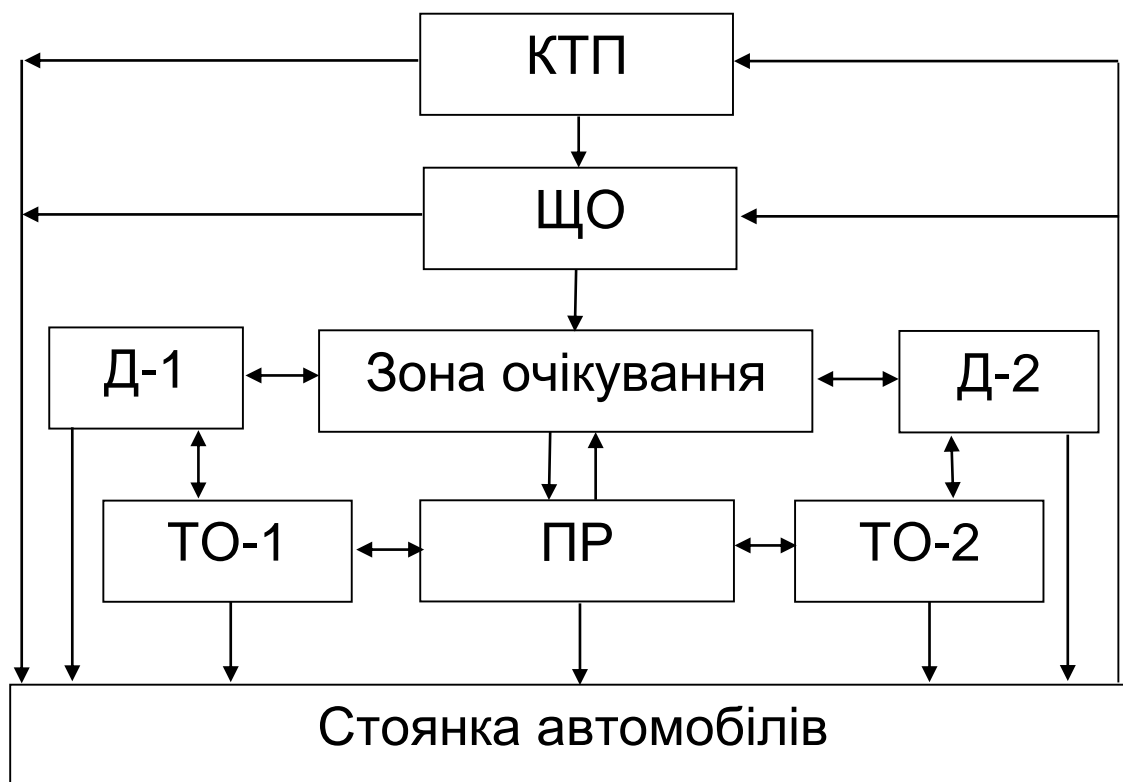


Рисунок 3.1 – Функціональна схема виробничого процесу в автотранспортній ділніці

При вдосконаленні організації ТО і ПР даним проектом пропонується розмістити зони ТО-1 і ТО-2 в головному виробничому корпусі, де розміщені основні виробничі дільниці і майстерні.

Зона ПР розташована в головному виробничому корпусі, який в свою чергу розташований біля бокової межі території що дає змогу не перешкоджати рухові автомобілів в середині колони.

Заправний пункт дещо відокремлений від інших виробничих і невиробничих приміщень, що позитивно впливає на пожежну безпеку на підприємстві та не ускладнює маневрування автомобілів по території колони.

Адміністративний корпус та зона відпочинку розміщені ближче до фронтової стіни на шумоізоляційній відстані від виробничих корпусів, біля них присутні зелені насадження, що позитивно впливає психо-фізичний стан працюючих.

Відкрита стоянка транспортних засобів займає більшість площі підприємства і розміщена так, щоб не створювати перешкод при русі транспортних засобів. За кожним автомобілем закріплено автомобілемісце на стоянці.

3.2 Будівельна частина

КП ЕАТ розташована в західній частині м. Івано-Франківська. В'їзд на територію підприємства проходить із центральної дороги загального користування, вздовж якої проходять інженерні сітки для забезпечення електроенергією, теплом, водою та газом, скидання каналізаційних і стічних вод. Цех знаходиться поблизу нафтогазовидобувних свердловин, підприємств та нафтопереробного заводу.

Ділянка підприємства має прямокутну форму в плані. Рівень ґрунтових вод знаходиться на відстані 0,5 метрів нижче рівня підлоги оглядових каналів, що є в межах норми, рельєф місцевості – рівний.

Густина забудови підприємства рівна 50%, площа забудови 0,55 га , коефіцієнт озеленення – 0,15. З усіх сторін транспортна діляниця огорожена плитами висотою 1,6 м. Крім робочих воріт (КТП) для в'їзду і виїзду з території діляниці, передбачено запасні ворота, які забезпечують в'їзд транспорту на той же самий проїзд, а відстань між робочими і запасними воротами складає 80 м.

Ширина проїздів на території автоколони рівна 7 м при двохсторонньому проїзді. Мінімальна відстань від краю проїжджої частини до зовнішньої стіни споруди складає 1,5 м. До всіх будівель забезпечений проїзд пожежних автомобілів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 Технологічний проект зони

4.1 Технічний проект зони ТО

На постах ТО-1 здійснюється обслуговування систем мащення, охолодження, живлення, електроустаткування, рами, підвіски, коліс шин, рульового керування, кузова, кабіни, зчеплення, ручного гальма, карданної передачі, гальмівної системи, заправні і змащувально-очисні роботи.

При ТО-2 АТЗ виконується: перевірки зазору в клапанному механізмі, перевірка роботи компресора, пуску і роботи двигуна, ТО-2 системи живлення, свічок запалювання, фар, рульового керування, переднього моста і гальм, коліс і шин, двигуна і його систем, трансмісії, підвіски, рами, платформи, технічне обслуговування приладів електроустаткування, змащувальні і заправно-очисні роботи.

Коефіцієнт щільності розміщення устаткування в зонах ТО-1, ТО-2 дорівнює 4.

Розрахунок виробничої програми зони технічного обслуговування №1 по видах робіт представлений в розділі 2.

До основних функцій слюсаря-авторемонтника відноситься ремонт і регулювання агрегатів і двигунів шляхом заміни зношених деталей. Роботи в зонах виконуються двома слюсарями 5, 4 розрядів.

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

Планування рішення зон ТО-1 і ТО-2.

Приміщення зони ТО-1 і ТО-2 – прямокутної форми. Його площа складає по 510 м². Двері в зв'язку з розміщенням великогабаритного обладнання двостворчаті, шириною 4,0 м, висотою 3,0 м. Два вікна 4×2 м, рами подвійні. В зоні є підвід холодної води та стиснутого повітря. Відстані між обладнанням, елементами будівлі і обладнанням відповідає нормам. Для забезпечення стабільних метеорологічних умов передбачено приточно-витяжну вентиляцію.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Технологічний процес дільниці

Зона ТО-1 і ТО-2 складаються з одного тупикового поста. В зоні ТО-1,2 пост обладнаний підйомником, який використовується для проведення ТО гальмівної системи, ходової та агрегатів трансмісії, біля нього знаходиться стіл з приладами та інструментом для проведення ТО двигуна. Пост зон ТО-1,2 обладнаний вентиляцією для зменшення загазованості приміщень. На робочому пості в стінах оглядової канави передбачено ніші для інструментів і для розміщування освітчу вальних точок і розетка для підключення переносної лампи.

Слюсар-авторемонтник повинен:

- перевірити оглядом герметичність системи змащування, охолодження двигуна і кріплення на ньому приборів, виправити несправність;
- перевірити оглядом стан трубопроводів і герметичність з'єднання;
- перевірити приєднання тяги до ричага дроселя і троса до ричага повітряної заслонки. Провірити дію приводу і повноту закривання і відкривання повітряної заслонки дроселя;
- змінити масло в двигуні і поміняти масляний фільтр;
- перевірити дію склоочисника і кріплення дзеркал заднього виду.

При ТО-2 виконуються також роботи поточного ремонту, в основному незначні по трудоемкості (не більше 20% трудоемкості ТО-2). Якщо при ТО-2 знайдені несправності, які по трудоемкості неможливо виправити з виконанням обслуговування, автомобіль після проходження всього комплексу робіт в об'ємі ТО-2 поступає в зону поточного ремонту на відповідні пости.

При проходженні автомобілем зони ТО-2 слюсар-авторемонтник повинен:

- оглянути ззовні автомобіль, перевірити зазори в клапанному механізмі, перевірити роботу компресора;
- перевірити компресію в циліндрах двигуна і в випадку її недостатнього значення встановити причину її зниження;
- перевірити і при необхідності відрегулювати зазори між клапанами і штовхачами;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 43 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- перевірити пуск і роботу двигуна.

Виконавці: слюсарі-авторемонтники 4-5-х розрядів, електрик -5 розряд, мастильник - 2 розряд.

Специфікація основного обладнання і виробничого інвентаря зон ТО та її планування ділянки подане в графічній частині.

Вид робіт, які виконуються в даній зоні відноситься до робіт середньої важкості – II б (електровитрати 201-250 ккал / год

В таблиці 4.1 наведено оптимальні значення метеорологічних умов у робочій зоні ТО згідно вимог нормативних документів:

Таблиця 4.1 – Оптимальні значення метеорологічних умов в робочій зоні ТО

| Назва приміщень | Категорія важкості фізичних робіт | Період року | Температура, С | Відносна вологість % | Швидкість руху повітря м/с |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|----------------|----------------------|----------------------------|
| Зона ТО | II б | Холодний | 18-20 | 40-60 | 0,2 |
| | II б | Теплий | 21-23 | 40-60 | 0,2-0,3 |

Для забезпечення необхідного мікроклімату в зоні ТО використовується природна вентиляція, яка здійснюється через витяжку на даху будівлі.

В таблиці 4.2 приведена коротка технічна характеристика вентиляції.

Таблиця 4.2 – Характеристика вентиляції зони ТО

| Назва приміщення | Тип вентиляції | Тип обладнання | Кратність повітрообміну м/год |
|------------------|------------------------------------|--|-------------------------------|
| Зона ТО | Припливна природна (літній період) | Вентиляційні панелі відсмоктування ДРН | 5 |

Для забезпечення нормальних умов праці та відпочинку на підприємстві

Передбачено ряд санітарно-побутових приміщень, які знаходяться в адміністративному корпусі.

У таблиці 4.3 наведено перелік наявних санітарно-побутових приміщень. Улаштування санітарно-побутових приміщень відповідає вимогам .

Таблиця 4.3 – Номенклатура санітарно-побутових приміщень

| Назва приміщення , назва побутового обладнання | Норма площі на 1 працюючого, м згідно санітарних норм і правил | Кількість працюючих, чол. | Розрахункова площа приміщення, м | Фактична площа приміщення,м |
|--|--|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Гардероб,шафа 40 50 см | - | 271 | - | - |
| Туалет, кабіна 1,2 0,8 | На 15 чол. 1 кабіна | 271 | 19,33 | - |
| Їдальня, посадочні місця | На 4 чол. одне посадочне місце | 271 | 75,5 | - |

В зоні ТО використовується комбіноване освітлення : природне і штучне.

Характеристика штучного освітлення приведена в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Характеристика штучної освітленості робочих місць зони технічного обслуговування

| Назва приміщення | Розряд зорової роботи | Освітленість | | | | Тип світильника та ламп |
|------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Зовнішнє освітлення | Комбіноване освітлення | Аварійне освітлення | Евакуаційне освітлення | |
| Зона ТО | | 200 | 300 | 15 | 0,5 | «Універсал - 200 |

Для зниження рівня травматизму В зоні технічного обслуговування використовуються наступні засоби індивідуального захисту працівників:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- спецодяг (ГОСТ 12.4.103-80 для захисту від травмування стружкою, деталями агрегатів)
- рукавиці захисні (ГОСТ 12.4.103-80) для захисту кінцівок від пошкоджень)
- захисні окуляри ЗН-4

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 Організація і управління виробництвом ТО і ПР

5.1 Призначення системи управління виробництвом

На систему організації і управлінням 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.

Схема управління КП «ЕАТ» представлена на рисунку 5.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5.2 Структура управління виробництвом

Під організаційно-виробничою структурою служби розуміють склад і взаємопідпорядкованість керівних ланок і виробничих підрозділів. Організаційна структура управління виробництвом технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу КП «ЕАТ» представлена на рисунку 5.2.

Очолює управління виробництвом ТО і ПР начальник колони через підпорядкованих йому старшого механіка, механіка по ремонту.

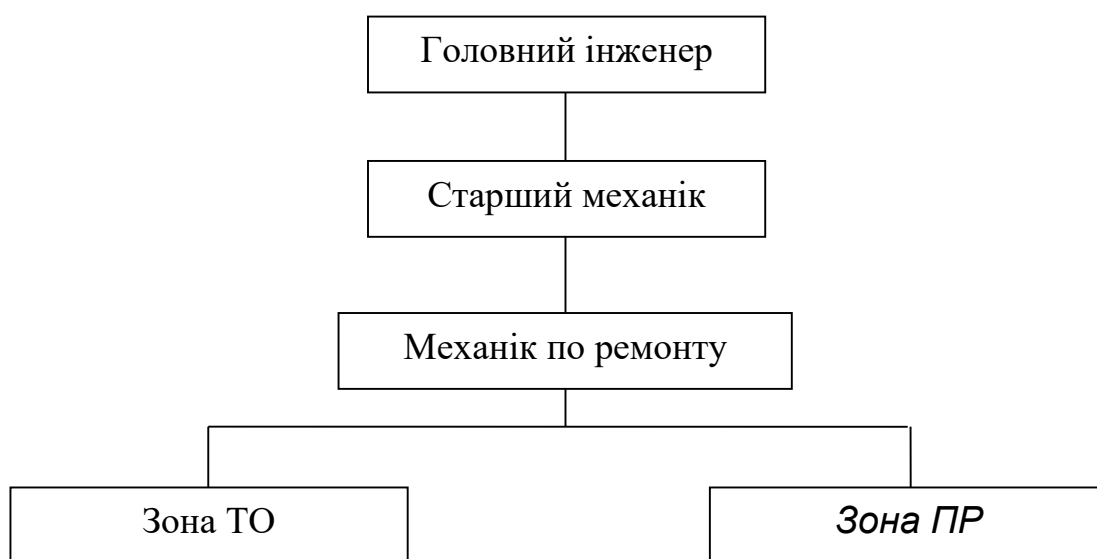


Рисунок 5.2 – Організаційна структура управлінням ТО і ПР рухомого складу КП «ЕАТ»

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

бригадири, які безпосередньо підпорядковуються механіку по ремонту чи старшому механіку.

5.4 Функції і задачі основних виробничих підрозділів і керівників

Головний інженер несе відповідальність за технічний стан рухомого складу, розвиток і стан технічної бази виробництва, матеріально-технічне забезпечення, формує виробничо-технічний персонал, розробляє міроприємства по підвищенню ефективності виробництва, зменшенню простоїв автомобілів, витрат робочого часу, матеріалів, і запасних частин.

Старший механік здійснює керівництво виробництвом всіх робіт по обслуговуванню і ремонту рухомого складу, здійснює його планування, аналіз і удосконалення, приймає участь у розробці і впроваджує міроприємства по підвищенню ефективності виробництва.

Механік по ремонту здійснює безпосередній контроль за виконанням робіт, пов'язаних з ТО та ПР автотранспортних засобів, контролює якість проведення даних робіт, приймає заявки возіїв на проведення ТО і ПР.

Контролер КТП здійснюють прийом і випуск автомобілів, перевірку їх технічного стану, контроль якості виконання ТО і ПР рухомого складу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6 Науково-дослідницька частина

6.1 Фізичний принцип ЕДМ

Електродугова металізація (ЕДМ) - це процес електродугового напилення, в якому використовуються два дроти, які розплавляються електричною дугою, що утворюється між ними. Стиснений газ (найчастіше повітря) розпилює розплавлений метал подаючи металеві частинки на поверхню компонента зі швидкістю понад 100 метрів на секунду, утворюючи покриття. Поєднання високої температури і високої швидкості руху частинок призводить до утворення покриття з особливими властивостями, високою адгезійною міцністю і щільністю. Температура виробу під час процесу напилення не перевищує 120°C. Електродугове напилення дозволяє наносити стійкі до тертя та корозії покриття. Основною перевагою цього методу термічного напилення є вища продуктивність процесу в порівнянні з іншими методами газового термічного напилення. Застосування методу обмежене геометрією і властивостями матеріалу, що напилюється. Джерелом розплавленого металу при електродуговому напиленні є високовольтна дуга.

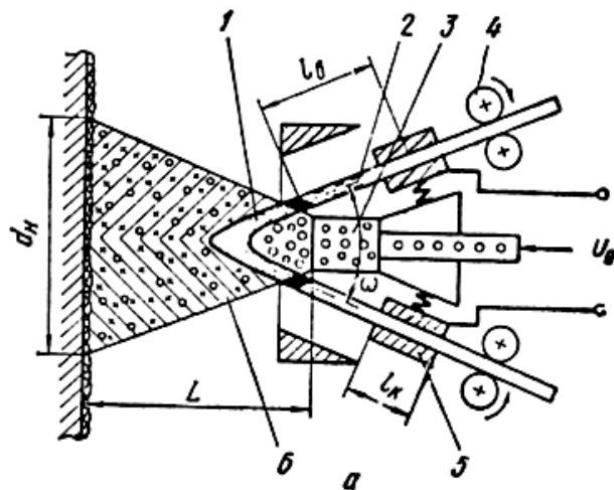


Рисунок 6.1 – Схема процесу електродугового напилення[2].

1 – електрична дуга; 2 – дріт; 3 – сопло; 4 – механізм подачі дроту; 5 – контактні пристрої; 6 – струмінь розпиленого матеріалу; $l_в$ – величина вильоту дроту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У процесі напилення метал розпилюється до частинок розміром 10...50мкм, товщина шару, що отримується, може досягати 12 мм і вище. До переваг електродугового напилення відноситься висока продуктивність процесу (до 65 кг/год), висока зносостійкість покриття, а також простота та технологічність процесу.

До характерних особливостей способу ЕДМ, в порівнянні з іншими способами, насамперед слід віднести:

- Це комбінація двох симетричних струменів, які утворюють загальну еліптичну пляму напилення на підкладці;
- холодний газовий (у більшості випадків – повітряний) струмінь;
- ефективний ККД розпилювача при ЕДМ має найбільше значення з усіх способів ГТН і становить 0,7-0,9.

Використання джерел постійного струму дозволило стабілізувати дугові розряди, тому визначаючи стабільний процес ЕДМ, необхідно відзначити, що в ньому відсутні обриви та короткі замикання.

Постійна напруга на дузі становить 18-45 В. Встановлено, що зі зменшенням кута стійкість підвищується. У поясненні механізму стійкого горіння дуги між електродами, що плавляться (анодом і катодом) при ЕДМ було віддано перевагу відомому для зварювальних дуг механізму «саморегулювання дуги». Мета його зводиться до рівності швидкостей подачі і плавлення електродів, тобто при виникненні збурень за швидкістю їх подачі теплове джерело (електрична дуга) миттєво вносить корективи у свої параметри (струм і напруга), щоб збільшити або зменшити швидкість плавлення електродів. Інтенсивність процесу саморегулювання пов'язана із формою статичної вольтамперної характеристики джерела живлення електричної дуги. Очевидно, що більша швидкість подачі електродів, то більша інтенсивність саморегулювання потрібна для забезпечення стабільного процесу.

Конструкція соплової системи з струмопідведенням та направляючими для вильотів електродів повинна відповідати деяким вимогам:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. Для стійкої роботи розпилювальної головки необхідно забезпечити точність перетину осей у точці схрещування з відхиленням не більше ніж на $1/4$ діаметра електродів, що застосовуються. Це досягається зменшенням довжини вильоту з струмопідведення.

2. Для покращення саморегулювання дуги слід прагнути зменшення кута схрещування електродів.

3. Для максимального використання енергії струменя бажано розташовувати точку схрещування електродів у зоні дії першого стрибка ущільнення, що знаходиться на відстані $0,5 D$ від зрізу сопла. У застосовуваних на практиці розпилювальних головках апаратів ЕДМ використовуються два види соплових пристроїв (Рисунок 1.2).

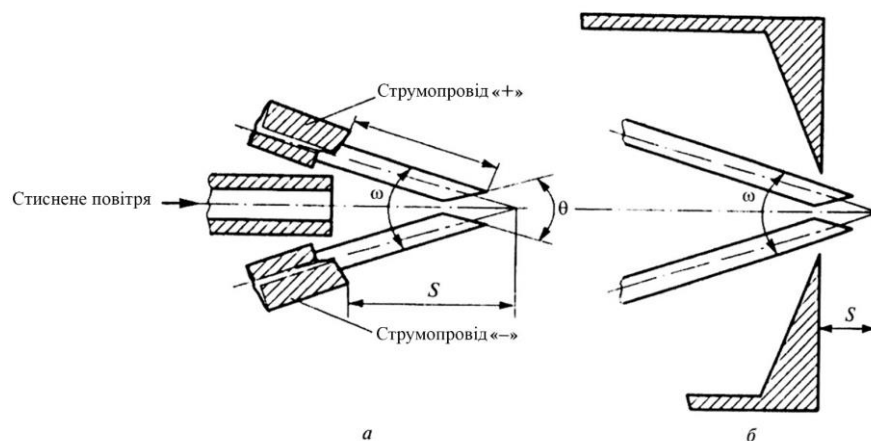


Рисунок 6.2 – Соплові пристрої розпилювачів ЕДМ:

а – з повітряним соплом; б - з гострою кромкою.

Соплова система (Рисунок 6.2, а) конструктивно є простішою, та зручнішою в експлуатації і дозволяє використовувати профільовані сопла. Однак, сопло з гострою кромкою (Рисунок 6.2 б) полегшує досягнення вищевказаних вимог і захищає при роботі конструктивні елементи розпилювальної головки від зовнішнього впливу. У сучасних апаратах ЕДМ використовуються соплові пристрої з гострою кромкою, причому сопло виконується з кераміки, оскільки воно працює в зоні високих температур.

Загальною особливістю струменів металізації порівняно зі струменями інших методів ГТН є те, що струмінь розрізається навпіл поверхнею перетину електродів.

Горизонтальна проекція перерізу показана на рисунку 6.3 а), вертикальна проекція на рисунку 6.3 б). Природно, що при однаковій відносній швидкості розпилення максимальний крок розпилення для покриття однакої товщини у випадку а) буде більшим, ніж у випадку б), а товщина покриття буде меншою. Цей факт може бути використаний для методів розпилення на великих механізованих поверхнях.

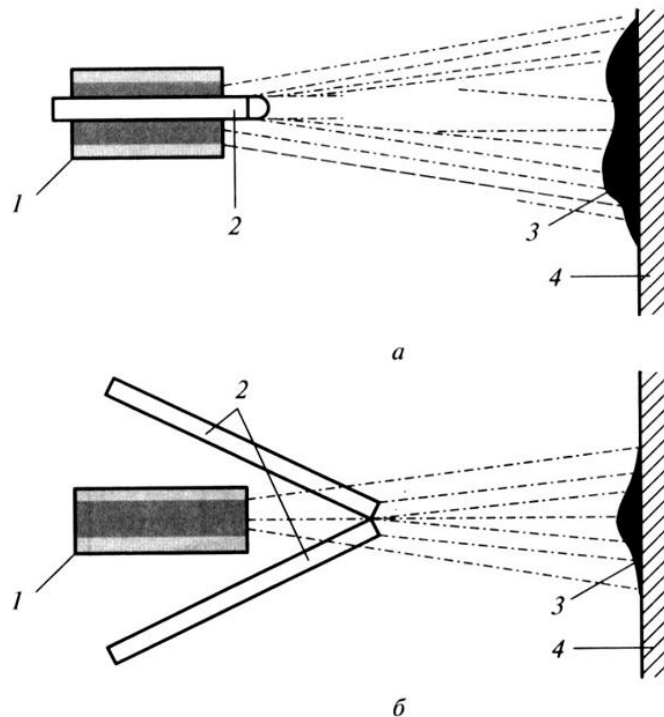


Рисунок 6.3 – Формування шару. Перетин шару:

а – горизонтальна проекція; б – вертикальна проекція.

1 – сопло; 2 – електрод; 3 – переріз шару; 4 – підкладка.

Відновлення деталей за допомогою електродугового напилення включає підготовку поверхні до нанесення покриття, термічне напилення і подальшу механічну обробку. Напилення складається з трьох етапів: переведення електродного дроту в рідку фазу, розпилення розплаву повітряним струменем і формування покриття. Процес плавлення металу електродного дроту характеризується високою температурою горіння електричної дуги, циклічністю та

швидкоплинністю явищ, що протікають у зоні плавлення. При плавленні дроту у процесі електродугового наплення відбуваються такі цикли явищ:

1. Горіння дуги між електродами та плавлення їх;
2. Перший розрив електричного кола електродів;
3. Коротке замикання та подальше плавлення електродів;
4. Іскровий розряд, що запалює нову дугу.

Плавлення матеріалу електрода також відбувається під час горіння та під час короткого замикання дуги. Коли електричний ланцюг електрода переривається, плавлення металу не відбувається. Тривалість кожного з цих циклів становить 1/1000 секунди. Період горіння дуги під час роботи електродугового металізатора на змінному струмі становить 43-49,5% від тривалості циклу для всіх явищ. Тому температура рідкого сплаву відрізняється в різних розглянутих циклах. Найвища температура - під час горіння дуги. Це позитивно впливає на утворення великої кількості дрібних металевих частинок. У той же час, під час короткого замикання температура плавлення нижча, і матеріал ріжеться великими частинками. На структуру і властивості шару сильно впливають швидкість руху частинок, їх маса і розмір, а також температура в польоті. Більшість з цих факторів залежить від режиму металізації електричною дугою.

Швидкість металоповітряного струменя і температура частинок змінюються від зони плавлення до поверхні, яку потрібно відновити (зміцнити). Наприклад, швидкість частинок збільшується від низької початкової швидкості 18,8 м/с до максимального значення, а потім зменшується в міру віддалення джерела тепла. Для сталі швидкість наплення частинок досягає щонайменше 190 м/с.

Кінцева швидкість польоту частинок на відстані 250 мм від сопла металізатора становить близько 85 м/с, а час перебування частинок в повітрі - менше 0,003 секунди. Завдяки високій швидкості і короткому часу польоту розпилені металеві частинки, металеві частинки досягають поверхні деталі в пластичному стані. Наприклад, температура металевих частинок вздовж осі

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

струменя на відстані 50 мм від сопла машини становить 1030°C, а на відстані 200 мм - 900°C.

Висока кінцева швидкість польоту металевих частинок з великою кінетичною енергією сприяє зчепленню частинок з мікронерівностями поверхні заготовки і один з одним. Пластичний стан частинок сприяє збільшенню поверхні контакту. Певний вплив на зниження контактної міцності має окислення поверхні, що зміцнюється, і металевих частинок в польоті і під час нанесення на деталь. Оксиди більш крихкі, ніж метали, і, як відомо, знижують міцність шару покриття. Наприклад, використання азоту як транспортного газу значно підвищує міцність металізаційного покриття завдяки відновленню оксидів. Міцність і стійкість до динамічних навантажень покриттів, отриманих ГТН, є низькою. Також до інших недоліків можна віднести перегрів і окислення напилюваного матеріалу та вигоряння легуючих елементів напилюваного матеріалу. Наприклад, вміст вуглецю в сплаві покриття знижується на 40-60%, а вміст кремнію і марганцю - на 10-15%.

Однак відсутність системних рішень, які запобігають інтенсивному вигоранню легуючих елементів з металу, підвищують концентрацію легуючих елементів і знижують вміст оксидів у покритті, що обмежує широке застосування електродугової металізації. Крім того, комерційне обладнання для металізації в домашніх умовах використовує широкоструменеві пальники, що призводить до коефіцієнта використання матеріалу менше 0,5-0,6 і знижує щільність покриття навколо плями розпилення. Як наслідок, адгезія, когезія та зносостійкість покриття знижуються, що робить його непридатним для наступних застосувань.

6.2 Конструкція колінчастого валу автомобіля

Колінчастий вал — це механічна деталь, яка використовується для перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний. Цей обертальний рух далі досягає маховика і створює необхідний крутний момент, необхідний для його роботи. Він з'єднаний з поршнем за допомогою шатуна. Колінчастий вал є важливою частиною системи передачі потужності двигуна і в основному використовується для приводу різноманітних частин

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

машини, таких як розподільний вал, вентилятор радіатора тощо. Колінчастий вал відповідає за передачу руху розподільному валу, який керує відкриттям і закриттям впускних і випускних клапанів двигуна. Механізм колінчастого вала зазвичай складається з кривошипа та шатунів, прикріплених до шатунів. Колінчастий вал обертається з великою швидкістю; тому на нього діє відцентрова сила. Крім того, поршень і шатун чинять значну силу удару по його поверхні.

Передній кінець колінчастого вала прикріплений до шестерні. Шестерня або зірочка використовується для приводу розподільного вала. Шків, прикріплений до колінчастого вала, відповідає за приведення в дію водяного насоса, вентилятора двигуна або генератора. Призначення вібраційного гасителя, з'єднаного з колінчастим валом, полягає в тому, щоб послабити непотрібне скручування кривошипа та придушити вібрацію в двигуні. Маховик і сальник прикріплені до заднього кінця колінчастого вала. Маховик допомагає колінчастому валу безперервно обертатися з постійною швидкістю, а сальник запобігає розливу та витoku масла. Щоб уникнути подальшої вібрації в системі, колінчастий вал і маховик потрібно балансувати окремо. Це допомагає покращити та підтримувати працездатність машини та зменшити ризик пошкодження чи відмови двигуна. Колінчастий вал знаходиться під постійним циклічним навантаженням під час роботи та під статичним навантаженням у стані спокою. Від матеріалу виготовлення колінчастого вала залежить, наскільки ефективною і надійною буде його робота. При проектуванні колінчастого вала та виборі матеріалу для нього враховуються умови обслуговування. Вибір залежить від таких факторів, як конструкція колінчастого вала, геометрія та тип двигуна. У будь-якому випадку він повинен мати високу міцність

Колінчастий вал складається з наступних компонентів: шийки, щоки, противаги, переднього і заднього торця (хвостовика) основного і шатунного валів, різьбленням для зливу масла і фланцем для кріплення маховика. Шийка шатуна використовується для з'єднання колінчастого вала з шатуном. Шийка головного валу входить до складу підшипників, прикріплених до блоку циліндрів. Щоки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

з'єднують корінь і шийку шатунного валу, утворюючи коліно або кривошип. Противагу, розміщений на колінчастому валі, розвантажує головний підшипник від сил інерції і створюваних ними моментів[15].

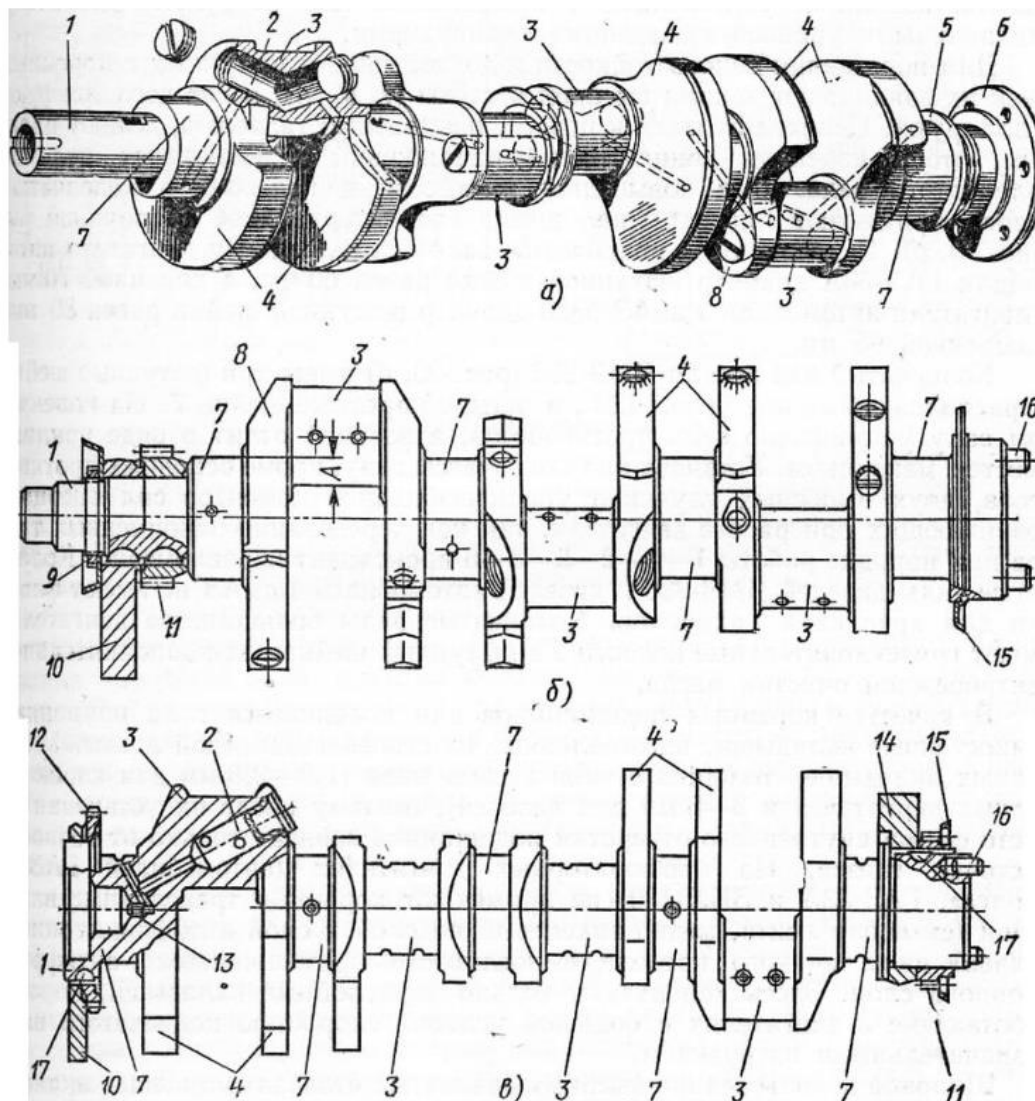


Рисунок 6.3 – Структура колінчастого валу

1 - передній кінець валу; 2 - порожнина в шатунній шийці; 3 - шатунна шийка; 4 - противаги; 5 і 15 - Масловідбивач; 6 - фланець для кріплення маховика; 7 - корінна шийка; 8 - щока; 9 - гайка; 10 - передні знімні противаги; 11 - розподільна шестерня; 12 - шестерня приводу масляного насоса; 13 - гвинт; 14 - знімна противага; 16 - установчі штифти; 17 – шпонка

Для підвищення зносостійкості і довговічності шатунних і корінних шийок їх гартують струмами високої частоти, після чого шліфують і полірують.

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

Корінні шийки колінчастого вала слугують не тільки віссю, але також і опорою всього кривошипно-шатунного механізму. Навантаження від колінчастого вала передаються двигуну через корінні шийки, які спираються на корінні підшипники, закладені в картер мотора.

Існує два види колінчастих валів, що відрізняються за типом опори:

- Повністю опорні. У таких валах корінних шийок більше, ніж шатунних, при цьому корінні шийки розташовані по обидва боки шатунних шийок, чергуючись з ними (і корінних шийок на одну більше, ніж шатунних);
- Неповністю опорні. У таких колінчастих валах корінних шийок менше, ніж шатунних, при цьому з обох сторін щоки може бути дві зміщених на певний кут шатунних шийки.

Неповністю опорні колінчасті вали мають більш просту конструкцію, проте вони через меншу кількість точок опори напроти картеру повинні бути більш жорсткими і міцними, а значить - і більш важкими. Тому сьогодні більшого поширення набули повністю опорні колінчасті вали, які при більш складному виробництві виходять більш легкими і надійними[**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

Виділяють наступні технології виготовлення колінчастих валів[**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

1. Кування: для виготовлення кованих колінчастих валів металеву заготовку нагрівають, щоб вона стала м'якою, а потім проковують між штампами для набуття форми колінчастого вала. Процес кування здійснюється поетапно. Ковані колінчасті вали мають більш однорідну зернисту структуру. Різні внутрішні дефекти сировини усуваються в процесі кування. Колінчасті вали, підготовлені з поковки, мають високу щільність і міцність.

2. Зварні: у цьому методі компоненти колінчастого вала виготовляються окремо шляхом кування або лиття, а потім з'єднуються за допомогою зварювання під флюсом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Лиття: лиття здійснюється шляхом заливання розплавленого металу у форму. Тут лиття використовується для отримання основної форми колінчастого вала. Потім його обробляють, щоб отримати фактичні розміри шатунної цапфи та головних шийок. Ці колінчасті вали мають легку вагу в порівнянні з кованими колінчастими валами.

4. Механічна обробка: колінчасті вали також готуються шляхом механічної обробки необробленої заготовки матеріалу в кінцевий колінчастий вал. Ці колінчасті вали дорогі через велику кількість механічної обробки та вартість додаткового матеріалу, видаленого під час обробки.

6.3 Аналіз літератури в напрямку дослідження електродугової металізації для зміцнення автомобільних деталей

Зміни властивості поверхні можна досягти шляхом нанесення додаткових покриттів. В напрямку зміцнення деталей методом електродугової металізації ведуться активні дослідження. Автори дослідження [Помилка! Джерело посилання не знайдено.] зазначають про високу продуктивність використання методу, яка становила 50 кг/г, проте серед недоліків у дослідженні зазначалось про відносну низьку щільність 60-70% і міцність зчеплення яка знаходиться в діапазоні 20-30 МПа.



Рисунок 6.4 – Мікроструктура покриття з порошкового дроту [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Результати інших авторів свідчать про позитивний вплив процесу електродугової металізації за використання методики Бокса-Уілсона при відновлення колінчастого валу, оцінка оптимізації проводилась на основі аналізу значення сили адгезійного зчеплення з матеріалом основи.

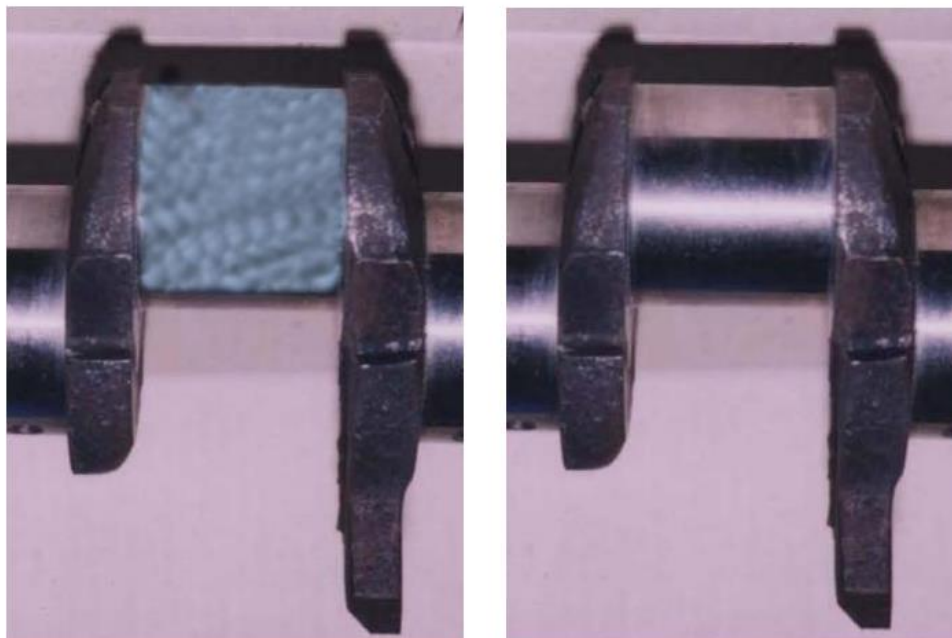


Рисунок 6.5 – Результат відновлення колінчастого валу методом електродугової металізації[4]

Дослідження мікротвердості та зносостійкості покриттів, отриманих за допомогою методу електродугової металізації, є важливим етапом у визначенні їхньої ефективності та застосовності в різноманітних умовах. Мікротвердість вказує на ступінь стійкості матеріалу до подряпин та зносу, що важливо для передбачення тривалості служби покриття. Зносостійкість визначає здатність матеріалу витримувати тертя та абразивні впливи, що має критичне значення для захисту поверхні від механічних пошкоджень. Проведення таких досліджень надає важливу інформацію для розробки та вдосконалення покриттів, підвищуючи їхню якість та витривалість у різних умовах експлуатації.

Вибір порошку для нанесення покриття є ключовим етапом у процесі електродугової металізації, оскільки це безпосередньо впливає на властивості та якість отриманого шару. Різні порошки мають різні характеристики, такі як твердість, стійкість до корозії та зносу. Вибір оптимального порошку залежить від

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

конкретних умов експлуатації та вимог щодо функціональності покриття. Правильний вибір порошку дозволяє досягти високої ефективності покриття, забезпечуючи необхідну міцність та стійкість в конкретних середовищах.

6.4 Установа для проведення електродугової металізації УПУ-3Д

Під час проведення досліджень з нанесення композитного матеріалу на робочі поверхні колінчастого валу використовували універсальну установку плазмового напилення УПУ-3Д.

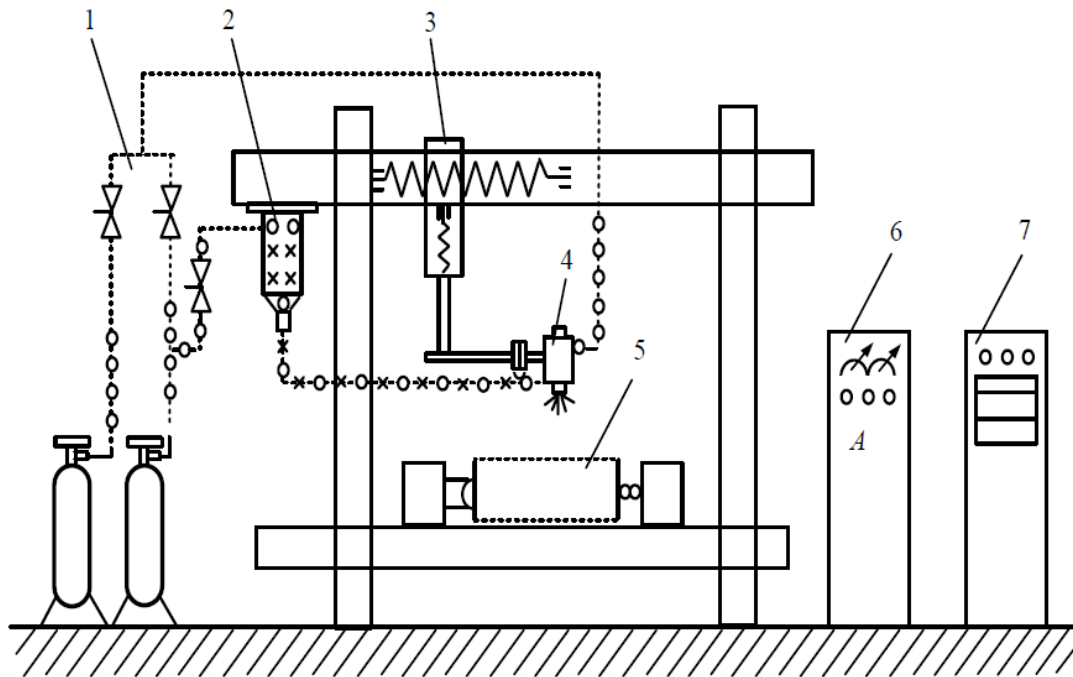


Рисунок 6.6 – Принципова схема установки плазмового напилення УПУ-3Д

1 - система газоживлення; 2 - механізм подачі;

3 - механізм переміщення розпилювача; 4 - плазмотрон ПП-50;

5 - деталь напилення і механізм її обертання;

6 - шафа управління; 7 - джерело живлення

Як плазмоутворювальні гази при нанесенні покриттів на установці УПУ-3Д газів при нанесенні покриттів на установці УПУ-3Д застосовують аргон.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 62 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики установки УПУ-3Д

| Найменування параметра | Значення |
|--|-----------------------|
| Габаритні розміри комплексу Д×Ш×В, мм | 2500×1500×1700 |
| Вага комплексу, кг | не більше 1200 |
| Товщина напилюваних покриттів, мм | 0,05-5,0 |
| Міцність зчеплення напиленого покриття з підкладкою для металевих покриттів, МПа | до 100 |
| Фракція напилюваних порошкових матеріалів, мкм | 40-160 |
| Напилювані матеріали | метали, кераміка |
| Регулювання струму дуги плазмотрона | плавне |
| Межі регулювання струму плазмотрона, А | 200-400 |
| Межі регулювання напруги плазмотрона, В | 30-70 |
| Номинальна потужність плазмотрона, кВт | 25 |
| Максимально споживана потужність комплексу, кВт | 40 |
| Напруга живлення комплексу, В | 380 |
| Плазмоутворювальні гази та суміші | Аргон, аргон + водень |
| Витрата плазмоутворювальних газів, м3/год | 0,9-1,5 |
| Система охолодження водою по замкнутому контру | автономна |
| Витрата охолоджувальної води, л/хв | 6-10 |
| Тиск води в системі охолодження, кгс/см ² | 3,0-4,5 |
| Продуктивність напилення, кг/год: кераміка (оксиди металів) 2 метали | 2 4 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 63 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 6.7 – Зовнішній вигляд комплексу УПУ-3Д

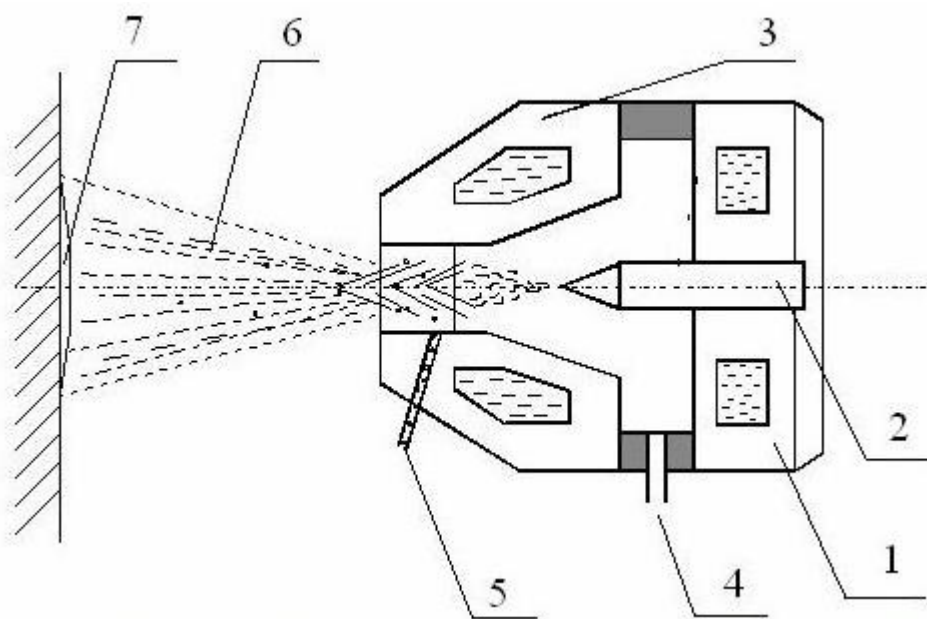


Рисунок 6.8 – Модель плазмотрона.

1 - корпус плазмотрона; 2 - вольфрамовий електрод; 3 - охолоджуваний анод; 4 - канал подачі газу; 5 - канал подачі порошку; 6 - плазмовий струмінь; 7 - поверхня, що напилюється.

Під час підбору композитного матеріалу для відновлення робочих поверхонь валу керувалися такими міркуваннями та висновками.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Сформоване покриття з композитного матеріалу має володіти високою зносостійкістю і міцністю зчеплення покриття з основою, оскільки розроблювану технологію планується використовувати для підвищення якості поверхонь деталей під час їх відновлення. Крім того, необхідно враховувати вартість матеріалу і досвід використання композитних покриттів зі схожим набором хімічних елементів.

Міцність зчеплення покриття з основою є однією з основних властивостей, яка характеризує якість нанесеного покриття. Фізичні основи міцності зчеплення визначаються головним чином дифузійними процесами з'єднання матеріалу підкладки і напилюваного матеріалу.

Згідно з дослідженнями, елементи, що входять до складу самофлюсуючого порошку ПР-НХ17СР4, під час їхнього осадження на поверхню деталі та формування функціонального шару забезпечують Cr (хром) - збільшує стійкість до різних видів корозії й окиснення, з одночасним збільшенням твердості покриття за рахунок формування твердих фаз; В (бор) - сприяє формуванню твердих фаз, тим самим підвищуючи твердість покриття; Si (кремній) - застосовується для забезпечення самофлюсуючих властивостей покриття, що наноситься; С (вуглець) - утворює карбіди з підвищеною твердістю, що забезпечує зносостійкість покриття.

Таблиця 6.2 – Хімічний склад самофлюсуючого сплаву ПР-НХ17СР4

| Масова частка елемента, % | |
|---------------------------|--------|
| Нікель (Ni) | основа |
| Вуглець (C) | 1,0 |
| Хром (Cr) | 17,0 |
| Кремній (Si) | 4,1 |
| Бор (B) | 3,6 |
| Залізо (Fe) | ≤ 5,0 |

Для досягнення необхідної зносостійкості відновлюваних поверхонь, адгезії та когезії сформованого покриття, а також усунення наявних технологічних недоліків самофлюсуючого порошку ПР-НХ17СР4 було прийнято рішення в

якості наповнювача використовувати карбід титану, термодинамічні властивості якого наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Термодинамічні властивості TiC

| Параметри TiC | |
|---|----------|
| Температура плавлення, °C | 3260±150 |
| Теплота утворення з елементів, кДж/К | 183,7 |
| Ентропія, кДж/(К×моль) | 24,3±0,4 |
| Зміна вільної енергії утворення з елементів, кДж/(К×моль) | 236,8 |
| Теплоємність, Дж/(К×моль) | 50,57 |
| Температура кипіння, °C | 4300 |
| Теплопровідність, Вт/мК | 39,7 |

6.5 Дослідження зносостійкості отриманого покриття

Дослідження зносостійкості при використанні методу електродугової металізації визначає не лише тривалість служби покриття, але й його вплив на загальну ефективність роботи обладнання. Врахування факторів, які впливають на опір зношуванню, дозволяє уникнути негативних наслідків, таких як втрата матеріалу та зменшення продуктивності системи. Проводячи аналіз зносу досліджуваних покриттів, можна стверджувати, що зносостійкість композитного покриття ПР-НХ17СР4+23,5 %TiC перевершує аналогічний показник у покриття ПР-НХ17СР4 у 2,52 раза, покриття ПР-НХ17СР4+18 %TiC у 1,79 раза, у покриття ПР-НХ17СР4+30 %TiC у 1,25 рази.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 6.4 Результати визначення зносостійкості отриманого покриття

| Матеріал покриття | Маса зразка до випробування, г | Час випробування, хв | Маса зразка після випробування, г | Втрата маси, г | Середня втрата маси, г | Відносна зносостійкість |
|---------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| Сталь 20Х | 102.71 | 10 | 102.639 | 0.071 | 0.071 | 1 |
| | 103.44 | | 103.37 | 0.07 | | |
| | 104.31 | | 104.238 | 0.072 | | |
| ПР-НХ17СР4 | 107.86 | 10 | 107.806 | 0.054 | 0.053 | 1.349 |
| | 108.62 | | 108.568 | 0.052 | | |
| | 102.34 | | 102.285 | 0.055 | | |
| ПР-НХ17СР4+18%ТіС | 105.66 | 10 | 105.613 | 0.047 | 0.046 | 1.901 |
| | 104.28 | | 104.232 | 0.048 | | |
| | 107.83 | | 107.785 | 0.045 | | |
| ПР-НХ17СР4+23,5%ТіС | 108.24 | 10 | 108.212 | 0.028 | 0.026 | 3.397 |
| | 109.83 | | 109.806 | 0.024 | | |
| | 110.25 | | 110.223 | 0.027 | | |
| ПР-НХ17СР4+30%ТіС | 110.87 | 10 | 110.838 | 0.032 | 0.033 | 2.726 |
| | 108.63 | | 108.595 | 0.035 | | |
| | 107.27 | | 107.237 | 0.033 | | |

Проводячи аналіз зносу досліджуваних покриттів, можна стверджувати, що зносостійкість композитного покриття ПР-НХ17СР4+23,5 %ТіС перевершує аналогічний показник у покриття ПР-НХ17СР4 у 2,52 раза, покриття ПР-НХ17СР4+18 %ТіС у 1,79 раза, у покриття ПР-НХ17СР4+30 %ТіС у 1,25 раза. Такий екстремальний характер залежності зносостійкості композитного покриття від вмісту в ньому наповнювача у вигляді ТіС можна пояснити наступним чином. Використання добавок ТіС у покритті дає змогу зменшити залишкові напруження в них, що призводять до руйнування при застосуванні сумішей стандартних порошків. Однак за значного вмісту ТіС у порошку, що подається до напилення, спостерігається зниження зносостійкості покриття. Отримані результати можна пояснити тим, що неповне проплавлення частинок через значну різницю їхньої

теплоємності відносно порошку, що формує матрицю, призводить до збільшення пористості. Тим самим знижується мікротвердість покриття і його зносостійкість.

6.6 Дослідження мікротвердості покриттів

Таблиця 6.5 – Результати вимірювань мікротвердості

| Відстань від поверхні, мм | ПР-НХ17СР4, ГПа | ПР-НХ17СР4 + TiC, ГПа | |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|------------|
| | | леговані | композитні |
| 0,05 | 10,57 | 12,14 | 15,11 |
| 0,1 | 10,61 | 12,21 | 15,08 |
| 0,15 | 10,55 | 11,98 | 14,91 |
| 0,2 | 10,46 | 11,59 | 14,77 |
| 0,25 | 10,18 | 11,27 | 14,63 |
| 0,3 | 9,93 | 11,02 | 14,22 |
| 0,35 | 9,51 | 10,64 | 13,98 |
| 0,4 | 8,78 | 10,26 | 13,74 |
| 0,45 | 7,82 | 9,82 | 13,41 |
| 0,5 | 7,02 | 9,23 | 13,23 |
| 0,55 | 6,12 | 8,48 | 12,96 |
| 0,6 | 5,41 | 7,61 | 12,28 |
| 0,65 | 4,82 | 6,62 | 11,89 |
| 0,7 | 3,74 | 5,93 | 11,12 |
| 0,75 | 3,08 | 5,24 | 10,74 |
| Середнє | 7,91 | 9,60 | 13,47 |

На рисунку 6.9 представлена графічна інтерпретація проведених досліджень. З рисунка видно, що мікротвердість усіх типів покриттів зменшується за глибиною шару. На графіку представлено апроксимаційні залежності зміни мікротвердості для кожного з досліджуваних типів покриття.

Аналіз даних (таблиця 4.3) дає змогу побачити, що мікротвердість композитних покриттів із ПР-НХ17СР4 + ТіС у 1,4 раза вища, ніж мікротвердість легованих покриттів ПР-НХ17СР4 + ТіС і в 1,7 раза вища, ніж мікротвердість стандартних покриттів ПР-НХ17СР4. Це пояснюється наявністю твердих включень ТіС у покритті.

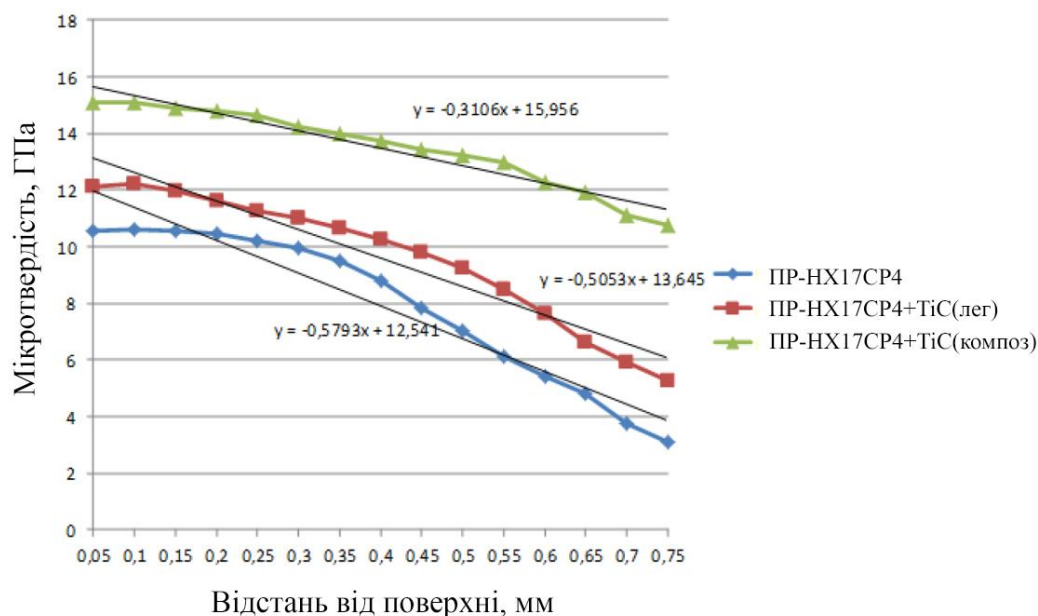


Рисунок 6.9 – Графічна інтерпретація проведених досліджень мікротвердості покриттів

З графіка, зображеного на рисунку 4.1, видно, що найкращою рівномірністю мікротвердості покриття залежно від його товщини володіє композитне покриття з ПР-НХ17СР4+ТіС. Порівняно з ним, швидкість зміни мікротвердості залежно від його товщини вища у легованих покриттів ПР-НХ17СР4+ТіС у 1,64 раза, а у стандартних покриттів ПР-НХ17СР4 у 1,87 раза.

Високе значення мікротвердості та її малу швидкість падіння за глибиною шару покриття можна пояснити наявністю локальних матриць наклепу в покритті, створюваними включеннями ТіС. Крім того, нещільне пакування структури покриття сприяє утворенню значної кількості оксидів, які на практиці дають додатковий внесок у збільшення загальної мікротвердості покриття.

6.6 Економічне обґрунтування застосування процесу електродугової металізації

Проведення техніко-економічного розрахунку процесу електродугової металізації є ключовим етапом у вирішенні завдань ефективного виробництва. Це дозволяє об'єктивно оцінити вартість процесу, враховуючи витрати на матеріали, працю, енергію та обладнання. Такий аналіз допомагає здійснити оптимальний вибір технології, визначити економічну доцільність виробництва та забезпечити раціональне використання ресурсів у контексті виробничих потреб та ринкових умов.

В рамках визначення собівартості відновленого валу (готової одиниці продукту) проводився розрахунок за кількістю витрачених матеріалів на його обробку (порошок ПР-НХ17СР4 і порошок ТіС).

Вартість порошку для напилення – 300 грн.

Витрати на електроенергію ЕЕ (у.о.) можна розрахувати за формулою:

$$V_{\text{ел}} = \frac{M \cdot T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{\eta} \cdot C_{\text{ел}} \quad (6.1)$$

де М – сумарна потужність електродвигунів на ділянці напилення (25 кВт); Т - термін роботи обладнання (5 год); К1 - комплексний коефіцієнт, що враховує використання електродвигуна за потужністю і за часом (0,7); К2 - коефіцієнт завантаження обладнання (0,8); К3 - коефіцієнт, що враховує втрати в мережі (1,05). $C_{\text{ел}}$ - вартість електроенергії для побутових споживачів становить 7,92 грн. η - ККД електродвигунів (0,8).

Підставивши значення отримаємо:

$$V_{\text{ел}} = \frac{25 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,05}{0,8} \cdot 7,92 = 727 \text{ грн}$$

Окремим пунктом потрібно розрахувати фонд заробітної плати всіх категорій робітників.

Заробітна плата інженера з проведення відповідних робіт – 12 000 грн

Заробітна плата допоміжних працівників 9000 грн.

Таким чином витрати на заробітну плату становитимуть:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$B_{3П} = 12000 + 9000 \cdot 2 = 30\ 000 \text{ грн/міс}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7 Техніко-економічні показники пректу

7.1 Виробнича програма АТП

Розрахунки проводимо згідно методичних вказівок [23].

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

$$АД = АС \cdot Дк, \quad (7.1)$$

де Дк - календарна кількість днів за рік.

$$АД1 = 38 \cdot 365 = 13870 \text{ авт.-днів.}$$

7.1.2 Автобусодні роботи АД_р, авт.-дні, обчислюємо за формулою:

$$АД_р = АС \cdot Дк \cdot а_в, \quad (7.2)$$

де а_в - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію.

$$АД_{р1} = 13870 \cdot 0,962 = 13342,94 \text{ авт.-днів,}$$

7.1.3 Автомобілегодини роботи АГ_р, авт.-год, обчислюємо за формулою:

$$АГ_р = АД_р \cdot Т_н, \quad (7.3)$$

де Т_н - час в наряді, год; приймаємо за даними підприємства 12 год.

$$АГ_{р1} = 13342,94 \cdot 12 = 160115 \text{ авт.-год,}$$

7.1.4 Загальний пробіг автотранспортних засобів L_{ЗАГ}, км, обчислюємо за формулою:

$$L_{ЗАГ} = АД_р \cdot L_{СД}, \quad (7.4)$$

де L_{СД} - середньодобовий пробіг автотранспортного засобу, км

$$L_{ЗАГ 1} = 13342,94 \cdot 135 = 1801297 \text{ км,}$$

Всього по підприємству: L_{ЗАГ} = 2605648,86 км.

7.1.5 Загальний продуктивний пробіг всіх автобусів:

$$L_в = \sum L_{заг} \cdot \beta \quad (7.5)$$

де β - коефіцієнт використання пробігу.

$$L_{в1} = 1801297 \cdot 0,9 = 1621167,21 \text{ км.}$$

7.1.6 Кількість їздок з пасажирами:

$$\eta_{їзд} = L_в / l_{сер}. \quad (7.6)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 72 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $l_{\text{сер.їзд}}$ - середня відстань їздок з пасажирями, км

$$\eta_{\text{їзд}} l = 1621167,21/5 = 324233,44,$$

7.1.7 Річний обсяг перевезення пасажирями, чол.:

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

де q - пасажиромісткість одного автобуса даної марки,

γ - коефіцієнт використання пасажиромісткості.

$$Q_1 = 324233,44 \cdot 106 \cdot 0,9 = 20621246,91 \text{ пас,}$$

7.1.8 Загальний пасажирооборот, ткм:

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

$$P_1 = 20621246,91 \cdot 5 = 103106234,56 \text{ паскм,}$$

7.2 Витрати на експлуатацію рухомого складу транспортної дільниці

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

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

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 автобусів, P_e , л, обчислюємо за формулою:

$$P_e = P_L \quad (7.10)$$

де P_L , - витрати палива на пробіг, л;

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

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

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

$$P_{L1} = 32 \cdot \frac{1801297}{100} = 576415,01 \text{ л,}$$

7.2.1.3 Надбавки за роботу в зимовий період P_3 , л, обчислюємо за формулою:

$$P_3 = P_e \cdot H_{\text{пз}} \cdot \frac{M_3}{12} \quad (7.12)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 73 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $H_{ПЗ}$ - зимова надбавка, % $H_{ПЗ}=10\%$;

M_3 - кількість зимових місяців, $M_3=3$.

$$P_3 = 576415,01 \cdot 0,1 \cdot \frac{3}{12} = 14410,38 \text{ л.}$$

7.2.1.4 Затрати на внутрішньо гаражні потреби $P_Г$, л, обчислюємо за формулою:

$$P_Г = 0,005 \cdot (P_e + P_3) \quad (7.13)$$

$$P_Г 1 = 0,005 \cdot (576415,01 + 14410,38) = 2954,13 \text{ л,}$$

7.2.1.5 Загальна потреба в паливі $P_{заг}$, л, становитиме:

$$P_{заг} 1 = 593779,51 \text{ л}$$

7.2.1.6 Загальні затрати на паливо $Z_П$, грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_П = P_{заг} \cdot Ц_П, \quad (7.14)$$

де $Ц_П$ - ціна за 1 л ДП, 25 грн.

$$Z_{П1} = 593779,51 \cdot 52 = 14844487,75 \text{ грн.}$$

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:

$$M_{ДВ} = \frac{P_{заг} \cdot H_{МДВ} \cdot \rho_M}{100 \cdot 1000} \quad (7.15)$$

де $P_{заг}$ - загальна витрата палива, л;

$H_{МДВ}$ - норма витрати оливи на 100 л палива;

ρ_M - густина моторної оливи, $\rho_M = 850 \text{ кг/м}^3$

$$M_{ДВ} 1 = \frac{593779,51 \cdot 2,8 \cdot 850}{100 \cdot 1000} = 14880,11 \text{ л,}$$

7.2.2.2 Сума витрат на моторну оливу $Z_{МДВ}$, грн, обчислюємо за формулою:

$$Z_{МДВ} = 1,05 \cdot M_{ДВ} \cdot Ц_M \quad (7.16)$$

де $Ц_M$ - Ціна 1 л оливи, приймаємо 35 грн.

$$Z_{МДВ} 1 = 1,05 \cdot 14880,11 \cdot 35 = 546844,21 \text{ грн.}$$

7.2.2.3 Загальна потреба трансмісійної оливи $M_{тр}$, л, обчислюємо за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 74 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$M_{mp} = \frac{\Pi_{zag} \cdot H_{MTP} \cdot \rho_{MTP}}{100 \cdot 1000} \quad (7.17)$$

де H_{MTP} - норма витрати трансмісійної оливи на 100 л палива, 0,4л;

ρ_{MTP} - густина трансмісійної оливи, $\rho_{MTP} = 910$ кг/м.

$$M_{TP1} = \frac{593779,51 \cdot 0,4 \cdot 910}{100 \cdot 1000} = 2161,36 \text{ кг.}$$

7.2.2.4 Суму витрат на трансмісійні оливи $З_{MTP}$, грн, обчислюємо за формулою:

$$З_{MTP} = 1,05 \cdot M_{TP} \cdot Ц_{MTP} \quad (7.18)$$

де $Ц_{MTP}$ - ціна за 1 кг трансмісійної оливи, 45 грн.

$$З_{MTP1} = 1,05 \cdot 2161,36 \cdot 45 = 102124,14 \text{ грн,}$$

7.2.2.5 Загальну потребу в пластичних мастилах M_{nl} , кг, обчислюємо за формулою:

$$M_{nl} = \frac{\Pi_{zag} \cdot H_{Mnl}}{100} \quad (7.19)$$

де H_{Mnl} , - норма витрати пластичного мастила на 100 л палива, 0,3 л;

$$M_{nl1} = \frac{593779,51 \cdot 0,3 \cdot 925}{100 \cdot 1000} = 1647,74 \text{ л,}$$

7.2.2.6 Суму витрат на пластичні мастила $З_{Mnl}$, грн, обчислюємо за формулою:

$$З_{Mnl} = 1,05 \cdot M_{nl} \cdot Ц_{Mnl}, \quad (7.20)$$

де $Ц_{Mnl}$ - ціна за 1 кг пластичного мастила, 40 грн,

$$З_{Mnl1} = 1,05 \cdot 1647,74 \cdot 40 = 52942,76 \text{ грн.}$$

7.2.2.7 Витрати на обтирочні матеріали $З_{обт}$, грн., обчислюємо за формулою:

$$З_{обт} = A_c \cdot M_{обт} \cdot Ц_{обт}, \quad (7.21)$$

де $Ц_{обт}$ - ціна за 1 кг обтирочних матеріалів, $Ц_{обт} = 5$ грн;

$M_{обт}$ - потреба в обтирочних матеріалах на один автомобіль, $M_{обт} = 26$ кг.

$$З_{обт1} = 26 \cdot 38 \cdot 5 = 4940 \text{ грн,}$$

7.2.2.8 Загальні витрати на гас $З_{гас}$, грн, обчислюємо за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 75 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Z_{зас} = P_{зас} \cdot \frac{0,5}{100} \cdot C_{зас} \quad (7.22)$$

де $C_{зас}=6$ грн. - ціна одного літру гасу.

$$Z_{зас1} = 593779,51 \cdot \frac{0,5}{100} \cdot 10 = 17813,39 \text{ грн,}$$

7.2.2.9 Загальні витрати на паливно-мастильні матеріали, $Z_{мзаг}$, грн, обчислюються за формулою:

$$Z_{мзаг} = Z_{дв+} + Z_{мпр+} + Z_{мпл+} + Z_{обг+} + Z_{гас} \quad (7.23)$$

$$Z_{мзаг1} = 740926,73 \text{ грн,}$$

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:

$$N_{ш} = L_{зал} \cdot P_{ш} \cdot \frac{K_{ш}}{L_{ш.н}} \quad (7.24)$$

де $P_{ш}$ - кількість шин на один АТЗ; 4 штук

$K_{ш}=1,1$ - коефіцієнт, що враховує пробіг шин понад встановлену норму пробігу;

$L_{ш.н}$ - норма амортизаційного пробігу шин, приймаємо 60000 км

$$N_{ш1} = 1801297 \cdot 6 \cdot 1,1 / 100000 = 118,89 \text{ шт.}$$

7.2.3.2 Витрати на шини $Z_{ш}$, грн, обчислюється за формулою:

$$Z_{ш} = N_{ш} \cdot C_{ш} \cdot 1,05 \quad (7.25)$$

$C_{ш}$ - ціна однієї шини, грн, приймаємо 3000 грн і 6000 грн відповідно.

$$Z_{ш1} = 118,89 \cdot 3000 \cdot 1,05 = 374489,63 \text{ грн,}$$

7.2.4 Розрахунок витрат на ТО і поточний ремонт

7.2.4.1 Витрати на заробітну плату ремонтних робітників, грн, обчислюється за формулою:

$$Z_{зн} = K_1 \cdot H_{зн} \cdot \frac{L_{зас}}{1000}, \quad (7.26)$$

де $H_{зн}$ - норма витрат на зарплату ремробітникам, на 1000 км пробігу, грн;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 76 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$З_{зп} = 1,25 \cdot 79,2 \cdot 1801297 / 1000 = 178328,39 \text{ грн,}$$

7.2.4.2 Витрати на запасні частини для поточного ремонту, грн,
обчислюється за формулою:

$$З_{зч} = K_1 \cdot H_{зч} \cdot \frac{L_{заг}}{1000} \quad (7.27)$$

де $H_{зч}$ - норма витрати запчастин для ПР на 1000 км. пробігу, грн,
 K_1 - коефіцієнт зниження норм витрат при роботі автомобіля на дорогах
певної категорії $K_1 = 1,25$.

$$З_{зч} = 1,25 \cdot 78,4 \cdot \frac{1801297}{1000} = 176527,10 \text{ грн,}$$

7.2.4.3 Витрати на матеріали для ТО і поточного ремонту, грн,
обчислюються за формулою:

$$З_{м} = K_1 \cdot H_{м} \cdot \frac{L_{заг}}{1000} \quad (7.28)$$

де $H_{м}$ - норма витрат матеріалів для ТО і ПР на 1000 км пробігу, грн..

$$З_{м} = 1,25 \cdot 82,71 \cdot \frac{1801297}{1000} = 186231,58 \text{ грн}$$

7.2.4.4 Разом витрати на ТО і ПР рухомого складу обчислюємо за
формулою:

$$З_{ТОіПР} = З_{зп} + З_{зч} + З_{м} \quad (7.29)$$

$$З_{ТОіПР} = 778722,80 \text{ грн.}$$

7.2.5 Амортизація рухомого складу

7.2.5.1 Амортизація рухомого складу, грн, обчислюється за формулою:

$$A = \frac{C_{зал} \cdot A_c \cdot H_a}{100} \quad (7.30)$$

де $C_{зал}$ - залишкова вартість автомобіля, грн;

A_c - спискова кількість автомобілів, шт;

H_a - норма амортизації, 20%.

$$A = \frac{3600000 \cdot 56 \cdot 20}{100} = 40320000,0 \text{ 0 грн}$$

7.3 Розрахунок фонду оплати праці

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 77 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Чисельність працівників приймаємо з технологічного розрахунку.

7.3.1 Заробітна плата водіїв обчислюється за формулою:

$$ЗП_{год} = АГ_p \cdot C_{год} \quad (7.31)$$

де $АГ_p$ - години роботи автомобіля, авт.-год;

$C_{год}$ -годинна тарифна ставка водіїв ІІІ-го класу.

$$ЗП_{год} = 160115 \cdot 60 = 9606916,80 \text{ грн,}$$

7.3.2 Надбавки за класність, грн, обчислюємо за формулою:

$$H_{кл} = ЗП_{год} \times \left(\frac{Частка2кат}{100} \times 0,1 + \frac{Частка1кат}{100} \times 0,25 \right), \quad (7.32)$$

де $Частка2кат_1 = 70$, $Частка1кат_1 = 30$.

$$H_{кл1} = 9606916,80 \cdot \left(\frac{70}{100} \cdot 0,1 + \frac{30}{100} \cdot 0,25 \right) = 1393002,94 \text{ грн.,}$$

7.3.3 Річний фонд оплати праці водіїв, грн..

$$ФОП_{водіїв} = (ЗП_{год} + H_{кл} + 0,2 \times ЗП_{год}) \times 1,08, \text{ грн..} \quad (7.33)$$

$$ФОП_{водіїв} = 20579016,74 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річного фонду оплати праці зводимо в таблицю.

Таблиця 7.1 - Результати розрахунку ФОП

| Категорії працівників | Кількість, чол. | Тарифний річний фонд зарплати (оклад) | Надбавки за класність | Інші доплати та премії | Всього виплат | Резерв відпустки | Всього річний фонд оплати праці | Середньомісячна ЗП |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|------------------|---------------------------------|--------------------|
| Водії | 127 | 30351297,60 | 4400938,15 | 6070259,52 | 40822495,27 | 3265799,62 | 44088294,89 | 23507,44 |
| Ремонтні робітники | 32 | 5030740,74 | - | 1006148,15 | 6036888,89 | 482951,11 | 6519840,00 | 21560 |
| АУП | 29 | 4135185,19 | - | 827037,04 | 4962222,22 | 396977,78 | 5359200 | 25400 |
| Допоміжні робітники | 7 | 792592,59 | - | 158518,52 | 951111,11 | 76088,89 | 1027200 | 18560 |
| Служба експлатації | 6 | 987962,96 | - | 197592,59 | 1185555,56 | 94844,44 | 1280400,00 | 19700 |

7.4 Розрахунок собівартості послуг

Згідно даних підприємства % накладних витрат становить 10% від прямих витрат.

Калькуляція собівартість транспортних послуг наведено в таблиці 7.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 78 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 7.2 - Калькуляція собівартість транспортних послуг з урахуванням даних БР.АТ-91.00.00.000 ПЗ

| Назва статей витрат | Загальна сума витрат, грн. |
|---|----------------------------|
| Заробітна плата водіїв основна і додаткова | 44088294,89 |
| Нарахування на соцстрахування та інші фонди | 16947540,56 |
| Паливо та електроенергія | 110819980,45 |
| Масильні матеріали | 1261932,09 |
| Знос та ремонт шин | 1432581,38 |
| Технічне обслуговування та ремонт | 1551032,49 |
| Амортизація | 85680000,00 |
| Разом прямі витрати | 261781361,85 |
| Накладні витрати | 26178136,18 |
| Собівартість | 287959498,03 |

7.5 Визначення прибутку підприємства

7.5.1 Дохід підприємства, грн, обчислюється за формулою:

$$D = C_{\text{паскм}} \cdot P_{\text{паскм}}, \quad (7.34)$$

де $C_{\text{паскм}}$ - ціна 1 пас·км пробігу АТЗ, грн.; за даними підприємства середній тариф 1,10 грн/пас·км.

$$D = 299433961,67 \cdot 1,10 = 329377357,84 \text{ грн}$$

7.5.2 Загальний прибуток автоколонии обчислюється за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \Sigma D - S, \quad (7.35)$$

$$P_{\text{заг}} = 329377357,84 - 287959498,03 = 41417859,81 \text{ грн}$$

7.5.3 Чистий прибуток підприємства, грн, обчислюється за формулою:

$$P_{\text{чист}} = P_{\text{заг}} - 0,25 \cdot P_{\text{заг}} \quad (7.36)$$

де 0,25 – відсоток податку на прибуток.

$$P_{\text{чист}} = 41417859,81 - 0,25 \cdot 41417859,81 = 31063394,86 \text{ грн}$$

10.5.4 Рентабельність перевезень, %, обчислюється за формулою:

$$R = \frac{P_{\text{заг}}}{S} \cdot 100\% \quad (7.37)$$

$$R = 31063394,86 / 287959498,03 \cdot 100\% = 14,38\%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 79 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7.5 Розрахунок економічного ефекту та показників ефективності проекту

Таблиця 7.3 - Кошторис додаткових капіталовкладень з урахуванням даних БР.АТ-91.00.00.000 ПЗ

| Показник | Загальна сума витрат, грн. |
|---|----------------------------|
| Будівництво і реконструкція будівель і споруд | 1784500 |
| Придбання виробничого інструменту | 1623000 |
| Виготовлення пристрою | 8730 |
| Всього | 3416230 |

7.6.1 Величина річного економічного ефекту, грн, визначається за формулою:

$$E_p = \left(\left(\frac{C_{\text{баз.}}}{P_p^{\text{баз.}}} \right) - \left(\frac{C_{\text{пр.}}}{P_p^{\text{пр.}}} + E_H \cdot \frac{\Delta KB}{P_p^{\text{пр.}}} \right) \right) \cdot P_p^{\text{пр.}} \quad (7.39)$$

де, $C_{\text{баз.}}$ - базова собівартість, грн;

$C_{\text{пр.}}$ - собівартість проектна, грн;

$P_p^{\text{баз.}}$ - пасажирооборот базовий, пас.км;

$P_p^{\text{пр.}}$ - пасажирооборот проектний, пас.км;

E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_H = 0,15$;

ΔKB - додаткові капіталовкладення.

$$E_p = \left(\left(\frac{262976710,5}{270980960,79} \right) - \left(\frac{287959498,03}{299433961,67} + 0,15 \cdot \frac{3416230}{299433961,67} \right) \right) \cdot 299433961,67 = 2117332,61 \text{ грн.}$$

7.6.2 Термін окупності капіталовкладень визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta KB}{E_p} \quad (7.40)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{3416230}{2117332,61} = 1,61 \text{ року.}$$

7.7 Розрахунок показників економічної ефективності проекту зводимо в

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 80 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

таблицю 7.4

Таблиця 7.4 - Показники економічної ефективності проекту

| Показники | Один, виміру | Значення показника | | Відхилення | |
|--|-----------------|--------------------|--------------|-------------|-------|
| | | базове | проектне | абсолютне | % |
| Середньо спискова кількість автобусів | шт | 44 | 56 | 12 | 17,82 |
| Коефіцієнт випуску автобусів на лінію Богдан А70132 GULERYUZ COBRA GD 272 LF | - | 0,85 | 0,96 | 0,11 | 13,18 |
| | | 0,85 | 0,98 | 0,11 | 13,18 |
| Середній час в наряді | год | 12 | 12 | 0 | 0 |
| Чисельність персоналу: | чол | | | | |
| - водіїв | | 102 | 127 | 25 | 15,74 |
| - ремонтних робітників | | 27 | 32 | 5 | 17,50 |
| - АУП | | 29 | 29 | 0 | 0 |
| - допоміжні робітники | | 7 | 7 | 0 | 0 |
| -служба експлуатації | | 6 | 6 | 0 | 0 |
| Середньомісячна зарплата: | грн | | | | |
| - водіїв | | 22500 | 23507,44 | 1007,44 | 8,06 |
| - ремонтних робітників | | 20350 | 21560 | 1210 | 11,69 |
| - АУП | | 25400 | 25400 | 0 | 0 |
| - допоміжні робітники | | 18560 | 18560 | 0 | 0 |
| - служба експлуатації | | 19700 | 19700 | 0 | 0 |
| Вартість основних виробничих фондів | грн | 27329840,00 | 30746070,00 | 3416230 | 12,5 |
| Загальна сума доходів | грн | 288674283,82 | 329377357,84 | 40703074,02 | 14,1 |
| Загальна сума витрат | грн | 262976710,5 | 287959498,03 | 24982787,50 | 9,5 |
| Прибуток | грн | 26941365,88 | 31063394,86 | 4122028,98 | 15,3 |
| Загальна рентабельність | % | 12,20 | 14,38 | 2,18 | 17,9 |
| Фондовіддача | грн/грн | 1,25 | 1,35 | 0,09 | 7,38 |
| Річний економічний ефект | грн | 2117332,61 | | | |
| Термін окупності проекту | роки | 1,61 | | | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 81 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Висновок

В процесі роботи над бакалаврською роботою: «Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.» запропоновано провести ряд заходів, що направлені на вдосконалення діяльності підприємства по виконанню транспортної роботи.

Система планово-попереджувального профілактичного технічного обслуговування і поточного ремонту, якість виконання яких, залежить від роботи виробничих підрозділів транспортної дільниці. Тому з метою удосконалення організації проведення ТО і ПР рухомого складу, в проекті передбачена реорганізація технологічного процесу в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту шляхом перерозподілу ефективних площ виробничих відділень, тобто збільшення кількості площ виробничих відділень, об'єми робіт яких складають основну частину від загального об'єму робіт в АТГ. Реорганізовано роботу складського господарства, відновлено застосування оборотного фонду агрегатів. Вдосконалено схему руху транспортних засобів по території автоколони, що позитивно впливає на безпечні умови праці ремонтних робітників.

Другий етап вдосконалення технології технічного обслуговування і поточного ремонту полягає у технічному переозброєнні зони ТО. Проектом передбачено обладнати новим обладнанням, виробничим оснащенням, інструментом, та приладами наведені вище дільниці, в результаті чого покращаться умови праці слюсарів та і підвищиться їх продуктивність праці та якість виконуваних робіт.

Описано технічні характеристики установки електродугової металізації та хімічний зміст порошків для нанесення на деталь. Проведено аналіз міцності зчеплення отриманого покриття з основою та дослідження зносостійкості отриманого покриття. На основі характеристики процесу здійснено техніко-економічний розрахунок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 82 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Як відомо, однією з основних функцій управління є „мотивація” – тому для покращення якості виконуваних робіт, необхідно впроваджувати заходи для матеріальної зацікавленості робітників, шляхом додаткового преміювання та стягнення за виконання робіт.

В результаті удосконалення організації і технології технічного обслуговування і поточного ремонту автотранспортних засобів транспортної дільниці КП «ЕАТ» підвищиться продуктивність праці ремонтних робітників, в зв'язку з чим підвищиться коефіцієнт технічної готовності АТЗ. Термін окупності проекту складе 1,61 року.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 83 |
| 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 I) 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 II) 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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 84 |
| 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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 85 |
| 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. Формальчик 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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | БР.АТ - 21.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 86 |
| 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 - 21.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 87 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Маланюк Олег Юрійович

Бакалаврська робота на тему:

Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.

Спеціальність 274 – Автомобільний транспорт

Керівник: к.т.н., доц. Прунько І.Б.

Івано-Франківськ, 2025

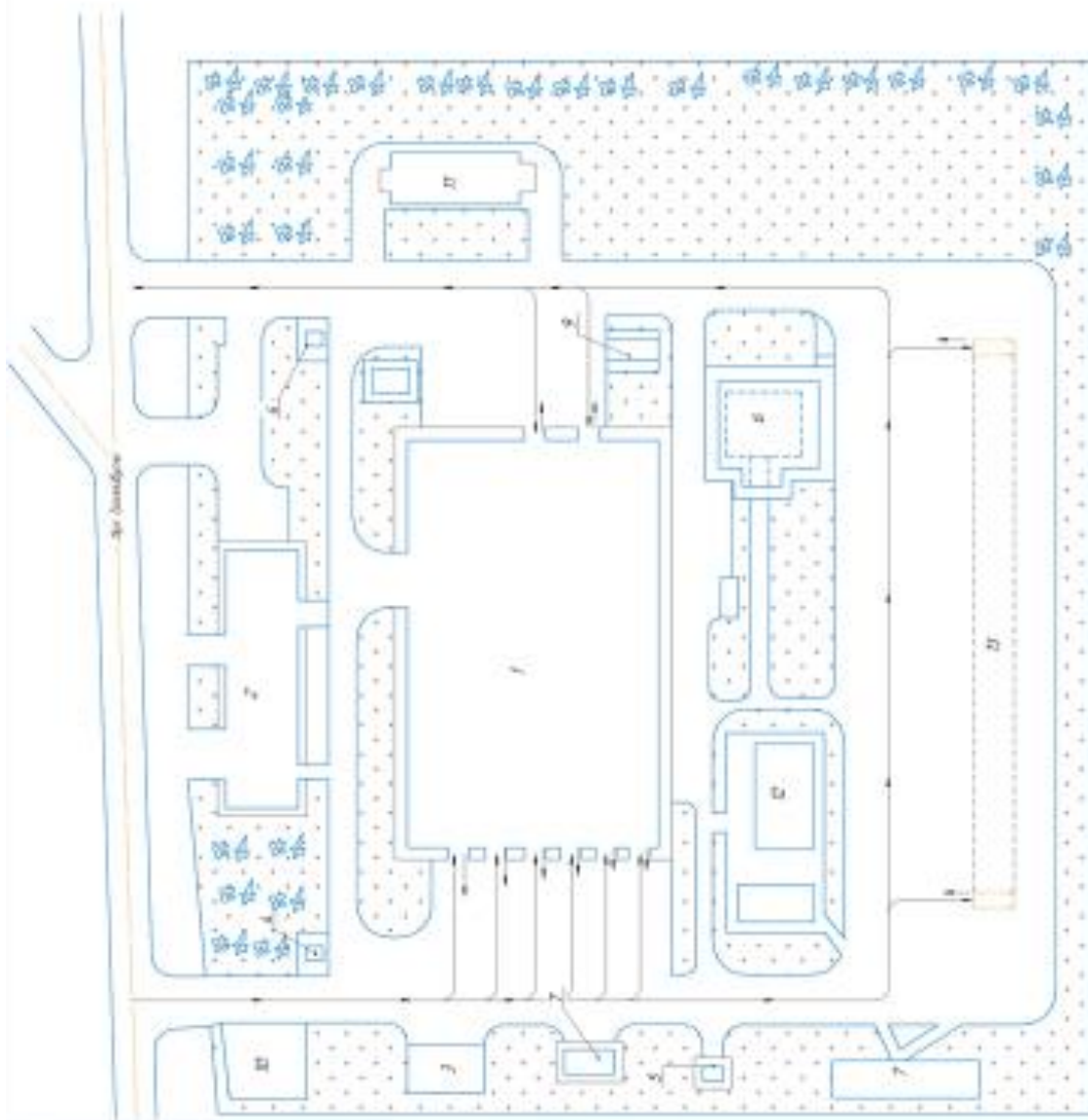
Мета і задачі дослідження

Проведення дослідження у напрямку застосування методу електродугової металізації деталей для зміцнення деталей автотранспортного підприємства. Отримання відповідних результатів та надання рекомендацій виконання яких допоможе підвищити зносостійкість колінчастих валів автотранспортного підприємства.

Об'єкт дослідження – об'єктом дослідження є колінчастий вал автомобільного транспорту.

Предмет дослідження – процес наплення захисного покриття методом електродугової металізації.

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



| № | Наим. | Площадь в кв.м. |
|----|---------------------|-----------------|
| 1 | Общественное здание | 2000 |
| 2 | Жилое здание | 1000 |
| 3 | Жилое здание | 1000 |
| 4 | Жилое здание | 1000 |
| 5 | Жилое здание | 1000 |
| 6 | Жилое здание | 1000 |
| 7 | Жилое здание | 1000 |
| 8 | Жилое здание | 1000 |
| 9 | Жилое здание | 1000 |
| 10 | Жилое здание | 1000 |

Условные обозначения
 1. Жилое здание
 2. Жилое здание
 3. Жилое здание
 4. Жилое здание
 5. Жилое здание
 6. Жилое здание
 7. Жилое здание
 8. Жилое здание
 9. Жилое здание
 10. Жилое здание

ПЛОЩАДИ И ОБЪЕМЫ

1. Площадь застройки - 1000
2. Площадь территории - 5000
3. Коэффициент застройки - 0,2
4. Коэффициент озеленения - 0,15

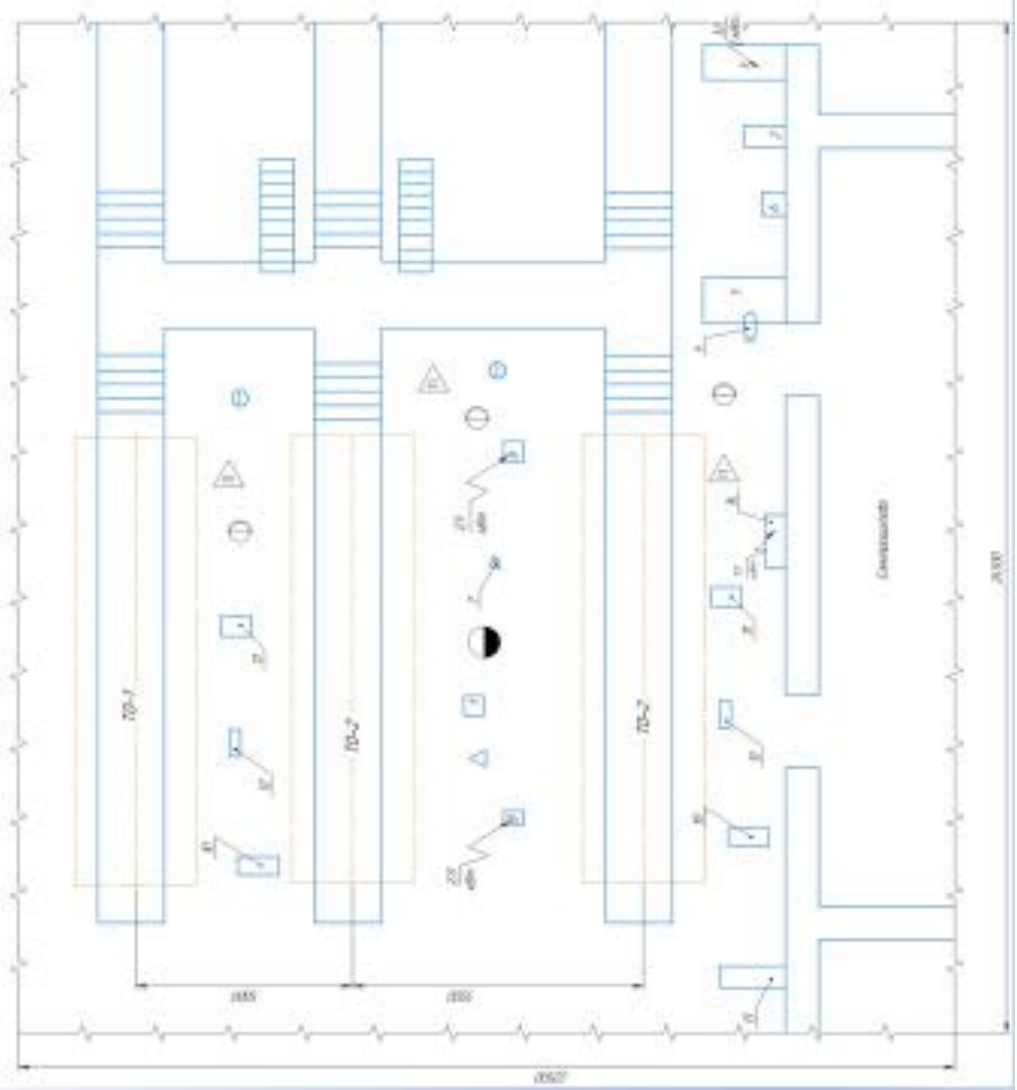
| # | Имя элемента | Материал | Нормы / код | Количество | Объем |
|----|-------------------------|----------|-------------|------------|--------|
| 1 | Столешница | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 2 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 3 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 4 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 5 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 6 | Столешница | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 7 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 8 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 9 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 10 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 11 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 12 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 13 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 14 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 15 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 16 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 17 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 18 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 19 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |
| 20 | Ящик для хранения вещей | С/Л/П | Дерево | 7 | 0,0000 |

4.4 ПСД



Способы исполнения

- - ПСД в виде / ПСД в виде
- - ПСД в виде
- - ПСД в виде
- △ - ПСД в виде
- ~ - ПСД в виде
- ▽ - ПСД в виде



Фізична суть електродугової металізації.

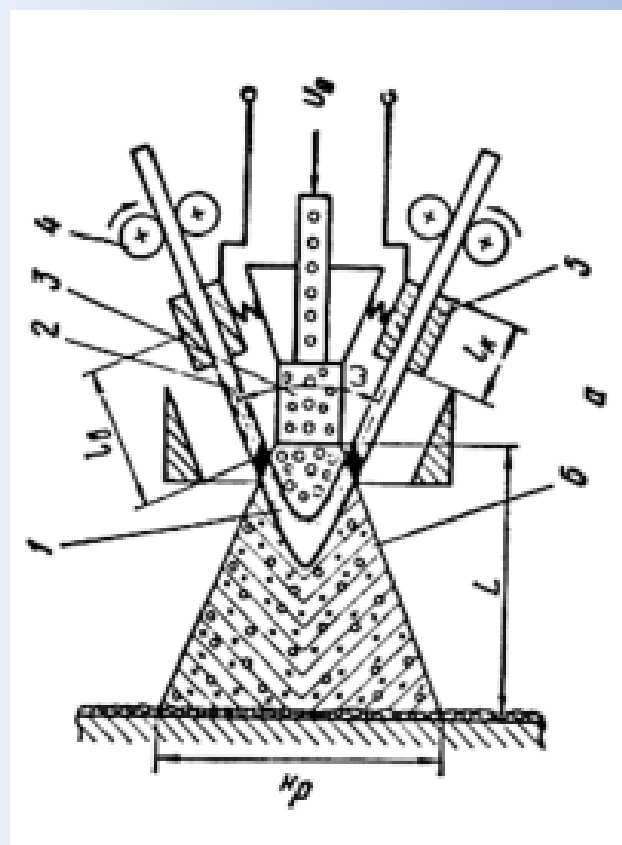


Рисунок 1 – Схема процесу електродугового напильня
 1 – електрична дуга; 2 – дріт; 3 – сопло; 4 – механізм подачі дроту; 5 – контактні пристрої; 6 – струмів розшиленого матеріалу; l_0 – величина вильоту дроту.

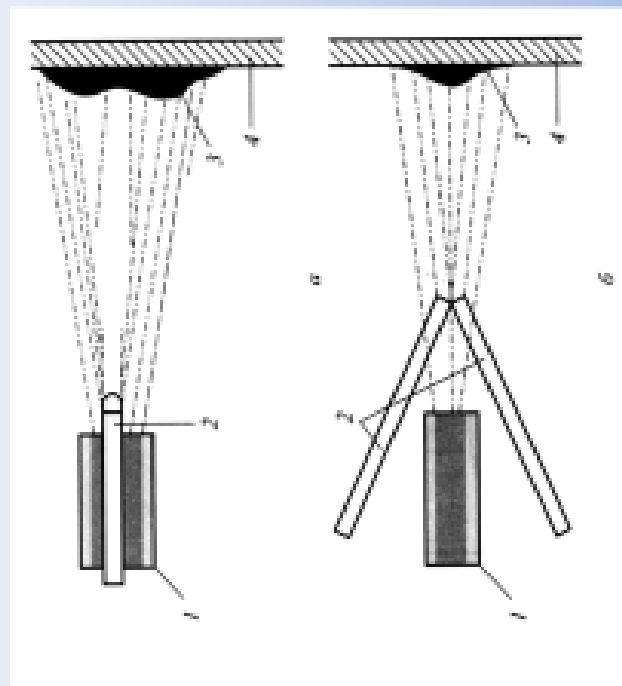


Рисунок 2 – Формування шару. Перетин шару:

а – горизонтальна проекція; б – вертикальна проекція.
 1 – сопло; 2 – електрод; 3 – переріз шару; 4 – підкладка.

Установка електродугової металізації.

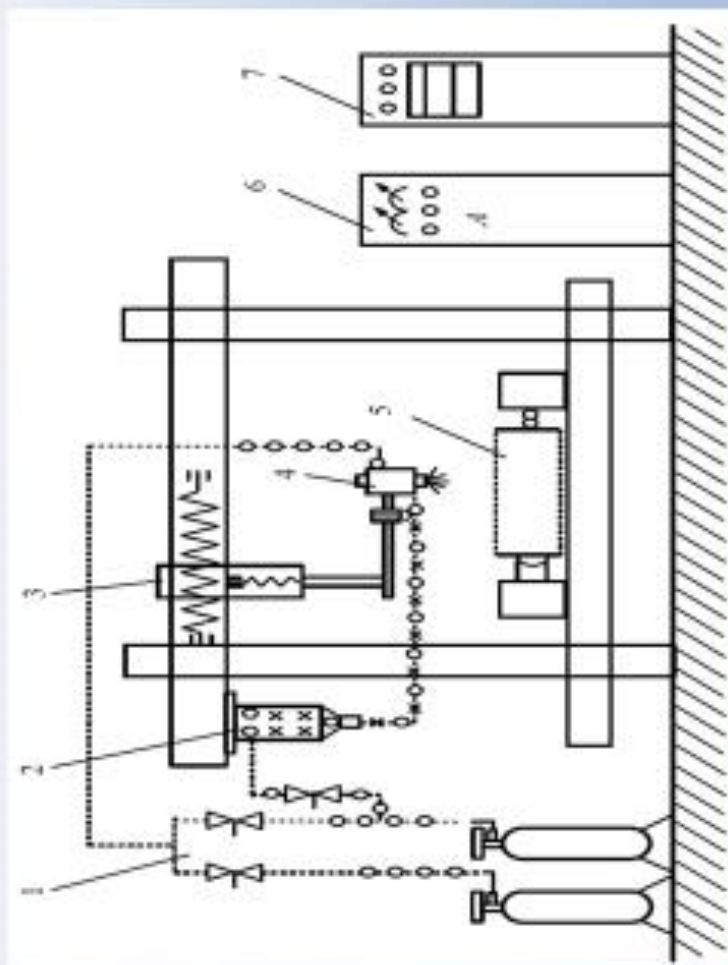


Рисунок 1 – Принципова схема установки плазмового напшення УПУ-3Д

1 - система газоживлення; 2 - механізм подачі; 3 - механізм переміщення розпильовача; 4 - плазмотрон ПП-50;

5 - деталь напшення і механізм її обертання; 6 - шафа управління; 7 - джерело живлення

Процес нанесення покриття

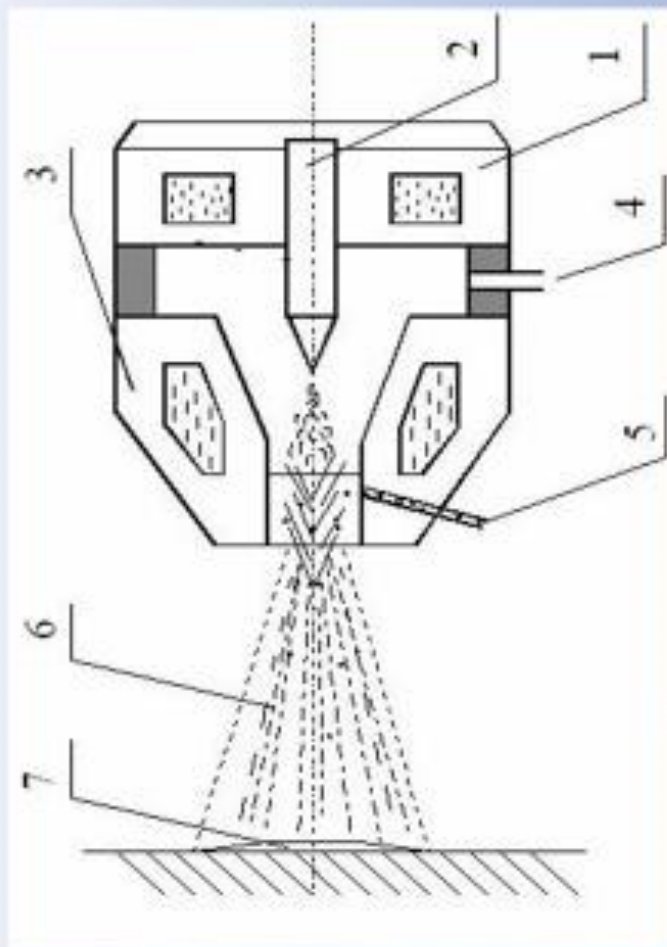


Рисунок 1 – Модель плазмотрона.

1 - корпус плазмотрона; 2 - вольфрамовий електрод; 3 - охолоджуваний анод; 4 - канал подачі газу; 5 - канал подачі порошку; 6 - плазмовий струмінь; 7 - поверхня, що напильється.



Рисунок 2 – Процес електродугового напильня

Характеристика отриманого покриття

| Матеріал покриття | Маса фланка до випробування, кг | Час випробування, хв | Маса фланка після випробування, кг | Втрата маси, г | Середня втрата маси, г | Відносна втративисестійкість |
|--------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------------|
| Сталь 20Х | 102,71 | 10 | 102,659 | 0,071 | 0,071 | 1 |
| | 103,44 | | 103,37 | 0,07 | | |
| | 104,31 | | 104,258 | 0,072 | | |
| ПР-НХ17СР4 | 107,56 | 10 | 107,806 | 0,054 | 0,055 | 1,349 |
| | 108,62 | | 108,568 | 0,052 | | |
| | 102,34 | | 102,285 | 0,055 | | |
| ПР-НХ17СР4+18%ГС | 105,66 | 10 | 105,613 | 0,047 | 0,046 | 1,901 |
| | 104,28 | | 104,252 | 0,048 | | |
| | 107,83 | | 107,785 | 0,045 | | |
| ПР-НХ17СР4-23,5%ГС | 108,24 | 10 | 108,212 | 0,028 | 0,026 | 3,397 |
| | 109,83 | | 109,806 | 0,024 | | |
| | 110,25 | | 110,225 | 0,027 | | |
| ПР-НХ17СР4+40%ГС | 110,87 | 10 | 110,838 | 0,032 | 0,033 | 2,726 |
| | 108,83 | | 108,595 | 0,035 | | |
| | 107,27 | | 107,257 | 0,033 | | |

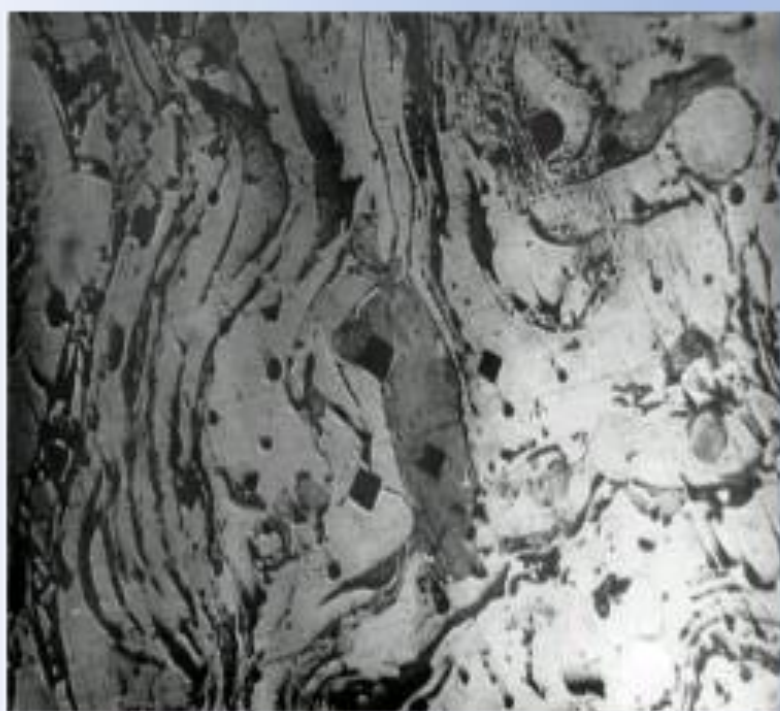


Рисунок 1 - Мікроструктура покриття після Проведення наповнення

Результати вимірювань мікротвердості

| Відстань від поверхні, мм | PR-НХ17СР4, ГПа | PR-НХ17СР4 + ТПС, ГПа | |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|
| | | ламінація | композити |
| 0,05 | 10,57 | 12,14 | 15,11 |
| 0,1 | 10,61 | 12,21 | 15,08 |
| 0,15 | 10,55 | 11,98 | 14,91 |
| 0,2 | 10,46 | 11,59 | 14,77 |
| 0,25 | 10,18 | 11,27 | 14,63 |
| 0,3 | 9,93 | 11,02 | 14,22 |
| 0,35 | 9,51 | 10,64 | 13,98 |
| 0,4 | 8,78 | 10,26 | 13,74 |
| 0,45 | 7,82 | 9,82 | 13,41 |
| 0,5 | 7,02 | 9,23 | 13,23 |
| 0,55 | 6,12 | 8,48 | 12,96 |
| 0,6 | 5,41 | 7,61 | 12,28 |
| 0,65 | 4,82 | 6,62 | 11,89 |
| 0,7 | 3,74 | 5,85 | 11,12 |
| 0,75 | 3,08 | 5,24 | 10,74 |
| Середнє | 7,91 | 9,60 | 13,47 |

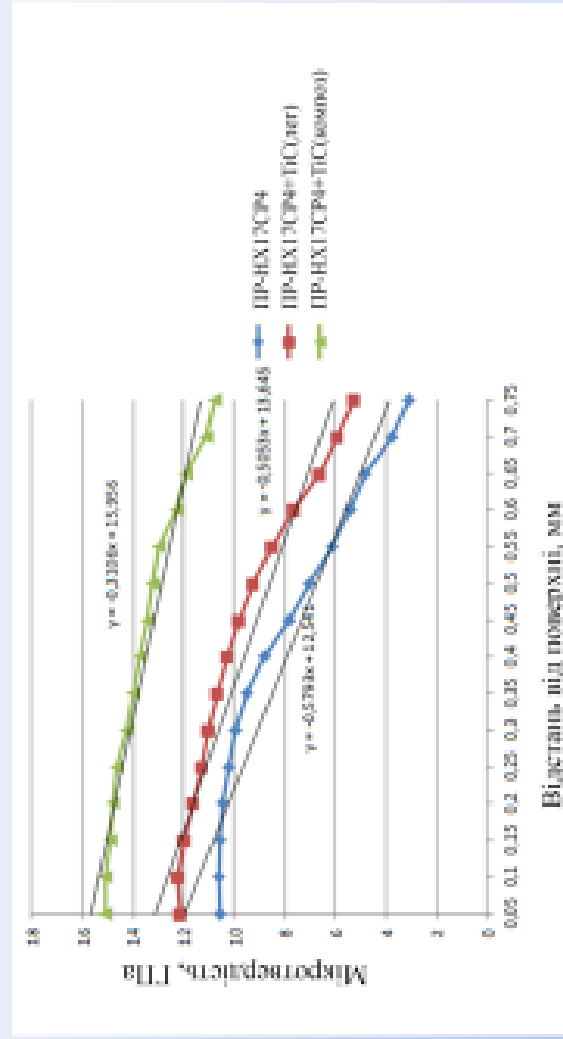


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація проведених досліджень мікротвердості покриттів

Техніко-економічне обґрунтування проекту

| Показники | Одін, ви- міру | Значення показника | | | Відсоток | |
|--|-------------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|---|
| | | Базис | проектна | в абсолютч. | в абсолютч. | % |
| Середня споживана кількість електроенергії | кВт | 44 | 66 | 22 | 17,82 | |
| Коефіцієнт електроінтенсивності | - | | | | | |
| Величина АРР(0,02) | | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 15,38 | |
| Величина АРР(0,01) | | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 12,48 | |
| Середній час в черзі | год | 12 | 12 | 0 | 0 | |
| Чисельність персоналу: | конт. | | | | | |
| - в цілому | | 503 | 517 | 14 | 16,74 | |
| - ремонтно-ремонтна - АРП | | 37 | 32 | 5 | 17,95 | |
| - допоміжні робітники | | 29 | 29 | 0 | 0 | |
| - служба експлуатації | | 7 | 7 | 0 | 0 | |
| | | 8 | 8 | 0 | 0 | |
| Середньомісячна зарплата: | грн | | | | | |
| - в цілому | | 22500 | 22907,64 | 1007,64 | 6,06 | |
| - ремонтно-ремонтна - АРП | | 26380 | 21880 | 1230 | 11,89 | |
| - допоміжні робітники | | 16400 | 16400 | 0 | 0 | |
| - служба експлуатації | | 18800 | 18800 | 0 | 0 | |
| | | 88700 | 88700 | 0 | 0 | |
| Вартість основних виробничих фондів | грн | 27200000,00 | 26746000,00 | 34180,00 | 12,5 | |
| Залишки суми грошей | грн | 268674000,00 | 269277067,94 | 4070304,02 | 14,1 | |
| Залишки суми витрат | грн | 2622970010,5 | 2679594060,08 | 24983707,50 | 9,5 | |
| Прибуток | грн | 26941200,00 | 21062094,06 | 4120000,00 | 15,2 | |
| Залишки грошей/вартість | % | 12,20 | 14,38 | 1,18 | 17,9 | |
| Фінансування | грн/грн | 1,25 | 1,20 | 0,09 | 7,36 | |
| Результат економічного ефекту | грн | | 2117352,01 | | | |
| Термін окупності проекту | роки | | 1,61 | | | |

Висновки

В процесі роботи над бакалаврською роботою: «Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.» запропоновано провести ряд заходів, що направлені на вдосконалення діяльності підприємства по виконанню транспортної роботи.

Описано технічні характеристики установки електродугової металізації та хімічний зміст порошків для нанесення на деталь. Проведено аналіз міцності зчеплення отриманого покриття з основою та дослідження зносостійкості отриманого покриття. На основі характеристики процесу здійснено техніко-економічний розрахунок.

В результаті удосконалення організації і технології технічного обслуговування і поточного ремонту автотransпортних засобів транспортної дільниці КП «ЕАТ» підвищиться продуктивність праці ремонтних робітників, в зв'язку з чим підвищиться коефіцієнт технічної готовності АТЗ. Термін окупності проекту складе 1,61 року.

Бібліографічна довідка

Тема Підвищення зносостійкості колінчастих валів методом електродугової металізації в умовах комунального підприємства «Електроавтотранс», м. Івано-Франківськ.

Обсяг пояснювальної записки – 98 с.

Лист 1 – Мета і задачі.

Лист 2 – Генеральний план.

Лист 3 – Зона ТО.

Лист 4 – Фізична суть електродугової металізації.

Лист 5 – Установка електродугової металізації.

Лист 6 – Процес нанесення покриття.

Лист 7 – Характеристика отриманого покриття.

Лист 8 – Результати вимірювання мікротвердості покриття.

Лист 9 – Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Лист 10 – Висновки.

_____2025 р.