

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Покращення виробничо- технічної бази автотранспортного підприємства на 82 автобусів для подальшої діагностики, з дослідженням методики визначення зусилля монтажу та демонтажу підшипників

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Ткачук В.-С.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Рогатинський Р.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Левкович М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Ляшук О.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«01» жовтня 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Ткачуку Владиславу-Сергію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Покращення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства на 82 автобусів для подальшої діагностики, з дослідженням методики визначення зусилля монтажу та демонтажу підшипників.

Керівник роботи Рогатинський Р.М., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «01» жовтня 2021 року № 4/7-829

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 грудня 2021

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, 82 автобусів

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

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

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

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

Технологічна карта діагностування автобусів – 1А1.

Аналіз виробничо-технічної бази АТП – 1А1.

Аналіз виробничо-технічної бази АТП – 1А1.

Канавний пілйомник – 1А1.

Солідолонагнітач – 1А1.

Стенд для перевірки генераторів, стартерів і реле-регуляторів – 1А1.

Заходи по переоснащенню дільниці діагностування – 1А1.

Дільниця діагностування автобусів – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	13.10.2021	
2	Технологічний розділ	27.10.2021	
3	Конструкторський розділ	03.11.2021	
4	Науково-дослідний розділ	17.11.2021	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2021	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2021	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	20.12.2021	

Студент

_____ (підпис)

Ткачук В.-С. С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Рогатинський Р.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Випускна магістерська робота по темі: «Покращення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства на 82 автобусів для подальшої діагностики, з дослідженням методики визначення зусилля монтажу та демонтажу підшипників.».

Дана кваліфікаційна робота виконувалася на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівником кваліфікаційної роботи став д.т.н., професор Рогатинський Р.М.

Розрахунково-пояснювальна записка вміщає п'ять розділів і 60 сторінок формату А4 а також 8 аркушів формату А1 графічної частини 8 сторінок додатків.

Ключові слова: автобус, обладнання, агрегати, діагностування, періодичність.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Діагностування та ремонт рухомого складу.....	7
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1 Обґрунтування інноваційних рішень при вдосконаленні технологічного процесу діагностування.....	12
2.3 Розрахунок кількості технологічного обладнання.....	15
2.4 Технологічний розрахунок виробничого корпусу на 82 автобуса.....	19
2.4.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автобусів	19
2.4.2 Розрахунок річного об'єму робіт по ТО, ПР і самообслуговуванню корпусу.....	22
2.4.3 Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	25
2.4.4 Розрахунок постів ТО і ПР автобусів.....	26
2.5 Розрахунок економічної ефективності роботи.....	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Будова, принцип роботи та перевірочний розрахунок стенду для перевірки генераторів, стартерів, реле-регуляторів.....	36
3.2 Перевірочний розрахунок гвинт-гайка стенду Е-213.....	39
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	46
4.1 Діагностика підшипників маточин коліс методом шумо-акустичного неруйнівного контролю.....	46
4.2 Оцінювання результатів зношування підшипників.....	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
5.1 Заходи по поліпшенню умов праці.....	51
5.2 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
БІБЛІОГРАФІЯ	59
ДОДАТКИ	

ВСТУП

В теперішній час основним завданням АТП є вдосконалення якості проведення робіт з технічної діагностики рухомого складу, що дозволяє підвищити надійність роботи автомобілів після проведення технічного обслуговування. Вирішення цієї задачі потребує здійснення комплексу інженерних заходів: використання позитивних форм організації технічного обслуговування для реалізації задіяних потужностей; вдосконалення ТП проведення технічної діагностики; впровадження нового високопродуктивного механізованого технологічного устаткування; проходження стажування робітників. Це дозволить забезпечити якість робіт і зменшити витрати часу на технічне діагностування автобусів.

При розробці проекту ділянки діагностування автобусів необхідно проаналізувати планувальні рішення відповідних ділянок як за типовими проектами і наявною літературою, так і за досвідом роботи перших підприємств.

Технологічне планування ділянок діагностування автобусів розроблено з урахуванням норм і правил проектування автотранспортних підприємств.

Особливістю реконструкції ділянки діагностування автобусів передбачене виконання технологічних операцій в повному об'ємі на спеціалізованих постах, що дає можливість провести спеціалізацію робіт по діагностуванню та підвищити якість робіт по обслуговуванню автобусів. Враховуючи експлуатацію однотипного рухомого складу, дає можливість, при реконструкції оснастити технологічний процес діагностування необхідним спеціалізованим устаткуванням в повному об'ємі вимог таблиця.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Діагностування та ремонт рухомого складу

Схематично на рис.1.1 позначені основні технологічні транспортні вантажопотоки по АТП.

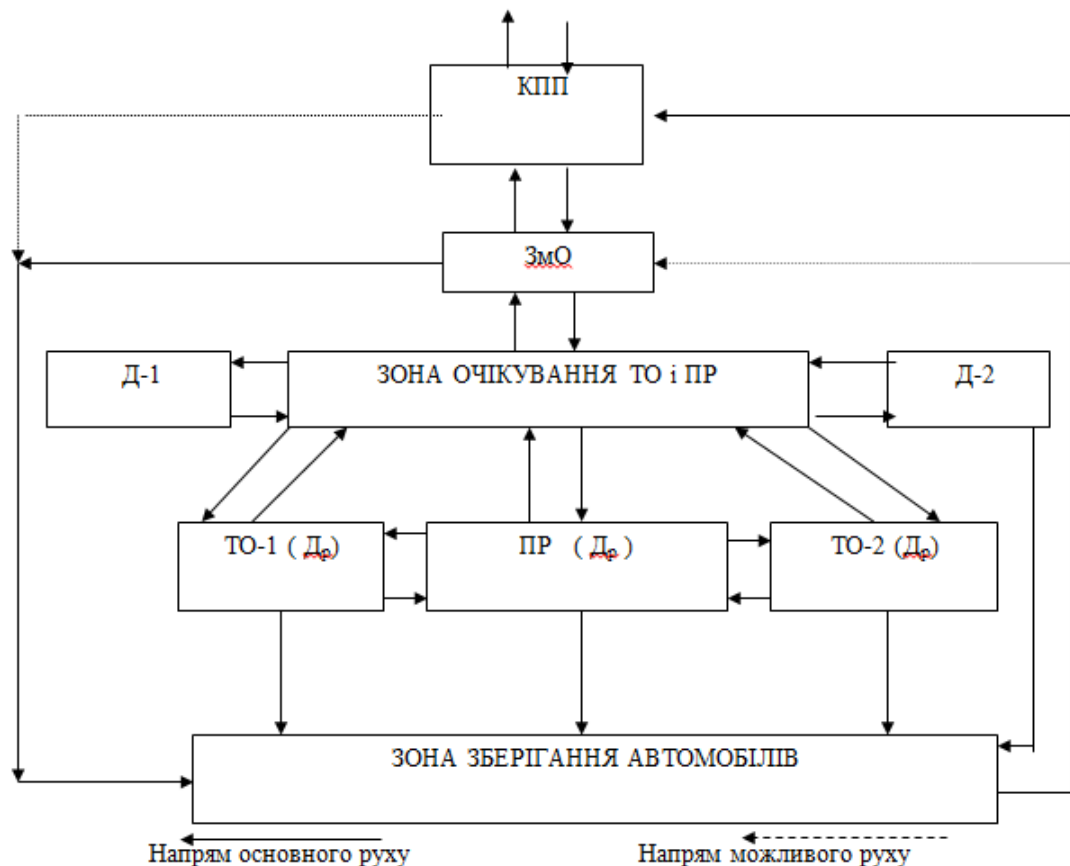


Рис. 1.1 Основні технологічні і транспортні вантажопотоки по АТП.

Огляд рухомого складу перед виїздом на лінію і після повернення в АТП проводиться КТП. КТП має чотири проїзди, два з яких обладнані канавами, де проводиться експрес-контроль технічного стану автобусів.

Прибирально-мийні роботи виконуються на двох потокових лініях механізованої мийки автобусів. Кожна лінія обладнана штовхаючим конвейером моделі 4120 і мийною установкою моделі ЦКБ-1152. Продуктивність установки складає 20-30 авт./год. Очищення стічних вод після миття автобусів проводиться в очисних спорудах. Негативними моментами в роботі механізованого миття автомобілів є порушення правил електрозахисту і неможливість здійснення миття багато габаритних автобусів. Миття таких

транспортних засобів здійснюють на вулиці за допомогою шлангового миття з порушенням технологічних і санітарних норм. Очисні споруди механізованого миття не обладнані засобами механізації для видалення осаду, відсутній спеціалізований пост по санітарній обробці салонів автобусів.

Спеціалізовані пости діагностики в даний час в АТП відсутні, проте, на КТП передбачений пост по перевірці змісту СО у відпрацьованих газах, а на лінії ТО-1 в головному виробничому корпусі передбачений пост поелементної діагностики і два пости експрес - діагности.

ТО-1 і ТО-2 автобусів виконується на центральному майданчику в приміщенні головного виробничого корпусу на центральному майданчику, загальною площею 149 м². Головний виробничий корпус обладнаний кранбалками вантажопідйомністю 3.2 т., які обслуговують зони ТО-1,ТО-2 і ПР. Зважаючи на недостатню оснащеність ліній технологічним устаткуванням вони малоприсадибні для виконання операцій по технічному обслуговуванню.

Поточний ремонт автобусів. Постові роботи поточного ремонту автобусів виконуються у виробничому корпусі №1 і зоні ПР на тринадцяти тупикових постах, частина з яких обладнані оглядовими канавами. Частина робіт по ПР виконується на відкритих майданчиках. Виконання ремонту передбачено агрегатно-вузловим методом.

Зона ПР не забезпечує потреби підприємства в ремонті автобусів, крім того, порушуються правила ТБ, технологічні і санітарні норми.

Ремонт вузлів і агрегатів проводиться на ділянках у виробничих корпусах, в окремо роз'єднаних приміщеннях, які не зв'язані загальним технологічним процесом ремонту автомобілів. Перелік ділянок і їх площі приведені в табл. 1.1.

Механічна ділянка недостатньо оснащена верстатним устаткуванням; токарно-гвинторізні верстати застаріли, відсутні верстати для виконання строгальних, фрезерних і заточних робіт.

Таблиця 1.1 – Перелік ділянок головного виробничого корпусу.

№	Найменування ділянок	Площа, м ²
1	Механічна діляниця	54
2	Столярна діляниця	54
3	Шпалерна діляниця	27
4	Агрегатно-моторна діляниця	54
5	Діляниця ремонту гальмівної системи автобусів	16
6	Діляниця реставрації деталей	16
7	Електро-технічна діляниця	16
8	Карбюраторна діляниця	36
9	Акумуляторна діляниця	36
10	Ковальський-ресорна діляниця	45
11	Діляниця вулканізації	40

Шпалерна діляниця недостатньо оснащена устаткуванням для ремонту і відновлення салонів автобусів.

Агрегатно-моторна діляниця розміщена у виробничому корпусі і недостатньо оснащений підйомно-транспортним устаткуванням.

Виробничі ділянки ремонту гальмівної системи автобусів, реставрації деталей і електротехнічна діляниця розміщені у виробничому корпусі №2. Карбюраторна діляниця розміщена в будівлі КТП, відірвана від основної технічної бази зон ТО і ПР автобусів; недостатньо оснащений технологічним устаткуванням. Відсутнє приміщення і устаткування для ремонту паливної апаратури дизельних автобусів.

Для виконання зварювально-кузовних і мідницько-жестяницьких робіт в АТП є зварювально-кузовна, мідницька і ковальсько-ресорна діляниця. Ці доли мають недостатню площу, оснащення і вимагають проведення реконструкції.

Спеціалізовані пости для повного виконання шиноремонтних і шиномонтажних робіт відсутні, недостатньо оснащені технологічним устаткуванням і вимагають кардинальної реконструкції. Діляниця вулканізації

віддалена на значну відстань від шиномонтажної дільниці і знаходиться поза зоною ремонту.

Складське господарство АТП розміщене в окремих приміщеннях і складає загальну площу 1640 м² зокрема, матеріальний склад – 1452 м², склад запасних частин – 152 м², інструментально-роздавальна комора –14 м², склад кисневих балонів – 12 м². Зберігання автобусів здійснюється на центральному майданчику площею 12500 м²

АТП здійснює пасажирські міські і міжміські перевезення і має в своєму складі автотранспортні засоби, марочний і кількісний склад яких приведений в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Список рухомого складу АТП

№	Марка автобуса	Кількість
1	Мікроавтобуси: «МЕРСЕДЕС - Спринтер»	33
2	«ФОРД - Транзит»	14
	«ГАЗ-32213»	12
	«ФІАТ - Дукато»	3
	Всього	62
3	Автобуси: «Богдан»	13
	«ЛАЗ-5252»	7
	Всього	20
	Всього	82

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Розглянувши виробничо-технічну базу автотранспортного підприємства на 82 автобусів для подальшої діагностики, після чого зробили певні висновки та поставили наступні завдання для виконання магістерської роботи:

в технологічному розділі розробити технологічний процес діагностування автобусів.

в конструкторському розділі модернізувати стенд для діагностики та контролю генераторів, стартерів, реле-регуляторів;

провести дослідження методики визначення зусилля монтажу та демонтажу підшипників.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування інноваційних рішень при вдосконаленні технологічного процесу діагностування

В даний час, як правило, усі технічні операції ТО проводяться з попереднім контролем. Найбільшого поширення набуває метод виконання контрольних робіт без розбирання автомобіля - діагностування стану автомобіля при допомозі спеціальних стендів, приладів і інструментів.

Мета діагностування полягає у визначенні дійсної потреби у виробництві робіт виконуваних не при кожному технічному обслуговуванні; у прогнозуванні моменту виникнення несправності, а також у виявленні причин несправності і виборі найбільш ефективного способу їх усунення; на місці, із зняттям вузлів або агрегатів, з повним або частковим розбиранням.

Основою діагностування є визначення кількісної величини контрольованого параметра (шуму, вібрації, зміст металу і т.д.) і порівняння з відомими допустимими межами, внаслідок чого представляється можливим визначити не тільки справність агрегату, але і запас його працездатності в кілометрах пробігу або годинах роботи.

Розглядаючи діагностування технічно справного стану автомобіля як частину загального технологічного процесу обслуговування автомобіля, слід зазначити переваги, які цей метод дає автотранспортним підприємствам. При одночасній реєстрації відхилення окремих параметрів від наминала при діагностуванні можна проаналізувати характер і причини виникнення і розвитку відхилень і дати прогноз безвідмовної роботи автомобіля. Докладний комплексний підхід до визначення технічно справного стану автомобіля дозволяє скоротити об'єм ТО-2 і підвищити ресурс роботи певних вузлів і агрегатів автомобіля.

Враховуючи результати розрахунків виробничої програми технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу АТП за декілька років, які наведені у таблиці 2.1, можна зробити наступний висновок. Трудомісткість технічних обслуговувань як по парку мікроавтобусів так і по парку автобусів з

кожним роком збільшується, що свідчить про фізичне зношування парку рухомого складу, а також різке зменшення продуктивності технологічного обладнання внаслідок його “старіння”.

Таблиця 2.1– Трудомісткість технічних обслуговувань рухомого складу по роках.

Види обслуговувань РС	2018 рік		2019 рік		2020 рік	
	Мікро автобуси	Автобуси	Мікро автобуси	Автобуси	Мікро автобуси	Автобуси
ЗМО, люд-год	10670	17843	11568	19200	12776	20444
ТО-1 люд-год	5309	7374	5602	8491	6798	9348
ТО-2 люд-год	6251	8733	7319	9602	8487	10184
ПР люд-год	20919	6512	21864	7050	22644	8604
СО люд-год	5711	7887	6838	6914	7606	7287
Всього	48860	48349	53191	51257	58313	55867

На рисунку 2.1 показані діаграми зменшення коефіцієнту технічної готовності парку рухомого складу, а також зростання загальної трудомісткості технічних обслуговувань автобусів за останні 3 роки.

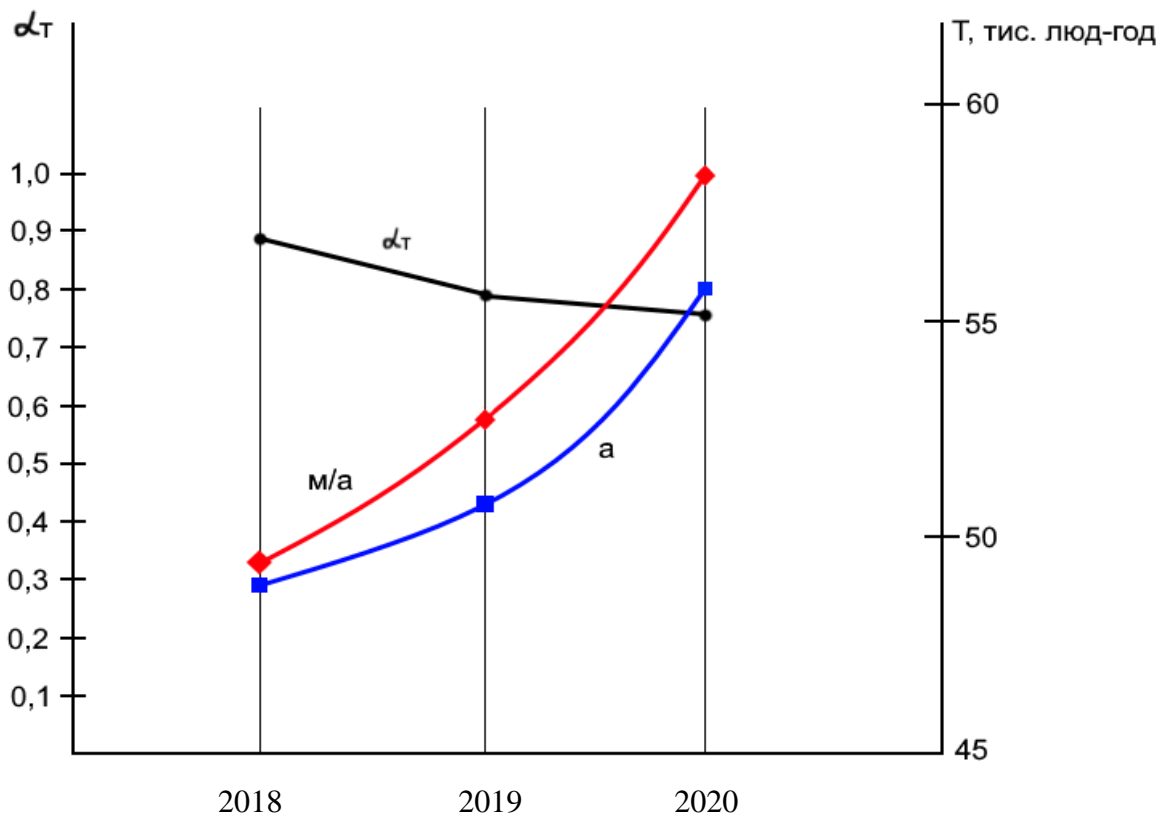


Рис. 2.1– Діаграми коефіцієнту технічної готовності і трудомісткості обслуговувань за роками.

2.2 Технологічна карта діагностування автобусів

№ операції і переходів	Найменування операції і переходів	Устаткування, інструмент	Технічні умови	Розряд робочого	Норма часу, (хв.)
1	2	3	4	5	6
1 11	Загальне діагностування автобуса Діагностування двигуна: - діагностування циліндро-поршневої групи; - діагностування кришки шліпінно-шатунаго; - діагностування газорозподільного механізму; - діагностування системи живлення: 1) карбюраторного двигуна; 2) дизельного двигуна; - діагностування системи наплення; - діагностування системи охолодження.	Прилад К69М компресметр 179 Прилад К-419 Прилад КТ1609А (К-408) Стетоскоп К30 489А, 577Б, 527Б(К456) або К-436 СТДА-2, ВНР Типа «Стар» КИ-921Н КИ-403 або КИ-8920.		Слюсар 4 розряду	20 20 15 15-20 20 15 15
12	Діагностування електрообладнання: - діагностування джерела струму та елементів системи запалювання; - діагностування освітлення та сигналізації.	Навчальна вилка ЛЗ-2, З-211, стенд 532М, З-203-П, З-102, СПЗ 8-М, З-204, З-6, К303, К-30113-205, К-304.		Слюсар 4 розряду	10 20 15
13	Діагностування трансмісії: - діагностування щеллення; - діагностування коробки передач; - діагностування головної передачі.	К-428А, КИ-4832 СП 3М-КИ53, КП-1154, КИ-4856.		Слюсар 4 розряду	20 15 10
14	Діагностування ходової частини: - діагностування взаємного розташування кераваних коліс; - діагностування підвіски; - діагностування шин та коліс.	Стенд КИ-4827, К-111, Л-2182 К-113, Т-1, М-191.		Слюсар 4 розряду	20 15 10
15	Діагностування рульового керування та гальмівної системи: - діагностування рульового керування; - діагностування гальмівної системи.	Динамометр-люфтомер К-402 (М571), К-405, К-107, К-207, К-219, М-1131.		Слюсар 4 розряду	25 35

2.3 Розрахунок кількості технологічного обладнання

Технологічне устаткування дільниці діагностування розраховуємо або вибираємо відповідно вимогів технологічного процесу.

За трудомісткістю технологічних операцій визначаємо кількість одиниць обладнання для перевірки гальмівних механізмів, електрообладнання, гідровакумних підсилювачів гальмівного приводу, ПНВТ та перевірки гідропідсилювача рульового приводу.

Кількість технологічного обладнання, X_o , визначають по формулі:

$$X_o = \frac{T_p}{\Phi_{e.o}}, \quad (2.1)$$

При однозмінній роботі, приймаємо $\Phi_{e.o} = 2025$ год.

Відповідно до розрахунків виробничої програми виконаної в загальній частині дипломного проекту, об'єм річної програми в трудових показниках складає 18671,4 люд.-год. Обсяг діагностичних робіт складає 40% від об'єму річної програми.

Трудомісткість діагностичних робіт $T_{\bar{d}}$, визначаємо за формулою:

$$T_{\bar{d}} = T_{2P}^{\Sigma} \cdot 0,4 \quad (2.2)$$

$$T_{2P}^{\Sigma} = 18671,4 \text{ люд.-год.};$$

0,4 – обсяг діагностичних робіт від об'єму річної програми.

$$T_{\bar{d}} = 1867,1 \cdot 0,4 = 7468,6 \text{ люд.-год.}$$

Виходячи з цього, визначасмо величину об'єму робіт, які проводяться при діагностуванні автобусів:

- перевірка гальмівних механізмів:

$$T_{z.m} = 7468,6 \cdot 0,3 = 2240,6 \text{ люд.-год.}$$

- перевірка електрообладнання:

$$T_e = 7468,6 \cdot 0,2 = 1493,7 \text{ люд.-год.}$$

- перевірка гідровакумних підсилювачів гальмівного приводу:

$$T_e = 7468,6 \cdot 0,1 = 746,9 \text{ люд.-год.}$$

- перевірка ПНВТ:

$$T_e = 7468,6 \cdot 0,25 = 1867,2 \text{ люд.-год.}$$

- перевірка гідропідсилювача рульового приводу:

$$T_e = 7468,6 \cdot 0,15 = 1120,3 \text{ люд.-год.}$$

Розрахуємо технологічне обладнання:

- кількість стендів для перевірки гальмівних механізмів:

$$X_{z.m} = \frac{2240,6}{2025} = 1,1.$$

Приймаємо 1 стенд.

- кількість стендів для перевірки електрообладнання:

$$X_e = \frac{1493,7}{2025} = 0,73.$$

Приймаємо 1 стенд.

- кількість стендів для перевірки гідровакумних підсилювачів гальмівного приводу:

$$X_{z.n} = \frac{746,9}{2025} = 0,36.$$

Приймаємо 1 стенд.

- кількість стендів для перевірки ПНВТ:

$$X_{ПНВТ} = \frac{1867,2}{2025} = 0,92.$$

Приймаємо 1 стенд.

- кількість стендів для контролю гідропідсилювача рульового керування:

$$X_{z.p} = \frac{1120,3}{2025} = 0,55.$$

Приймаємо 1 стенд.

Решту технологічного устаткування приймаємо відповідно до вимог ТП розробленого для дільниці діагностування.

З урахуванням зазначених факторів та проведених розрахунків перелік устаткування, необхідного для діагностування автобусів наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік устаткування дільниці діагностування.

№ п/п	Найменування, тип і модель обладнання	Кількість	Габаритна площа, яку займає обладнання, м ²		Потужність електро-двигуна, кВт		Вартість, грн.		Примітка
			Оди-ниця	Всього	Оди-ниця	Всього	Оди-ниця	Всього	
1	Стенд для перевірки гальмівних механізмів	1	3,08	3,08	2,2	2,2	103000	103000	
2	Стіл конторський	1	0,84	0,84			1400	1400	
3	Установка для шумо-акустичної діагностики маточини коліс	1	0,44	0,44	0,8	0,8	15500	15500	
4	Канавний підйомник П-128	2	0,28	0,56	1	2	4600	9200	
5	Верстак слюсарний	1	1,12	1,12			3700	3700	
6	Стенд для перевірки електрообладнання Е211	1	0,58	0,58	1,5	1,5	12800	12800	
7	Стіл діагноста	1	1,8	1,8			3900	3900	
8	Стелаж для інструменту	1	0,78	0,78			3300	3300	
9	Шафа для приборів	1	0,94	0,94			2900	2900	
10	Прилад для визначення щільності диму в відпрацьованих газах дизельних двигунів	1	0,3	0,3			13400	13400	
11	Стенд для перевірки ПНВТ «Стар»	1	1,05	1,05			77600	77600	

12	Прилад для перевірки кута фар Е-6	1	0,56	0,56			52000	52000	
13	Стенд для перевірки гідровакумних підсилювачів гальмівного приводу К-219	1	0,99	0,99			9000	9000	
14	Стенд для контролю гідропідсилювача рульового керування	1	1,69	1,69	2,5	2,5	14100	14100	
РАЗОМ:			13,29		9,6		321800		

2.4 Технологічний розрахунок виробничого корпусу на 82 автобуса

2.4.1 Розрахунок виробничої програми ТО автобусів

Корегуючи періодичності видів ТО і ПР з урахуванням категорії та природно-кліматичних умов експлуатації, а також із середньодобовим пробігом одержуємо.

Відкориговані значення пробігів автобусів:

– до першого технічного обслуговування

$$L_1 = L_{1H} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (2.3)$$

– до другого технічного обслуговування:

$$L_2 = L_{2H} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (2.4)$$

$$L_{1H} = 3500 \text{ км.},$$

$$L_{2H} = 14000 \text{ км.};$$

$$K_1 = 0,8;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_3 = 1.$$

Отже відкориговані значення пробігів автобуса:

– до першого технічного обслуговування:

$$L_1 = 3500 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 2800 \text{ км.};$$

– до другого технічного обслуговування:

$$L_2 = 14000 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 11200 \text{ км.};$$

Корегування пробігу до капітального ремонту L_K можна здійснити слідувачим образом:

$$L_K = \frac{L_{KH} \cdot A_H + 0.8 \cdot L_{KH} \cdot A_{KP}}{A_{СП}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (2.5)$$

$$L_{KHM} = 260 \text{ тис. км.},$$

$$L_{KHA} = 360 \text{ тис. км.};$$

$$A_{HM} = 19; , A_{HA} = 7;$$

$$A_{KPM} = 43; , A_{KPA} = 13;$$

$$K_1 = 0,8;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_3 = 1.$$

$$L_{KM} = \frac{260000 \cdot 19 + 0.8 \cdot 260000 \cdot 43}{62} \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 176148 \text{ км.};$$

$$L_{KA} = \frac{360000 \cdot 7 + 0.8 \cdot 360000 \cdot 13}{20} \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 250560 \text{ км.}$$

З урахуванням кратності ТО-2 одержуємо:

$$L_{KM} = 16 \cdot 11200 = 179200 \text{ км.};$$

$$L_{KA} = 22 \cdot 11200 = 246400 \text{ км.}$$

Визначимо кількість ТО та ПР на один автобус за цикл:

$$N_K = \frac{L_{II}}{L_K} = 1; \quad (2.6)$$

$$N_{3MO} = \frac{L_K}{l_{CO}}; \quad (2.7)$$

$$L_{KM} = 179200 \text{ км.};$$

$$L_{KA} = 246400 \text{ км.};$$

$$N_{3MO} = \frac{179200}{250} = 716 \text{ км.};$$

$$N_{3MOM} = \frac{246400}{250} = 985 \text{ км};$$

$$N_2 = \frac{L_K}{L_2} - N_K; \quad (1.28)$$

$$l_{cd} = 250 \text{ км.}$$

$$L_{KM} = 179200 \text{ км};$$

$$L_{KA} = 246400 \text{ км.};$$

$$L_2 = 11200 \text{ км.};$$

$$N_K = 1.$$

$$N_{2M} = \frac{179200}{11200} - 1 = 15$$

$$N_{2A} = \frac{246400}{11200} - 1 = 21;$$

$$N_1 = \frac{L_K}{L_1} - (N_K + N_2); \quad (2.9)$$

$$L_{KM} = 179200 \text{ км};$$

$$L_{KA} = 246400 \text{ км.};$$

$$L_1 = 2800 \text{ км.};$$

$$N_K = 1.$$

$$N_{1M} = \frac{179200}{2800} - (1 + 15) = 48;$$

$$N_{1A} = \frac{246400}{2800} - (1 + 21) = 66;$$

Далі визначаємо кількість ТО та КР на один автобус за рік:

$$N_P = N_{Ц} \cdot \eta_P; \quad (2.10)$$

$$\eta_P = \frac{L_P}{L_K}; \quad (2.11)$$

Для визначення річного пробігу використовуємо коефіцієнт технічної готовності α_T .

$$L_P = D_{робP} \cdot \alpha_T \cdot l_{cd}; \quad (2.12)$$

$$\alpha_T = \frac{D_{\text{д.ц.}}}{D_{\text{д.ц.}} + D_{\text{р.ц.}}}; \quad (2.13)$$

$$D_{\text{д.ц.}} = \frac{L_K}{l_{\text{сд}}}; \quad (2.14)$$

$$D_{\text{д.ц.М}} = \frac{179200}{250} = 716 \text{ днів};$$

$$D_{\text{д.ц.А}} = \frac{246400}{250} = 985 \text{ днів};$$

$$D_{\text{р.ц.}} = (D_2 + D_{\text{ПР}}) \cdot \frac{L_K}{1000} + D_{\text{КР}}; \quad (2.15)$$

$$D_{\text{р.ц.М}} = 0,5 \cdot \frac{179200}{1000} + 15 = 104,6 \text{ днів};$$

$$D_{\text{р.ц.А}} = 0,5 \cdot \frac{246400}{1000} + 21 = 144,2 \text{ днів};$$

$$\alpha_{\text{ТМ}} = \frac{716}{716 + 104,6} = 0,87;$$

$$\alpha_{\text{ТА}} = \frac{985}{985 + 144,2} = 0,87;$$

$$L_P = 305 \cdot 0,87 \cdot 250 = 67862 \text{ км.}$$

$$\eta_{\text{PM}} = \frac{67862}{179200} = 0,378;$$

$$\eta_{\text{PA}} = \frac{67862}{246400} = 0,275;$$

Кількість впливів на один автобус за рік:

$$N_{1P} = N_1 \cdot \eta_P; \quad (2.16)$$

$$N_{1PM} = 48 \cdot 0,378 = 18;$$

$$N_{1PA} = 66 \cdot 0,275 = 18;$$

$$N_{2P} = N_2 \cdot \eta_P; \quad (2.17)$$

$$N_{2PM} = 15 \cdot 0,378 = 6;$$

$$N_{2PA} = 21 \cdot 0,275 = 6;$$

$$N_{3MOP} = N_2 \cdot \eta_P; \quad (2.18)$$

$$N_{3MOPM} = 716 \cdot 0,378 = 271;$$

$$N_{3mOP} = 985 \cdot 0,275 = 271;$$

Перемноживши річну програму на один автобус (N_p) на кількість автобусів (A_{cn}) одержимо річну програму по видам впливів на парк:

$$N_{1P}^{\Sigma} = N_{1P} \cdot A_{cn}; \quad (2.19)$$

$$N_{1P}^{\Sigma} = 18 \cdot 82 = 1478;$$

$$N_{2P}^{\Sigma} = N_{2P} \cdot A_{cn}; \quad (2.20)$$

$$N_{2P}^{\Sigma} = 6 \cdot 82 = 492;$$

$$N_{3mOP}^{\Sigma} = N_{3mOP} \cdot A_{cn}; \quad (2.21)$$

$$N_{3mOP}^{\Sigma} = 271 \cdot 82 = 22222.$$

2.4.2 Розрахунок річного об'єму робіт по ТО, ПР і самообслуговуванню корпусу

Визначимо трудомісткість окремих видів технічних впливів:

$$t_1 = t_{1H} \cdot K_2 \cdot K_5; \quad (2.22)$$

$$t_{1HM} = 4;$$

$$t_{1HA} = 5,5;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_5 = 1,15;$$

$$t_{1M} = 4 \cdot 1 \cdot 1,15 = 4,6 \text{ люд.-год.};$$

$$t_{1A} = 5,5 \cdot 1 \cdot 1,15 = 6,325 \text{ люд.-год.};$$

$$t_2 = t_{2H} \cdot K_2 \cdot K_5; \quad (2.23)$$

$$t_{2HM} = 15;$$

$$t_{2HA} = 18;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_5 = 1,15;$$

$$t_{2M} = 15 \cdot 1 \cdot 1,15 = 17,25 \text{ люд.год.};$$

$$t_{2A} = 18 \cdot 1 \cdot 1,15 = 20,7 \text{ люд.год.};$$

$$t_{3MO} = t_{3MOH} \cdot K_2 \cdot K_5; \quad (2.24)$$

$$t_{3MOHM} = 0,5;$$

$$t_{3MOHA} = 0,8;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_5 = 1,15;$$

$$t_{3MOM} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,575 \text{ люд.-год.};$$

$$t_{3MOA} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,92 \text{ люд.-год.};$$

$$t_{IP} = t_{IPH} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5; \quad (2.25)$$

$$t_{IPHM} = 4,5;$$

$$t_{IPHA} = 5,3;$$

$$K_1 = 0,8;$$

$$K_2 = 1;$$

$$K_3 = 1.$$

$$K_5 = 1,15;$$

$$K_4 = \frac{K_{4H} \cdot A_H + K_{4KP} \cdot A_{KP}}{A_{cn}}; \quad (2.26)$$

$$K_{4H} = 0,8;$$

$$K_{4KP} = 1,5.$$

$$K_4 = \frac{0,8 \cdot 26 + 1,3 \cdot 56}{82} = 1,3;$$

$$t_{IPM} = 4,5 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 5,382 \text{ люд.-год.};$$

$$t_{IPA} = 5,3 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 6,339 \text{ люд.-год.};$$

Объем работ за отдельными видами работ за рік:

$$T_{3MOP}^{\Sigma} = N_{3MO}^{\Sigma} \cdot t_{3M}; \quad (2.27)$$

$$T_{3MOPM}^{\Sigma} = 22222 \cdot 0,575 = 12777,6 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{3MOPA}^{\Sigma} = 22222 \cdot 0,92 = 20444,2 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1P}^{\Sigma} = N_{1P}^{\Sigma} \cdot t_1; \quad (2.28)$$

$$T_{1PM}^{\Sigma} = 1478 \cdot 4,6 = 6798,8 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1PA}^{\Sigma} = 1478 \cdot 6,325 = 9348,35 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2P}^{\Sigma} = N_{2P}^{\Sigma} \cdot t_2; \quad (2.29)$$

$$T_{2PM}^{\Sigma} = 492 \cdot 17,25 = 8487 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2PA}^{\Sigma} = 492 \cdot 20,7 = 10184,4 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PP}^{\Sigma} = \frac{A_{cn} \cdot L_P \cdot t_{PP}}{1000}; \quad (2.30)$$

$$L_{PM} = 67862 \text{ км};$$

$$t_{PPM} = 5,382 \text{ люд.-год.}; \quad t_{PPA} = 6,339 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PPM}^{\Sigma} = \frac{62 \cdot 67862 \cdot 5,382}{1000} = 22644 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PPA}^{\Sigma} = \frac{20 \cdot 67862 \cdot 6,339}{1000} = 8604 \text{ люд.-год.};$$

Обсяг робіт за рік за самообслуговуванням підприємства:

$$T_{сам} = (T_{3MOP} \cdot T_{1P} \cdot T_{2P} \cdot T_{PP}) \cdot \frac{K_C}{100\%}; \quad (2.31)$$

$$T_{3MOPM} = 12777,6 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{3MOPA} = 20444,2 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1PM} = 6798,8 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1PA} = 9348,35 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2PM} = 8487 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2PA} = 10184,4 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PPM} = 22644 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PPA} = 8604 \text{ люд.-год.};$$

$$K_C = 15;$$

$$T_{coM} = (12777,6 + 6798,8 + 8487 + 22644) \cdot \frac{15}{100} = 7606 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{coA} = (20444,2 + 9348,35 + 10184,4 + 8604) \cdot \frac{15}{100} = 7287 \text{ люд.-год.};$$

2.4.3 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Проводимо розрахунок кількості робітників. Необхідна кількість робочих

P_T :

$$P_T = \frac{T_P}{\Phi_M}; \quad (2.32)$$

$$T_P = T_{3MOP}^{\Sigma} + T_{1P}^{\Sigma} + T_{2P}^{\Sigma} + T_{ППР}^{\Sigma} + T_{сам}; \quad (2.33)$$

$$T_{3MOPM}^{\Sigma} = 12777,6 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{3MOPA}^{\Sigma} = 20444,2 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1PM}^{\Sigma} = 6798,8 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{1PA}^{\Sigma} = 9348,35 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2PM}^{\Sigma} = 8487 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{2PA}^{\Sigma} = 10184,4 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{ПРМ}^{\Sigma} = 22644 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{ПРА}^{\Sigma} = 8604 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{самM} = 7606 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{самA} = 7287 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PM} = 12777,6 + 6798,8 + 8487 + 22644 + 7606 = 58313,4 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{PA} = 20444,2 + 9348,35 + 10184,4 + 8604 + 7287 = 55867,9 \text{ люд.-год.};$$

$$\Phi_M = (D_{кр} - D_e - D_c) \cdot 8 - D_{ПС} \cdot 6; \quad (2.34)$$

$$D_{кр} = 365 \text{ днів};$$

$$D_e = 52 \text{ днів};$$

$$D_c = 8 \text{ днів};$$

$$D_{ПС} = 10 \text{ днів};$$

$$\Phi_M = (365 - 52 - 8) \cdot 8 - 10 \cdot 6 = 2380 \text{ годин};$$

$$T_P = T_{PM} + T_{PA}; \quad (2.35)$$

$$T_P = 58313,4 + 55867,9 = 114181 \text{ люд.-год.};$$

$$P_T = \frac{114181}{2380} = 48 \text{ робітника.}$$

Штатна кількість виробничих робітників:

$$P_{Ш} = \frac{T_P}{\Phi_P}; \quad (2.36)$$

$$T_P = 114181 \text{ люд.-год.};$$

$$\Phi_P = \Phi_M - (D_{від} + D_{мн}) \cdot 8; \quad (2.37)$$

$$D_{від} = 24 \text{ дня};$$

$$D_{мн} = 17 \text{ днів};$$

$$\Phi_M = 2380 \text{ год.};$$

$$\Phi_P = 2380 - (24 + 17) \cdot 8 = 2052 \text{ год.};$$

$$P_{Ш} = \frac{114181}{2052} = 56 \text{ робітників.}$$

Коефіцієнт штатності:

$$\eta = \frac{\Phi_P}{\Phi_M}; \quad (2.38)$$

$$\Phi_P = 2052 \text{ год.};$$

$$\Phi_M = 2380 \text{ год.};$$

$$\eta = \frac{2052}{2380} = 0,86.$$

2.4.4 Розрахунок постів ТО і ПР автобусів

Визначимо кількість робітників і постів для проведення ТО-1.

Темп або період обслуговування рухомого складу або середній інтервал часу від моментами виходу автобусів з зони ТО-1:

$$R_1 = \frac{60 \cdot T_{зм} \cdot C}{N_1^{дооб}}; \quad (2.39)$$

$$T_{зм} = 8 \text{ год.};$$

$$C = 1 \text{ зміна};$$

$$N_1^{\text{дооб}} = \frac{N_{1P}^{\Sigma}}{D_{PP}}; \quad (2.40)$$

$$N_{1P}^{\Sigma} = 1478;$$

$$D_{PP} = 305 \text{ днів};$$

$$N_1^{\text{дооб}} = \frac{1478}{305} = 5 \text{ обсл.};$$

$$R_1 = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{5} = 96 \text{ хв.};$$

Такт посту або середній час простою автобуса на посту:

$$\tau_1 = \frac{60 \cdot t_1}{P_n} + t_n; \quad (2.41)$$

$$t_{1M} = 4,6 \text{ люд.-год.},$$

$$t_{1A} = 6,325 \text{ люд.-год.};$$

$$t_n = 2 \text{ хв.};$$

$$P_{nM} = 2 \text{ чол.},$$

$$P_{nA} = 3 \text{ чол.};$$

$$\tau_{1M} = \frac{60 \cdot 4,6}{2} + 2 = 140 \text{ хв.};$$

$$\tau_{1M} = \frac{60 \cdot 6,325}{3} + 2 = 128,5 \text{ хв.};$$

Число постів технічного обслуговування:

$$X_1 = \frac{\tau \cdot K_H}{R \cdot K_{\text{вук}}}; \quad (2.42)$$

$$\tau_{1M} = 140 \text{ хв.};$$

$$\tau_{2M} = 128,5 \text{ хв.};$$

$$K_H = 1,1;$$

$$K_{\text{вук}} = 0,98;$$

$$R_1 = 96 \text{ хв.};$$

$$X_{1M} = \frac{140 \cdot 1,1}{96 \cdot 0,98} = 2 \text{ поста};$$

$$X_{1A} = \frac{128,5 \cdot 1,1}{96 \cdot 0,98} = 2 \text{ поста};$$

Визначимо кількість робітників і постів для проведення ТО-2.

Темп або період обслуговування рухомого складу або середній інтервал часу від моментами виходу автобусів з зони ТО-2:

$$R_2 = \frac{60 \cdot T_{зм} \cdot C}{N_2^{дооб}}; \quad (2.43)$$

$$T_{зм} = 8 \text{ год.};$$

$$C = 1 \text{ зміна};$$

$$N_2^{дооб} = \frac{N_{2P}^{\Sigma}}{D_{PP}}; \quad (2.44)$$

$$N_{2P}^{\Sigma} = 492;$$

$$D_{PP} = 305 \text{ днів};$$

$$N_2^{дооб} = \frac{492}{305} = 2 \text{ обсл.};$$

$$R_2 = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{2} = 240 \text{ хв.};$$

Такт посту або середній час простою автобуса на посту:

$$\tau_2 = \frac{60 \cdot t_2}{P_n} + t_n; \quad (2.45)$$

$$t_{2M} = 17,25 \text{ люд.-год.},$$

$$t_{2A} = 20,7 \text{ люд.-год.};$$

$$t_n = 2 \text{ хв.};$$

$$P_{nM} = 3 \text{ роб.}$$

$$P_{nA} = 4 \text{ роб.};$$

$$\tau_{2M} = \frac{60 \cdot 17,25}{3} + 2 = 347 \text{ хв.};$$

$$\tau_{2A} = \frac{60 \cdot 20,7}{4} + 2 = 312,5 \text{ хв.};$$

Число постів технічного обслуговування:

$$X_2 = \frac{\tau \cdot K_H}{R \cdot K_{\text{вук}}}; \quad (2.46)$$

$$\tau_{2M} = 347 \text{ хв.};$$

$$\tau_{2A} = 312,5 \text{ хв.};$$

$$K_H = 1,1;$$

$$K_{\text{вук}} = 0,98;$$

$$R_1 = 240 \text{ хв.};$$

$$X_{2M} = \frac{347 \cdot 1,1}{240 \cdot 0,98} = 2 \text{ постів};$$

$$X_{2A} = \frac{312,5 \cdot 1,1}{240 \cdot 0,98} = 1 \text{ постів};$$

Визначення такту лінії періодичної дії:

$$\tau_n = \frac{t_{3MO}}{P_n} + t_n; \quad (2.47)$$

$$t_{3MO} = 0,575 \text{ люд.-год.},$$

$$t_{3OA} = 0,92 \text{ люд.-год.};$$

$$t_n = 2 \text{ хв.};$$

$$P_{nM} = 2 \text{ роб.},$$

$$P_{nA} = 3 \text{ роб.};$$

$$\tau_{3MO} = \frac{60 \cdot 0,575}{2} + 2 = 19,25 \text{ хв.};$$

$$\tau_{3OA} = \frac{60 \cdot 0,92}{3} + 2 = 20,4 \text{ хв.};$$

Час переміщення автобуса з поста на пост:

$$t_n = \frac{L_a + a}{V_K}; \quad (2.48)$$

$$L_{aM} = 7,26 \text{ м},$$

$$L_{aA} = 9,19 \text{ м};$$

$$a = 1,2 \text{ м};$$

V_K – приймається не більше 15м/хв.

$$t_{nM} = \frac{7,26 + 1,2}{10} = 1 \text{ хв.};$$

$$t_{nA} = \frac{9,19 + 1,2}{10} = 1 \text{ хв.};$$

Визначення річної програми по ЗМО на парк.

$$N_{3MO}^{дооб} = \frac{N_{3MOP}^{\Sigma}}{D_{PP}}; \quad (2.49)$$

$$N_{3MOP}^{\Sigma} = 22222;$$

$$D_{PP} = 305 \text{ днів};$$

$$N_{3MO}^{дооб} = \frac{22222}{305} = 73 \text{ обл.};$$

Темп або період обслуговування рухомого складу або середній інтервал часу від моментами виходу автобусів з зони ЗМО:

$$R_{3MO} = \frac{60 \cdot T_{3M} \cdot C}{N_{3MO}^{дооб}}; \quad (2.50)$$

$$T_{3M} = 8 \text{ год.};$$

$$C = 1 \text{ зміна};$$

$$N_{3MO}^{дооб} = 73 \text{ обл.};$$

$$R_{3MO} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{73} = 6,58 \text{ хв.};$$

Число ліній змінного обслуговування:

$$X_{3MOM} = \frac{\tau \cdot K_H}{R \cdot K_{вик}}; \quad (2.51)$$

$$\tau_{3MOM} = 19,25 \text{ хв.};$$

$$\tau_{3MOM} = 20,4 \text{ хв.};$$

$$K_H = 1,2;$$

$$K_{вик} = 0,98;$$

$$R_{3MO} = 6,58 \text{ хв.};$$

$$X_{3MOM} = \frac{19,25 \cdot 1,2}{6,58 \cdot 0,98} = 4 \text{ ліній};$$

$$X_{зМОА} = \frac{20,4 \cdot 1,2}{6,58 \cdot 0,98} = 4 \text{ ліній};$$

Визначення кількості постів поточного ремонту:

$$X_{ПР} = \frac{T_{ПРР} \cdot K_H}{D_{РР} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot P_n \cdot K_{вук}}; \quad (2.52)$$

$$T_{ПРРМ} = 22644 \text{ люд.-год.},$$

$$T_{ПРРА} = 8604 \text{ люд.-год.};$$

$$K_H = 1,1;$$

$$D_{РР} = 305 \text{ днів};$$

$$T_{зм} = 8 \text{ год.};$$

$$C = 1 \text{ зміна};$$

$$K_{вук} = 0,98;$$

$$P_{нМ} = 1,$$

$$P_{нА} = 1,5;$$

$$X_{ПРМ} = \frac{22644 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,92} = 11 \text{ постів};$$

$$X_{ПРА} = \frac{8604 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 0,92} = 3 \text{ поста};$$

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку кількості постів ТО і ПР автобусів

Показники	Мікроавтобуси	Автобуси
Такт поста ТО-1 τ_1 , хв.	140	128,5
Добова програма, $N_{1доб}$, обл.	5	5
Темп виробництва зони ТО-1, R_1 , хв.	96	96
Такт поста ТО-2 τ_2 , хв.	347	312,5
Добова програма, $N_{2доб}$, обл.	2	2
Темп виробництва зони ТО-2, R_2 , хв.	240	240
Число постів ТО-1, X_1 , од.	2	2
Число постів ТО-2, X_2 , од.	2	1
Число постів ПР, $X_{ПР}$, од.	11	3

2.5 Розрахунок економічної ефективності роботи

Розрахунок економічної ефективності інвестицій у ринкових умовах господарювання проводиться шляхом попередніх і остаточних оцінок очікуваних результатів.

Показниками попередньої оцінки ефективності інвестицій є прибуток, що очікується від реалізації проекту; рентабельність надання послуг; термін окупності інвестицій; показники безбитковості проекту.

Річний прибуток від надання послуг з урахуванням здійснення проекту визначається за формулою:

$$Pr = (C_{од}_{баз} - S_{од}_{пр}) \cdot Q_{пр}, \quad (2.53)$$

Тоді річний прибуток ПР буде складати

$$Pr = (786 - 671,8) \cdot 1550 = 177010 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток розраховується за формулою:

$$ЧП = Pr - Pr \cdot Пн, \quad (2.54)$$

$$ЧП = 177010 - 177010 \cdot 0,18 = 145148 \text{ грн.}$$

Рентабельність діагностичних робіт, R, %, визначається за формулою:

$$R = \frac{ЧП}{S_{од.пр.} \cdot Q_{пр.}} \cdot 100\%, \quad (2.55)$$

$$R = \frac{145148}{671,8 \cdot 1550} \cdot 100\% = 13,9 \%$$

Термін окупності інвестицій визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{ПІ}{ЧП}, \quad (2.56)$$

$$T_{ок} = \frac{264330}{145148} = 1,8 \text{ року.}$$

Далі визначимо точку безбитковості проекту реконструкції. Безбитковість проекту визначається шляхом зіставлення виручки від надання послуг та поточних витрат виробництва.

Точкою безбитковості є такий обсяг надання послуг, при якому прибуток від реалізації робіт дорівнює нулю. Безбитковий обсяг надання послуг визначається за формулою

$$Q_{кр} = \frac{B_{y.n.}}{Цодбаз - B_{змод}}, \quad (2.57)$$

$$B_{y.n.} = 0,15 \cdot S \cdot Q_{p np},$$

$$B_{y.n.} = 0,15 \cdot 671,8 \cdot 1550 = 156193 \text{ грн.}$$

$$B_{змод} = 0,85 \cdot S,$$

$$B_{змод} = 0,85 \cdot 671,8 = 571,0 \text{ грн.}$$

$$Q_{кр} = \frac{156193}{786 - 571} = 726 \text{ од.}$$

Безбитковий обсяг надання послуг у вартісному виразі розраховується за формулою:

$$Q_{кр_в} = Q_{кр}, \quad (2.58)$$

$$Q_{кр_в} = 786 \cdot 726 = 570636 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку безбиткового обсягу діагностувань зводимо в табл. 2.4

Коефіцієнт безбиткового використання виробничих можливостей (K_{δ}) визначається відношенням безбиткового обсягу надання послуг до максимально-можливого обсягу робіт:

$$K_{\delta} = \frac{Q_{кр}}{Q} \cdot 100, \quad (2.59)$$

$$K_{\delta} = \frac{726}{1550} \cdot 100 = 46,8\%$$

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку безбиткового обсягу діагностування автобусів

Найменування показника	Умовні позначення	Одиниця виміру	Величина показника

Річний обсяг робіт	Q	од.	1550
Собівартість одного діагностування	S	грн.	671,8
Умовно-постійні витрати на весь обсяг робіт	$V_{у.п.}$	грн.	156193
Змінні витрати, що припадають на одиницю роботи	$V_{зм.од}$	грн.	571
Ціна одного діагностування	$Цод_{баз}$	грн.	786
Беззбитковий обсяг робіт в натуральному виразі	$Q_{кр}$	од.	726
Беззбитковий обсяг робіт у вартісному виразі	$Q_{крв}$	грн.	570636

Графічне зображення залежності витрат і прибутку від обсягу ремонтів представимо на рис. 2.2.

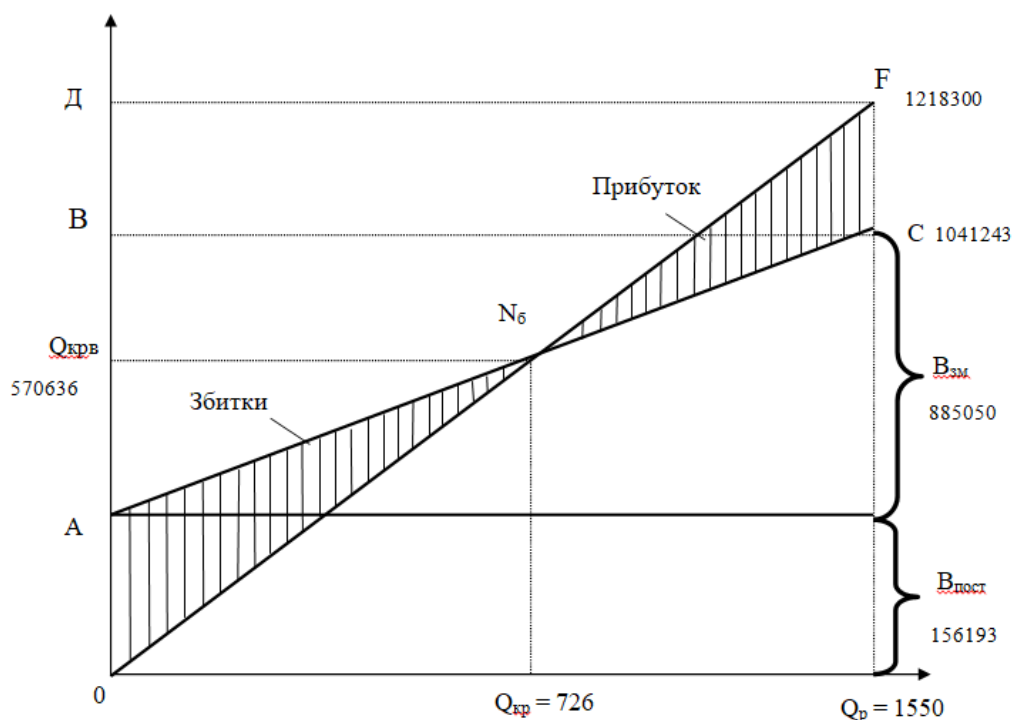


Рис. 2.2 – Графік залежності витрат і прибутку від обсягу діагностування автобусів

Показники оцінки економічної ефективності реконструкції діагностичної дільниці наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники оцінки економічної ефективності інвестиційного

проекту реконструкції ділянки діагностування автобусів

Назва показників	Одиниці вимірювання	Величина показника
Обсяг робіт за рік по діагностуванню	од.	1550
Собівартість одного діагностування	грн.	671,8
Вартість одного діагностування	грн.	786
Загальна економія собівартості діагностування	грн.	62775
Рентабельність виконання діагностики	%	13,9
Початкові інвестиції	грн.	264330
Прибуток від реалізації інвестиційного проекту	грн.	177010
Чистий прибуток	грн.	145148
Беззбитковий обсяг виконання робіт	од.	726
	грн.	570636
Теперішня вартість	грн.	64063
Норми рентабельності	%	39,8
Прибуткова і інвестиція		1,24
Термін окупності інвестицій	років	1,6

Термін окупності інвестицій ($T_{ок}$) кількість років, за котрі повинно окупитися початкові інвестиції та розраховується за формулою

$$T_{ок} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}}, \quad (2.60)$$

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (2.61)$$

$$ГП_{диск} = \frac{328393}{2} = 164196 \text{ грн.}$$

Тоді, термін окупності буде складати

$$T_{ок} = \frac{264330}{164196} = 1,6 \text{ року.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Будова, принцип роботи та перевірочний розрахунок стенду для перевірки генераторів, стартерів, реле-регуляторів

Стенд призначений для перевірки генераторів, реле-регуляторів і стартерів (моделі Е-211). Стенд використовується на автотранспортних підприємствах і станціях технічного обслуговування для перевірки технічного стану і регулювання електрообладнання, знятого з автомобіля.

Стенд забезпечує перевірку слідуючого електрообладнання: генераторів перемінного і постійного струму з номінальною напругою 12 і 24 В, потужністю до 500 Вт і реле-регуляторів до них; стартерів потужністю до 2 к.с; реле-перерувачів поворотів; випрямлювачів, транзисторів і опорів які входять до схеми електрообладнання автомобіля.

Стенд є стаціонарним електротехнічним приладом, призначеним для експлуатації в приміщеннях.

Виготовляється стенд У, категорія розміщення 4 по ГОСТ (при навколишній температурі середовища +1°C до +35°C, відносній вологості до 80% при 25%).

Конструкція стенду приведена на рис. 3.1

Стенд складається з двох основних частин: основи та панелі приборів. Основа виготовлена з гнутих профілів зварюванням і закривається стіновими щитками. Зверху розташований проміжний привід 33 з датчиком тахометру 34 і затискувачем 17.

Привід генераторів, які перевіряються здійснюється від репульсійного електродвигуна 31 через клинову пасову передачу. Натяг пасу здійснюється за допомогою ролика 33. Рукоятка керування обертами електродвигуна 19 знаходиться на панелі керування, а вимикач двигуна 15 – на панелі приборів. На панелі керування також розташовані: перемикач батарей 3, вимикач мережі 20, реостат напруги 21, регулювальний реостат 4 і клеми 18 для підключення стартерів які перевіряються. Нижче панелі керування розташований блок 2 для приладів. Акумулятор 2 живлення стенду знаходиться у герметичному ящику.

Вентиляційна труба ящика виведена на зовні. На ящику встановлюють трансформатор 23 і блок випрямлювачів 24, які здійснюють підзарядження акумуляторів. У внутрішній порожнині основи знаходяться: напружний опір 37, вимикач стартеру 25, шунт 29 стартерного ланцюга і фільтр 30. На панелі приборів розташовані: показник омметра, тахометра 9, вольтметр 10, амперметри 12 та 13, блок омметра тахометра 7, блок керування 11, сигнальна лампа 8, розетка 14 для підключення перевіряємих реле-перерувачів поворотів, клемна панель 16 для підключення перевіряємих генераторів і зворотна площадка 5 для встановлення перевіряємих реле-регуляторів. За панеллю приборів розташовані: блок живлення ланцюгів керування, сигналізація і контроль ізоляції 36, блок реле 35, запобіжник 28 на 6А, запобіжник 22 на 20А, шунт 25 на 50А і шунт 26 на 10А.

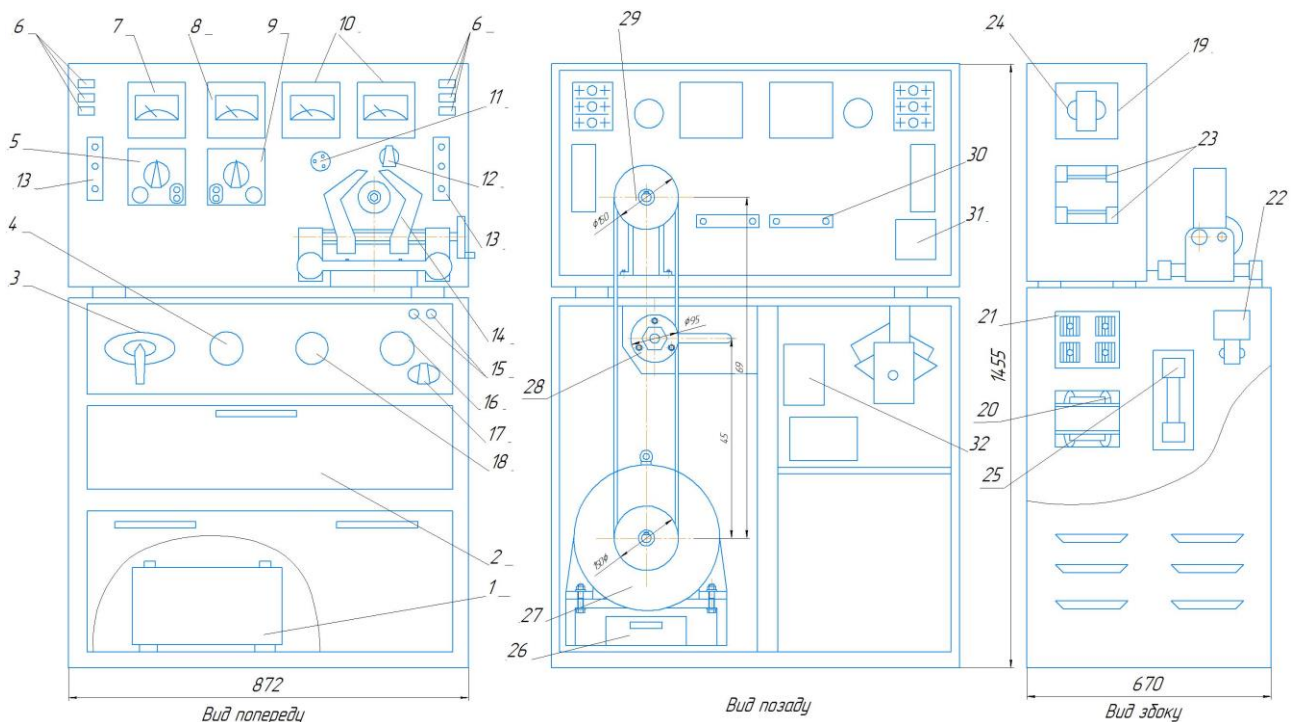


Рис. 3.1 - Конструкція стенду Е-211

Кінематична схема стенду Е-211 наведена на рис.3.3.

Обертання муфти здійснюється через клиноремінну передачу від електродвигуна. Зрізання зношених колодок відбувається за допомогою різця, який закріплений на станині стенда.

Привід клиноремінної передачі здійснюється за допомогою репульсійного електродвигуна моделі 529У4; КПД = 0,5; частота обертання $n = 3000 - 5000 \text{ хв}^{-1}$; напруга 220В.

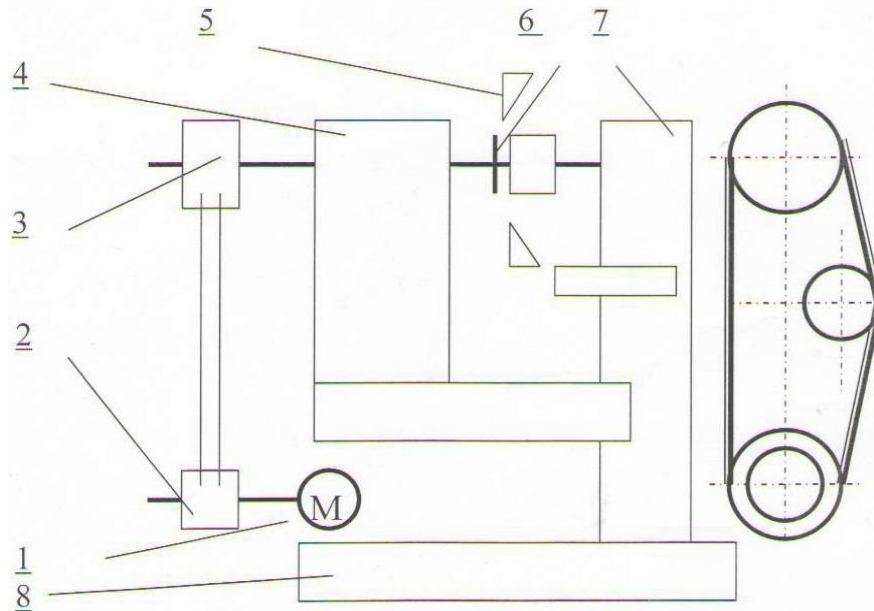


Рис. 3.2 – Кінематична схема стенду Е-211

1 - електродвигун; 2 - шків; 3 - клиноремінна передача; 4 - опорний вузол; 5 - сполучна муфта для фіксації генераторів; 6 - затискач для фіксації генераторів; 7 - рама; 8 - основа стенду.

Фіксація в стенді Е-211 для перевірки стартера або генератора відбувається за рахунок притискних захватів фіксуючого вузла, кінематична схема якого наведена на рисунку 3.3

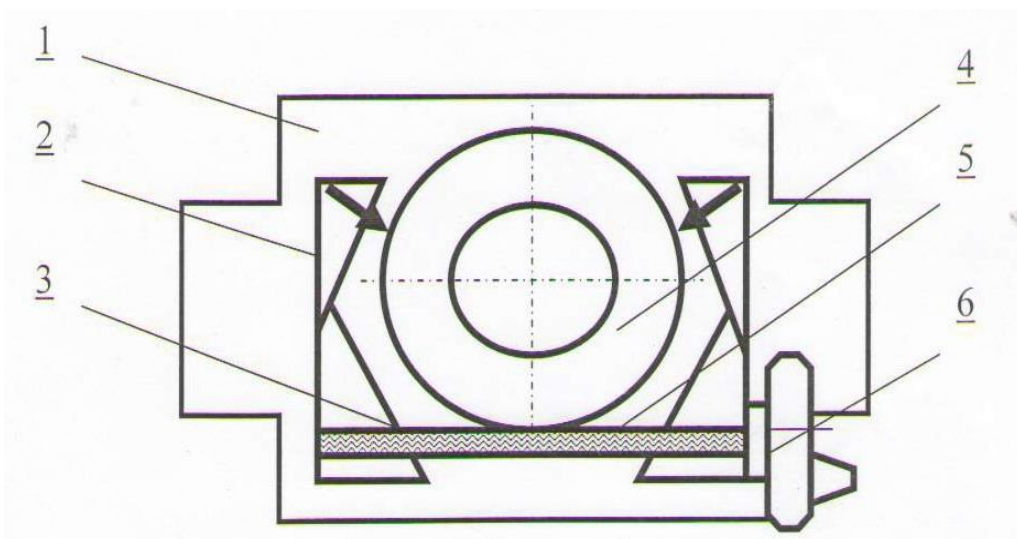


Рис. 3.3 – Схема фіксації генератора на стенді.

1 – фіксуючий пристрій; 2 – затискачі; 3 – гайка; 4 – генератор; 5 – гвинт; 6 – маховик.

Вибираємо прогумований пасок типу А с тканиною БКНЛ-65 з гумовими прошарками.

3.2 Перевірочний розрахунок гвинт-гайка стенду Е-213

Вихідними даними для розрахунку є:

- потужність від асинхронного двигуна $N_I = 1,5 \text{ кВт}$,
- частота обертання швидкохідного валу $n_I = 3000 \text{ хв}^{-1}$,
- передаточне число $u = 2$,
- $\sigma_r = 360 \text{ МПа}$,
- матеріал гайки Бр 0Ф10-1,
- матеріал гвинта – сталь 45,
- робота в дві зміни,
- навантаження спокійне,

Орієнтовний діаметр шківів визначаємо за формулою:

$$d_u = (1100 \dots 1300) \sqrt[3]{\frac{N}{n}}, \quad (3.1)$$

$N = 1,5 \text{ кВт}$;

$n = 3000 \text{ хв}^{-1}$.

$$d_u = 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,5}{3000}} = 160 \text{ мм.}$$

Діаметр меншого шківів визначаємо по формулі:

$$d'_u = \frac{d_u}{u \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.2)$$

Приймаємо $\varepsilon = 0,01$ [5].

$d_\phi = 160 \text{ мм}$;

$u = 3$.

$$d'_u = \frac{160}{2 \cdot (1 - 0,01)} = 80 \text{ мм.}$$

Дійсне передаточне число визначаємо по формулі:

$$u = \frac{d_u}{d'_u \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.3)$$

$d_\phi = 160 \text{ мм}$;

$d'_u = 80 \text{ мм}$.

Приймаємо $\varepsilon = 0,01$ [5].

$$u = \frac{160}{80 \cdot (1 - 0,01)} = 2.$$

Швидкість паску U_p , хв.⁻¹, визначаємо за формулою:

$$U_p = \frac{\pi \cdot d'_{uu} \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (3.4)$$

$$n = 3000 \text{ хв}^{-1};$$

$$d'_{uu} = 80 \text{ мм};$$

$$\pi = 3,14.$$

$$U_p = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 3000}{60 \cdot 1000} = 1212 \text{ хв}^{-3}.$$

Мінімальна міжосьова відстань a , мм, визначаємо за формулою:

$$a = 2 \cdot (d_{uu} + d'_{uu}), \quad (3.5)$$

$$d_{uu} = 160 \text{ мм};$$

$$d'_{uu} = 80 \text{ мм}.$$

$$a = 2 \cdot (160 + 80) = 480 \text{ мм}.$$

Розрахункову довжину паску L , мм, визначаємо по формулі:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{uu} + d'_{uu}) + \frac{(d_{uu} - d'_{uu})^2}{4a}, \quad (3.6)$$

$$d_{uu} = 160 \text{ мм};$$

$$d'_{uu} = 80 \text{ мм};$$

$$a = 480 \text{ мм};$$

$$\pi = 3,14.$$

$$L = 2 \cdot 480 + \frac{3,14}{2} \cdot (160 + 80) + \frac{(160 - 80)^2}{4 \cdot 480} = 1347,3 \text{ мм}.$$

Число пробігів паску визначаємо по формулі:

$$V = \frac{U}{L}, \quad (3.7)$$

$$U = 3,13 \text{ хв}^{-1};$$

$$L = 1,072 \text{ мм}.$$

$$V = \frac{3,13}{1,072} = 2,9 < [V] = 5 \text{сек}^{-1}.$$

Кут обхвату α° , на меншому шківі визначаємо по формулі:

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_u - d'_u}{a}, \quad (3.8)$$

$$d_u = 160 \text{ мм};$$

$$d'_u = 80 \text{ мм};$$

$$a = 480 \text{ мм};$$

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{160 - 80}{480} = 171,1.$$

Питома сила попереднього натягу для передач із натягом за рахунок пружності ременя при середній міжосьовій відстані й горизонтальному її розташуванні вибирається з таблиці 3.5 [5] $S_0 = 2,25 \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-1}$ (при $i = 2; d = 64 \text{ мм}, q_0 = 11,1 \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-1}$).

Визначаємо допустиме питома окружне зусилля q , $\text{Н} \cdot \text{мм}^{-1}$ по формулі:

$$[q] = q_0 \cdot C_o \cdot C_a \cdot C_p \cdot C_\sigma, \quad (3.9)$$

$$q_0 = 11,1 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Приймаємо $C_o = 0,8; C_a = 0,97; C_p = 0,8; C_\sigma = 1,04$. [5, табл. 3.6 - 3.9].

$$[q] = 11,1 \cdot 0,8 \cdot 0,97 \cdot 0,8 \cdot 1,04 = 7,16 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Ширина ременя b , мм, визначаємо за формулою:

$$b = \frac{2T_1}{d'_u \cdot [q]}, \quad (3.10)$$

$$d'_u = 80 \text{ мм};$$

$$q = 7,16 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Визначимо крутний момент на швидкохідному валу по формулі:

$$T_1 = 9550 \cdot 10^3 \cdot \frac{N_1}{n_1}, \quad (3.11)$$

$$N = 1,5 \text{ кВт};$$

$$n = 3000 \text{ хв}^{-3}.$$

$$T_1 = 9550 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,5}{3000} = 4775 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$b = \frac{2 \cdot 4775}{80 \cdot 7,16} = 15,7 \text{ мм.}$$

Вибираємо стандартну ширину паску $b = 63$ мм. При цьому перевіряємо відповідність обраного табличного значення й остаточно прийнятого нашарування прокладок. У розглянутому випадку відповідність слоїв нашарування дотримана, тоді $i = 4$.

Зусилля від попереднього натягу паску S_o , визначаємо за формулою:

$$S_o = s_o \cdot b \cdot i, \quad (3.12)$$

$$b = 63 \text{ мм;}$$

$$i = 4;$$

$$s_o = 2,25 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

$$S_o = 2,25 \cdot 63 \cdot 4 = 567 \text{ Н.}$$

Тиск ремня на вали Q , визначаємо за формулою:

$$Q = 2S_o \cdot \sin \cdot \frac{\alpha}{2}, \quad (3.13)$$

$$S_o = 567 \text{ Н;}$$

$$\alpha = 171,3.$$

$$Q = 2 \cdot 567 \cdot \sin \cdot \frac{171,1}{2} = 1122,66 \text{ Н.}$$

З огляду на те, що для передач із періодичним підтягуванням запас натягу прийнятий 3.5

$$Q_{\max} = 1,5 \cdot Q, \quad (3.14)$$

$$Q = 1122,66 \text{ Н.}$$

$$Q_{\max} = 1,5 \cdot 1122,66 = 1683,99 \text{ Н.}$$

Ширина обіду шківів за ГОСТ 17383-73 відповідає ширині ремня $b = 63$ мм, $B = 71$ мм.

Допустима напруга, для матеріалу гвинта, σ , визначаємо за формулою:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{3}, \quad (3.15)$$

Матеріал винта – сталь 45.

$$[\sigma] = \frac{360}{3} = 120 \text{ МПа.}$$

Для матеріалу гайки приймаємо:

$$[\sigma_p] = 40 \text{ МПа}, [\sigma_{см}] = 45 \text{ МПа}.$$

Допустимий тиск, для пари сталь-бронза $[q]=9 \text{ МПа}$.

Оскільки навантаження в передачі одностороннє приймаємо упорне різьблення з $\psi_h = 0,75$.

Конструкцію гайки приймаємо цільну з $\psi_H = 1,5$; [5, с. 240].

Середній діаметр різьблення, d_p , визначаємо по формулі:

$$d_p = \sqrt{\frac{3 \cdot Q}{\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [q]}}, \quad (3.16)$$

$$Q = 2000 \text{ Н}.$$

$$d_p = \sqrt{\frac{3 \cdot 2000}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 9}} = 13,7 \text{ мм}.$$

З огляду на те, що для подолання сили виштовхування порожнього радіатора знадобиться додаткове зусилля. Приймаємо $d_p=30 \text{ мм}$ ГОСТ 10177-92 табл. 9.2 [5] Приймаємо однозахідне різьблення $z_p = 1$, $d = 30 \text{ мм}$, $P = 6 \text{ мм}$, $d_2 = 26 \text{ мм}$,

$$d_3 = 24 \text{ мм}.$$

Кут підйому різьблення $\text{tg } \gamma$ визначаємо за формулою:

$$\text{tg } \gamma = \sqrt{\frac{P \cdot Z_n}{\pi \cdot d_2}}, \quad (3.17)$$

$$\text{tg } \gamma = \sqrt{\frac{6 \cdot 1}{3,14 \cdot 26}} = 0,075$$

$$\gamma = 3^\circ 58' 30''.$$

Зовнішній діаметр гайки, D , мм, визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} + d^2, \quad (3.18)$$

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot 2000}{3,14 \cdot 40}} + 30^2 = 33 \text{ мм}.$$

Приймаємо $D = 35 \text{ мм}$.

Зовнішній діаметр фланця гайки D , визначаємо за формулою:

$$a = (0,25 \dots 0,3) \cdot H_2,$$

$$a=0,3 \cdot 80=24 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a = 25$ мм.

Перевіряємо висоту фланця на зріз τ_{CP} , по формулі:

З умов зносостійкості зовнішній діаметр D_0 , мм, опорної поверхні гайки гвинта визначаємо по формулі:

$$\tau_{CP} = \frac{Q}{\pi \cdot D \cdot a}, \quad (3.19)$$

$$\tau_{CP} = \frac{20000}{3,14 \cdot 35 \cdot 25} = 0,76 \text{ МПа} < [\tau_{CP}] = 20 \text{ МПа.}$$

З умов зносостійкості зовнішній діаметр D_0 , мм, опорної поверхні гайки гвинта визначаємо по формулі:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [q]} + d_0^2}, \quad (3.20)$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 20000}{3,14 \cdot 15}} + 212 = 24,7.$$

Приймаємо $D_0 = 26$ мм.

Перевіряємо гвинт на стійкість.

Визначаємо l , довжину стислої частини гвинта по формулі:

$$l = l_0 + h_2 + \frac{H_\Gamma}{2}, \quad (3.21)$$

де l – робочий хід каретки;

Приймаємо $l_0 = 800$ мм, $h_2 = 1$, $d = 45$ мм.

$$l = 800 + 45 + \frac{80}{2} = 885 \text{ мм.}$$

Гнучкість гвинта λ , визначаємо по формулі:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}}, \quad (3.22)$$

Приймаємо $\mu = 0,2$; $i_{\min} = \frac{d_3}{4} = \frac{24}{4} = 6$ мм.

$$\lambda = \frac{0,2 \cdot 885}{6} = 29,5.$$

Для гнучкості $\lambda = 30$ коефіцієнт зменшення напруги для сталі 45, $\varphi = 0,9$.

Перевіряємо висоту фланця на зріз τ_{CP} , по формулі:

$$Q_{oon} = [\sigma_{СЖ}] \cdot F \cdot \phi, \quad (3.23)$$

$$\text{де } F = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}, \quad (3.24)$$

$$Q_{oon} = 120 \cdot \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} = 0,9 = 48833 \text{ Н} > Q = 2000 \text{ Н}.$$

Еквівалентна напруга в найнебезпечнішому перетині гвинта, $\sigma_{екв}$, визначаємо по формулі:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_3^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{T}{0,2 \cdot d_3^3}\right)^2}, \quad (3.25)$$

$$\text{де } T = T_p = Q \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\gamma + \phi), \quad (3.26)$$

$$T = 2000 \cdot \frac{26}{2} \cdot \text{tg} 8^\circ 36' = 3640 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Момент тертя в опорі, $T_{оп}$, визначаємо за формулою:

$$T_{оп} = \frac{1}{3} Q f \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2}, \quad (3.27)$$

$$T_{оп} = \frac{1}{3} 2000 \cdot 0,12 \frac{26^3 - 21^3}{26^2 - 21^2} = 2830,6 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 2000}{3,14 \cdot 24^2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{3600}{0,2 \cdot 24^3}\right)^2} = 4,95 \text{ МПа} < [\sigma] = 120 \text{ МПа}.$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Діагностика підшипників маточин коліс методом шумо-акустичного неруйнівного контролю

Системою контролю якості такої продукції як підшипник може бути неруйнівний діагностичний контроль. Від вірного вибору неруйнівного контролю і діагностики у великій мірі залежить ефективність кінцевого результату – довготривала працездатність об'єктів при мінімальних витратах.

Термін служби підшипникових вузлів та агрегатів автомобілів багато в чому визначається якістю встановлених підшипників кочення. При аналізі дефектів підшипників кочення досить ефективним методом діагностики являється шумо-діагностичний спосіб неруйнівного контролю, який дозволяє визначити стан того чи іншого підшипника після певного терміну його напрацювання, при цьому не розбираючи підшипниковий вузол. Також дає змогу оцінити за акустичними параметрами ефективність того чи іншого змащувального матеріалу який застосовується у підшипників кочення.

Проблема неруйнівного контролю підшипників кочення має суттєве практичне значення для автомобільного транспорту, так як цей метод діагностики виключає необхідність розбирання-збирання вузлів, що мають підшипники кочення, а значить підвищується термін роботи вузла та зменшується вартість ремонт.

Акустичний метод контролю служить для діагностики працюючих механізмів, вузлів і деталей. Даний метод має важливі переваги над іншими методами контролю являється те наскільки він реагує тільки на небезпечні дефекти деталі які розвиваються, і надає можливість перевіряти всю деталь цілком без сканування дану деталь перетворювачом.

На рисунку 4.1 зображена схема установки для діагностування підшипників кочення.

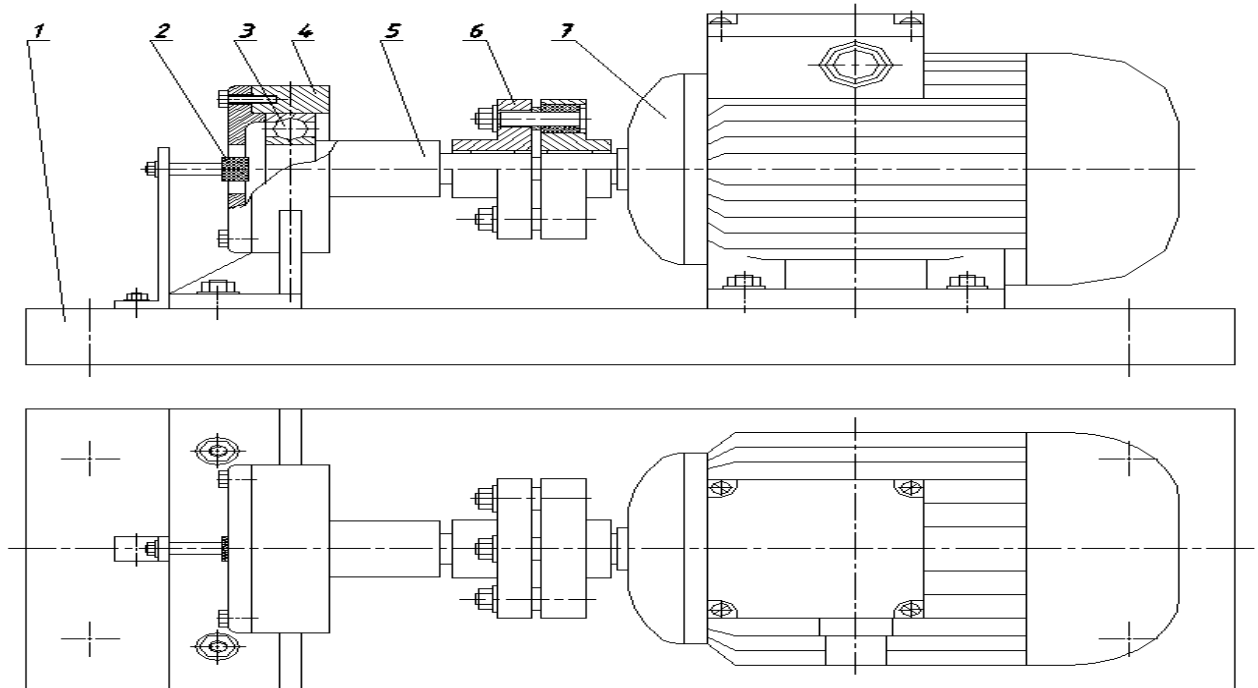


Рис. 4.1– Схема установки для діагностування підшипників кочення.

1 – рама; 2 – датчик шуму; 3 – підшипник кочення; 4 – опора підшипника; 5 – проміжний вал; 6 – муфта УМПІ; 7 – електродвигун 4АМА71А.

Випробування проводились аналогічним чином, як і для мастила №158. Було проведено декілька циклів запису файлів напрацювання підшипників з різними мастилами, після чого за допомогою програм GoldWave та Spectrogram 16 було проведено аналіз цих файлів.

На наступному етапі проводились дослідження підшипників маточини автобуса на стенді по дослідженню тягово-динамічних параметрів. За допомогою датчику шуму та відповідного програмного забезпечення були записані аудіо-файли шумо-діагностичних параметрів підшипників маточини коліс автомобіля .

Аналіз аудіо файлів, де використовувалися різні мастила, дав змогу побачити, як змінюється поведінка віброакустичних показників на початку дослідження (після 100 годин напрацювання) та підшипника у граничному стані зносу (після 1000 годин напрацювання).

На рисунку 4.2 приведено графік залежності акустичних параметрів від мастил, що застосовуються у підшипниках.

Таблиця 4.1. Результати рівня шуму від виду мастильного матеріалу та
напрацювання підшипників

Час роботи, год.		100	200	300	400	500	600	800	1000
Величина звукових коливань, дБ	№158	47.2	47.2	48.1	50.5	56.4	61.3	70.4	72.1
		47.5	47.3	48.3	50.4	56.6	61.7	70.5	72.2
		47.3	47.5	48.6	50.9	56.4	61.2	70.3	72.5
		47.7	47.8	48.4	50.5	56.3	61.4	70.7	72.3
	ЛІТОЛ-24	45.3	46.4	49.4	55.3	61.1	69.6	77.7	78.3
		45.5	46.1	49.7	55.7	61.2	69.2	77.4	78.6
		45.4	46.3	49.5	55.8	61.5	69.4	77.9	78.4
		45.5	46.7	49.2	55.2	61.7	69.8	77.3	78.3
	Стенд тягово-динамічних параметрів	65.4	66.7	67.5	69.5	72.4			
		65.5	66.6	67.6	69.6	72.6			
		65.6	66.7	67.6	69.6	72.5	-	-	-
		65.5	66.8	67.5	69.5	72.6			
ЦИАТИМ-201	42.3	49.4	56.2	64.6	68.3	74.3	78.4	80.3	
	42.5	49.5	56.7	64.5	68.6	74.4	78.8	80.4	
	42.6	49.4	56.3	64.2	68.4	74.5	78.4	80.5	
	42.3	49.3	56.7	64.7	68.5	74.3	78.5	80.3	
Molykote 1292	46.4	48.6	52.6	59.5	69.4	76.3	79.3	81.2	
	46.5	48.4	52.5	59.8	69.3	76.6	79.5	81.4	
	46.3	48.7	52.7	59.4	69.7	76.5	79.7	81.7	
	46.7	48.4	52.8	59.9	69.6	76.8	79.6	81.3	

4.2 Оцінювання результатів зношування підшипників

З метою оцінювання результатів зношування підшипників по шумо-акустичним параметрам, були також проведені вимірювання радіального биття підшипників з використанням різних змащувальних матеріалів.

Радіальним биттям називається різниця між найбільшої й найменшої відстані від крапок реального профілю поверхні обертання до базової осі в перетині, перпендикулярному до цієї осі. Радіальне биття є результатом сумісного прояву відхилення від круглості профілю перетину, що розглядається і відхилення його центра відносно базової осі.

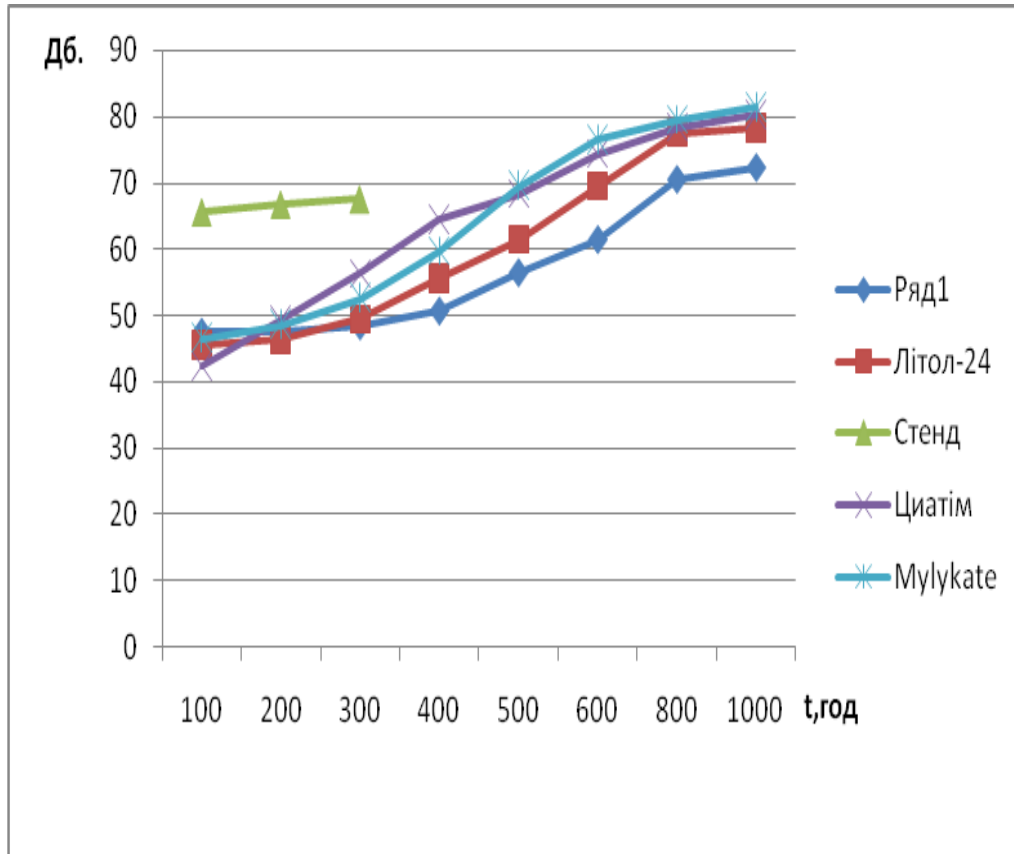


Рис. 4.2. Залежності акустичних параметрів від мастил, що застосовуються у підшипниках.

У таблиці 4.2 наведені середні значення радіального биття підшипників кочення, які пройшли певне напрацювання з застосуванням різних видів мастильних матеріалів. Також у таблиці наведені значення рівня шуму цих підшипників при їх випробуванні на установці неруйнівного контролю шумо-діагностичних параметрів.

Таблиця 4.2 - Значення радіального биття підшипників від застосування мастильних матеріалів

Вид мастила	Показання індикатора, мкм	Середнє значення, мкм	Рівень шуму, Дб
№158	19.8	19.86	72.1
	19.9		72.2
	19.9		72.1
ЛІТОЛ-24	19.8	19.8	78.2
	19.8		78.3

	19.8		78.3
ЦИАТИМ-201	20.1	20.13	80.3
	20.2		80.2
	20.1		80.3
Molykote 1292	20.2	20.2	81.6
	20.2		81.7
	20.2		81.7

Аналізуючи отримані дані можна зробити наступний висновок. Підшипники в яких застосовувались мастила №158 і Літол-24 мають середнє значення радіального биття в межах максимального припустимого допуску, що в нашому випадку складає менше 20 мкм. Рівень шуму при випробуванні цих підшипників менше, ніж у підшипників з мастилами Циатім-201 та Molykote 1292 ,а також середнє значення радіального биття останніх перевищують задані норми, тобто підшипники з мастилами 3 і 4 не відповідають вимогам як по радіальному биттю так і по рівню акустичних параметрів і в подальшому не можуть використовуватись.

Проведені лабораторні дослідження шумо-акустичних параметрів підшипників кочення та їх радіального биття дозволяють зробити висновок, що отримані на наших лабораторних установках значення (по рівню шуму та показанням індикатора годинникового типу) корелюються.

Метод акустичного неруйнівного контролю дозволяє оцінити ефективність застосування певного виду мастила в підшипниковому вузлі без його розбирання, що значно підвищує ресурс роботи самого підшипника і здешевлює ремонтно-діагностичні роботи ходової частини автомобілів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи по поліпшенню умов праці

При виконанні діагностики автобусів у місцях виконання та під час виконання даних видів робіт по обслуговуванню можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди автомобілів на працівників;
- падіння працюючих на поверхні, з висоти (буфера, підніжки, естакади тощо), в оглядову канаву, в самій оглядовій канаві;
- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;
- низька температура, підвищена вологість повітря у холодний період року;
- недостатня освітленість, на дільниці діагностики і в оглядовій канаві;
- можливість поразки електричним струмом;
- довготривале знаходження в одній позі з піднятими догори руками (перевірка кутів установки керованих коліс, при регулюванні гальмівної системи знаходячись у оглядовій канаві);
- підвищені рівні шуму від працюючого стенду для перевірки гальмівної системи, а також від компресорної станції для підкачки коліс;
- підвищена загазованість повітря чадним газом та інше.
- пожежі при зливанні пально-мастильних матеріалів з автомобілів, миття ними деталей вузлів, агрегатів, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях;

Карта умов праці для робітників дільниці наведена в таблиці 5.1.

З метою поліпшення умов праці працівників дільниці діагностики необхідно проводити наступні заходи:

Організаційні:

- своєчасно проводити інструктаж по охороні праці, не порушувати правила безпеки руху; механічної експлуатації транспорту.

Технічні:

- дотримання норм безпечної експлуатації конструкцій, технологічного устаткування і підйомно-транспортних засобів; правильний вибір устаткування,

транспортних засобів; проведення планово-запобіжних ремонтів устаткування, підйомно-транспортних пристроїв, транспортних машин (НАОП 5.1.12 – 1.02 – 78, НАОП 5.1. 12 – 1.01 – 80).

Таблиця 5.1 – Карта умов праці

Санітарно-гігієнічні чинники		Одиниця вимірювання	Норма	Робочі місця (назви)
			Факт	Слюсар по ремонту
Мікроклімат	Температура повітря	°С	Н	
			Ф	28
	Відносна вологість повітря	%	Н	40 – 60
			Ф	55
	Швидкість руху повітря	м/с	Н	0,3
			Ф	0,3
Шкідливі речовини	Загазованість (пари бензину)	мг/м ³	Н	4
			Ф	2
	Загазованість (СО)	мг/м ³	Н	20
			Ф	–
Шум	Рівень звукового тиску	дБ	Н	85
			Ф	68
Освещеність	Природна, КЕО	%	Н	1,5
			Ф	1,0
	Штучна	лк	Н	300
			Ф	250 220

Санітарно – гігієнічні:

- уникати високої концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005 – 88);

- повинне бути задовільне освітлення на ділянці роботи відповідно вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Психологічні чинники:

- необхідно щоб праця відповідала психофізичним даним працівника, при достатній професійній підготовці (НАОП 5.1.12 – 5.01 – 89).

Для усунення небезпеки поразки електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електроустаткування застосовувати захисне заземлення (СН 102–76, ПУЕ–76, ДНАОП 0.00–1.21–84).

Як захист від вібрації на обладнанні використовуються пружинні, пневматичні і гумові віброізолятори, демпфуючі обмазки, балансування коліс, урівноваження ремонтowanego устаткування оснащенням відповідно до проектних умов (ГОСТ 12.1.012–90, ДНАОП 0.03–3.12–84).

Як захист від шкідливих виділень пилу застосовується природна і примусова (штучна) вентиляція (СНиП 2.04.05–86; ГОСТ 12.4.021-75).

Конкретно на наступних дільницях виробничого корпусу АТП :

- у мийному – від надмірної вологи і розчинників ;
- у малярному – від фарбувального пилу і парів розчинників;
- у акумуляторній – від аерозолів кислоти;
- на зварювальних постах – від зварювальних аерозолів пилу;
- на комірах і в'їздах – повітряні завіси від холодного і теплого запиленого повітря зовні.

Відповідно до вимог санітарних норм і правил [14] всі робочі підприємства повинні забезпечуватися засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), перелік яких приведений в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Засоби індивідуального захисту

Найменування ЗІЗ	Стандарт	Норма видачі	Термін носіння
1. Комбінезон	ГОСТ 12.4.100-80	1к-т	24 міс.
2. Рукавиці спеціальні	ГОСТ 12.4.010-75	1к-т	до зносу
3. Респіратор ШБ-1 «Лепесток»	ГОСТ 12.4.028-76	1шт.	до зносу
4. Окуляри захисні	ГОСТ 12.4.013-75Е	1шт.	24 міс.
5. Засоби захисту органів слуху	ГОСТ 12.4.051-78	1шт.	до зносу

5.2 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Автотранспортне підприємство АТП, як і всі автопідприємства в цілому є об'єктами з високою пожежною небезпекою. На підприємстві використовуються і зберігаються паливно – мастильні матеріали (гас, бензин, масла, газ у балонах, дизельне паливо, різного призначення розчинники, фарби тощо), що є легкозаймисті і горючі матеріали з різною температурою спалаху. На кожному автобусі є паливний бак ємністю більше 150 л палива. Технологічні процеси по ремонту і обслуговуванню автобусів пов'язані з використанням обладнання, що працює від електричного струму. При порушенні правил пожежної безпеки, невиконанні вимог інструкцій по пожежній безпеці при виконанні робіт по обслуговуванню і ремонту автобусів, а також їх експлуатації може привести до виникнення пожежі (надзвичайної ситуації) на виробничому об'єкті.

До причин виникнення пожеж на автопідприємстві відносяться: спалах бензину, дизпалива, розчинників, фарб, промасленого ганчір'я і інше; від відкритого вогню, іскор апаратів електрозварювання і газозварювання, замикання електропроводок і ін.

По пожежній небезпеці дільниця діагностики автобусів відноситься до категорії.

З метою уникнення утворення надзвичайної ситуації (пожежі) на підприємстві розробляються і проводяться технічні протипожежні профілактичні заходи, а саме:

- зонування території розміщення дільниць на генплані, протипожежні розриви між виробничими і іншими будівлями здійснено відповідно до СНиП П–89-80;

- устрій виробничих приміщень, їх тип, ступінь вогнестійкості, поверховість, наявність і число евакуаційних виходів, шляхи евакуації виконані згідно СНиП 2.09.02 – 85;

- блискавкозахист здійснюється відповідно вимог ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

Металоконструкції будівель заземлені, що служить в більшості випадків, як захист;

- пожежний зв'язок і сигналізація, її тип, вживані датчики сигналізації про пожежу вибрані відповідно вимог по ГОСТ 26017 – 83 і СНиП 2.04.09-84;
- приміщення для технічного обслуговування і ремонту автобусів відділені від приміщень для зберігання автобусів протипожежними перегородками 1-го типу. Ворота і двері у цих перегородках є протипожежними 2-го типу;
- в автомобільних цехах з числом автобусів понад 25 розроблений і затверджений начальником цеху спеціальний план розстановки автобусів і порядок їх евакуації.

Щоб не створити умов пожежі на автопідприємстві забороняється:

- допускати потрапляння на двигун і робоче місце паливо і масло;
- залишати в кабіні (салоні), на двигуні та робочих місцях обтиральні матеріали;
- допускати течі в паливопроводах, баках і приладах системи харчування;
- тримати відкритими горловини паливних баків і посудин із займистими рідинами;
- мити або протирати бензином кузов, деталі й агрегати, мити руки й одяг бензином;
- користуватися відкритим вогнем при усуненні несправності;
- підігрівати двигун відкритим вогнем.

Усі проходи, проїзди, сходини на підприємстві повинні бути вільні для проходу і проїзду. Горища не можна використовувати під виробничі і складські приміщення.

Куріння на території виробничих приміщень АТП дозволено тільки у відведених для цього місцях, обладнаних протипожежними засобами і написом Місце для куріння.

На випадок утворення пожежі всі виробничі будівлі забезпечені пожежними водопровідними мережами, кранами, засобами (пожежними рукавами із спеціальними пожежними стволами).

Первинні засоби пожежогасіння, установки пожежогасіння вибрані з урахуванням Правил і норм відповідно НАПБ Б.01.008-2004 та НАПБ Б.03.001-2004.

На підприємстві АТП створена добровільна пожежна дружина з виробничого персоналу відповідно НАПБ Б.02.010-2003.

Розрахувати повітряну теплову завісу для воріт цеху. Щілина розташована внизу воріт. Ширина щілини $B_{щ} = 0,15$ м. Висота воріт $H_g = 2$ м, ширина $B_B = 3$ м.

Середня швидкість вітру $V_{вітру} = 2$ м/с. Температура повітря, що забирається із зовнішньої зони цеху $t_{B3} = + 20^\circ\text{C}$. Середня температура зовнішнього повітря

за опалювальний період $t_{зовн} = - 5^\circ\text{C}$. Кут випуску потоку завіси до площі воріт у плані $\alpha = 45^\circ$, коефіцієнт турбулентної структури потоку, $a = 0,2$. При даних значеннях a і α для розміщення завіси знизу функція ϕ , що залежить від кута нахилу потоку завіси і коефіцієнта турбулентної структури потоку, дорівнює 0,47.

$$\phi = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{b}{\cos \alpha}} \cdot th \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{a}, \quad (5.1)$$

Повітряну завісу можна розглядати як умовний заслін висотою $h = 2$ м. Напрямок вітру перпендикулярний до площини вітру.

Рішення:

Кількість холодного зовнішнього повітря, що надходить у цех при непрацюючій повітряній завісі L_0 , визначаємо по формулі.

$$L_0 = H_b \cdot B_b \cdot V_{вітру}, \quad (5.2)$$

$$L_0 = 2,5 \cdot 3 \cdot 2 = 15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Кількість зовнішнього повітря, що проникає в цех при прийнятій висоті повітряної завіси (умовного заслону) $h = 2$ м, буде:

$$L_{зовн} = L_0 \cdot \left(1 - \frac{2}{2,5}\right), \quad (5.3)$$

$$L_{зовн} = 15 \cdot \left(1 - \frac{2}{2,5}\right) = 3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Кількість повітря, яке необхідно для завіси, визначається по формулі:

$$L_3 = \frac{L_0 - L_{зовн}}{\sqrt{\frac{H}{b_{щ} + 1}}}, \quad (5.4)$$

$$L_3 = \frac{15-3}{\sqrt[0,47]{\frac{2,5}{0,15+1}}} 6,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Швидкість виходу повітря із щілини розраховується по формулі:

$$V = \frac{L_3}{B_{\epsilon} \cdot b_{щ}}, \quad (5.5)$$

$$V = \frac{6,0}{3 \cdot 0,15} = 13,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Швидкість руху повітря із щілини розраховується по формулі:

$$t_{\text{сер}} = \frac{L_3 \cdot t_{\text{в.з.}} + L_{\text{зовн.}} \cdot t_{\text{зовн.}}}{L_B + L_{\text{зовн.}}}, \quad (5.6)$$

$$t_{\text{сер}} = \frac{6,0 \cdot 20 + 3 \cdot (-5)}{6,0 + 3} = 12^{\circ}\text{C}.$$

Середня температура повітря, що надходить у цех, рівняється:

$$t_{\text{сер}} = 12^{\circ}\text{C}.$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В основній частині випускної кваліфікаційної роботи проведено розрахунки виробничої програми існуючого рухомого складу на АТП і отримані річні обсяги робіт з ТО, ПР і СО, чисельність виробничих робітників а також кількість постів ТО і ПР автобусів. На підставі проведеного аналізу виробничо-технічної бази обґрунтовані інноваційні рішення по вдосконаленню технологічного процесу діагностування парку автобусів.

Вдосконалення технологічного процесу діагностування автобусів в умовах АТП передбачає введення наступного технологічного обладнання: стенд для перевірки гальмівних систем рухомого складу, стенд для перевірки генераторів, стартерів та реле-регуляторів, установки для неруйнівного шумо-акустичного контролю підшипників кочення маточин коліс автобусів. У роботі наведено розрахунок кількості всього необхідного технологічного обладнання для виконання діагностичних процесів існуючого на АТП рухомого складу, а також виконані перевірочні розрахунки стенду для перевірки гальмівних систем і стенду для перевірки електрообладнання автобусів. Реконструкція ділянки діагностики також передбачає введення технології діагностики підшипників маточин коліс методом шумо-акустичного неруйнівного контролю.

БІБЛІОГРАФІЯ

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. Положення про технічне обслуговування та ремонті дорожніх транспортних засобів -К.: ГОСАВТОТРАНС ДНИПРОЕКТ, 2001 - 129с.
3. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
4. Рудасьов В.Б., Редчиць В.В., Коробочка О.М. Автомобіль: Теорія експлуатаційних властивостей. Навчальний посібник. Дніпропетровськ: Системні технології, 2001 – 208 с.
5. Білокур І.П. Дефектологія та неруйнівний контроль. – Київ: Вища шк., 1990. – 207 с.
6. Єрмолов І.Н., Альошин Н.П., Потапов А.І. Неруйнівний контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустичні методи контролю: Практ. Посібник. – М.: Вищ. Шк., 1991 – 283 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник .-К. : Знання – Прес, 2003-511 с.
8. Максимов В.Г. Основи розрахунку, проектування та експлуатації технологічного устаткування – Одеса: ОНПУ, 2002-140с.
9. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
10. Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С., Основи проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Учебник-М.: “Академия”, 2011-304с.
11. Сафронов С.О. Проектний аналіз: інвестиційний аспект: монографія / С.О. Сафронов, Н.А. Караван. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 188 с.

2. 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.

13. 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.

14. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.

15. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.

16. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.