

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Проектування дорожньої станції технічного обслуговування з
модернізацію обладнання дільниці діагностування, із використанням
роликового гальмівного стенду СТМ 3500 М з дослідженням
покриття валків

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи МАМЗ-61

спеціальності (напряму підготовки) 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Романський В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Романському Володимирі Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування дорожньої станції технічного обслуговування з модернізацію обладнання дільниці діагностування, із використанням роликового гальмівного стенду СТМ 3500 М з дослідженням покриття валків

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» листопада 2023 року № 4/7-1038

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика стенду СТМ 3500 М

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)

– 1А1. Генеральний план

– 1А1. Корпус виробничий

– 1А1. Стенд для діагностування гальмівної системи

– 1А1. Стенд для діагностування гальмівної системи

– 1А1. Дільниця діагностування

– 1А1. Технологічна карта

– 1А1. Деталювання

– 1А1. Покращення валків

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 11.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	08.11.2023	
2	Технологічний розділ	22.11.2023	
3	Конструкторський розділ	28.11.2023	
4	Науково-дослідний розділ	06.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	20.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

(підпис)

Романський В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проектування дорожньої станції технічного обслуговування з модернізацію обладнання ділянки діагностування, із використанням роликового гальмівного стенду СТМ 3500 М з дослідженням покриття валків».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гудь В.З.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 68 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини, 4 сторінок додатків.

Ключові слова: стенд, тертя, тертя, довговічність, полімер.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1. Загальна характеристика підприємства.....	9
1.2. Вибір та обґрунтування вихідних даних.....	10
1.3. Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	16
2.1. Розрахунки виробничої програми СТО.....	16
2.2. Визначення річних обсягів робіт станції.....	18
2.3. Розподіл обсягів робіт станції.....	19
2.4. Визначення обсягів робіт по самообслуговуванню.....	20
2.5. Проектування основних робочих постів і автомобіле-місць.....	21
2.6. Визначення чисельності виробничих робітників.....	24
2.7. Визначення площі виробничих приміщень.....	26
2.8. Розрахунок площі для складів і стоянок.....	29
2.9. Розрахунки допоміжних та побутових приміщень.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1. Призначення стенда.....	31
3.2. Огляд існуючих аналогів та обґрунтування обраної конструкції.....	31
3.3. Технічна характеристика стенда.....	34
3.4. Будова і робота стенда.....	35
3.5. Економічна ефективність впровадження стенда.....	38
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	40
4.1 Результати досліджень.....	40
4.2. Висновки по дослідженню.....	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	54
5.1. Правила техніки безпеки виконання робіт на ділянці.....	54
5.2. Санітарно-технічні вимоги до приміщення.....	55
5.3. Правила техніки безпеки при роботі.....	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59

БІБЛІОГРАФІЯ..... 61
ДОДАТКИ..... 64

ВСТУП

Транспортний сектор промислово розвиненої країни є основою її економіки. Транспорт забезпечує просторове переміщення робочої сили, сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, засобів праці та готової продукції, створює об'єктивні умови для безперервного функціонування виробництва, комплексного і взаємопов'язаного розвитку всіх галузей. Доставляючи готові продукти праці до споживача, транспорт завершує процес матеріального виробництва, а пасажирський транспорт вирішує не тільки виробничі, а й соціальні проблеми.

Маючи розгалужену мережу доріг, маршрутів пасажирського транспорту, залізничних станцій та митних терміналів, транспортний сектор України забезпечує потреби в транспортних послугах та розвиток усіх секторів економіки. У транспортному секторі зайнято близько 6% від загальної кількості робочої сили, так само як і в складському господарстві, поштових та кур'єрських послугах. Сільське господарство, металургія, видобуток вугілля, нафти і газу, роздрібна торгівля, телекомунікації, поштові послуги, національна оборона та інші промислові функції безпосередньо залежать від транспорту. Серед підсистем транспортної системи автомобільний транспорт наразі є невід'ємною частиною і пов'язує всі інші види транспорту. Найбільшим підрозділом підсистеми автомобільного транспорту є технічне обслуговування транспортних засобів, яке забезпечує підтримання залізничного транспорту в належному робочому стані. Система технічного обслуговування і ремонту повинна організовувати технічну експлуатацію транспортних засобів і забезпечувати необхідний рівень надійності.

Сьогодні сфера автосервісу в Україні є престижним бізнесом, що стрімко розвивається. Автомобільний парк зростає з кожним роком, а бізнес характеризується відносно низькими інвестиціями, швидким поверненням капіталу та значним зростанням попиту. Незважаючи на швидкі темпи розвитку індустрії автосервісу, ще рано говорити про те, що попит на її послуги задоволений. Автосервіс розвинувся переважно у великих містах, а більшість існуючих СТО не відображають суті автосервісу з точки зору технічного

оснащення, кваліфікації персоналу, якості запасних частин та якості роботи з існуючими клієнтами.

Необхідність створення розгалуженої мережі добре оснащених і організованих автотранспортних підприємств, однією з основних ланок якої є станції технічного обслуговування, обґрунтовується, окрім технічних, наступними показниками

- Економічні: кошти, вкладені в продаж запасних частин і технічне обслуговування автомобілів, забезпечують окупність інвестицій приблизно вдвічі більшу, ніж у виробництво автомобілів;

- Соціальні: небезпека, яку становить автотранспорт для здоров'я та життя громадян, є значною. Згідно зі світовою статистикою, дорожньо-транспортні пригоди через несправності транспортних засобів становлять 10-15% від усіх ДТП.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика підприємства

Основним призначенням дорожньо-ремонтної станції є усунення найпоширеніших поломок і поломок транспортних засобів на дорозі та надання малотрудомістких послуг.

На дорозі між містами Гусятин – Тернопіль пропонується створити автостанцію. Пасажиропотік на швидкісній дорозі великий і стабільний. Тому для проведення технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, миття та зберігання автомобілів у районі знадобилася СТО.

Місце розташування станції – поблизу смт. Гусятин, Чортківського району Тернопільської області. Населення Гусятинської громади станом на сьогодні складає близько 12 тис. осіб. Проектована станція автосервісу знаходиться поруч з автошляхом територіального значення, по якому проходить велика кількість легкових, вантажних автомобілів та автобусів, тому попит на роботу автосервісу буде затребуваний. Зважаючи на великі стабільні вантажо- та пасажиропотоки, довколишні АТП не справляються із збільшеними потоками. В даному районі існує гостра нестача підприємств автосервісу, відсутні добре оснащені СТО, а з урахуванням розвитку будівництва в цьому районі попит на автосервісні послуги буде постійно зростати.

Створення виробничих потужностей біля селища Гусятин дозволить створити додаткові робочі місця для працездатного населення міста, залучивши місцевих мешканців до виконання робіт на станції на постійній і тимчасовій основі.

Враховуючи місце розташування СТО та вид транспорту, який постійно рухається по дорозі, в проекті розроблено універсальну автостанцію. Послугами компанії зможуть користуватися водії транспортних засобів, які проживають у районі розташування СТО, а також люди, які проїжджають селом. Продукція компанії включає послуги з технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів усіх типів, марок і моделей, а також вантажівок і автобусів.

Проектована авторемонтна станція є багатофункціональним підприємством, яке надає широкий спектр робіт і послуг з технічного

обслуговування та ремонту автомобілів. Послуги СТОА включають послуги з чищення та мийки, діагностику технічного стану автомобілів, приладів та агрегатів, підготовку кузовів автомобілів до антикорозійного захисту, реставрацію автомобілів, капітальний ремонт приладів та агрегатів, продаж запасних частин, матеріалів та комплектуючих, зберігання автомобілів, технічна допомога на автошляхах.

1.2 Вибір та обґрунтування вихідних даних

Предметом проектування підприємства, крім вибору місця розташування виробництва та типу будівлі, є також виробничий процес (виготовлення та монтаж), у тому числі процеси матеріально-технічного забезпечення – логістика (транспортування, зберігання, перевалка, сортування тощо), виробничий процес (виготовлення та монтаж) а також необхідна допомога Виробничий процес (ремонт, виготовлення механізмів і т.д.).

Процес проектування станції технічного обслуговування за своєю суттю є інвестиційним процесом. Основним її змістом є розробка економічних рішень, пов'язаних з виробничим процесом, та їх раціональна реалізація. Технологія або конструктивні рішення, які використовуються в процесі проектування, повинні бути орієнтовані на досягнення високих показників діяльності підприємства та отримання економічних результатів від впровадження. Проект станції повинен максимально використовувати виробничі площі та створити оптимальну виробничу базу, здатну забезпечити високий рівень технічної готовності рухомого складу при низьких витратах на утримання.

Проектна станція за своїм призначенням і характером виробничої діяльності є комплексною СТО. СТО виконає повний комплекс робіт з обслуговування та ремонту автомобіля. Технологічне обладнання, яке використовується підприємством, є універсальним і може використовуватися для проведення технічного обслуговування та ремонту автомобілів різних марок і моделей.

Окрім ремонтних робіт, компанія реалізовуватиме найнеобхідніші запчастини та експлуатаційні матеріали для транспортних засобів.

Доцільність створення станції залежить від інтенсивності автомобільного руху на дорозі, наявності подібних підприємств, можливого напрямку розвитку

дорожньо-транспортної інфраструктури та можливості використання станції для ремонту та обслуговування автомобілів на території.

Транспортні засоби, що проїжджають по магістралі, в тому числі автобуси, вантажівки та автобуси, забезпечать підприємствам необхідне завантаження та часткову або повну виробничу потужність.

Кадрові питання будуть вирішуватися за рахунок сусіднього міста Роденськ, жителі якого зможуть працювати на станції, влаштовуючись на постійну або тимчасову роботу.

Виробничу потужність і масштаб планованої СТО буде визначено шляхом оцінки кількості автомобілів і робочих станцій, що обслуговуються протягом дня [1]:

Кількість АРМ визначається за формулою

$$X_p = (T_n \times f) / (\Phi_p \times P_{cp}), \quad (1.1)$$

де T_n - річний об'єм постових робіт, люд.г.;

i - коефіцієнт нерівномірності подачі автомобілів на пости СТО, для дорожніх СТО $f = 1,1-1,4$;

Φ_p - річний фонд робочого часу поста, г;

P_{cp} - середнє число робітників на посту, люд.

Недостатні можливості та масштаби компанії призведуть до того, що транспортні засоби не зможуть отримати своєчасні та якісні послуги, що призведе до збільшення збитків через зупинки транспортних засобів через технічні несправності та поломки ліній. Надлишок потужностей також може призвести до втрат підприємств через додаткові витрати, такі як будівництво об'єктів, технічне обслуговування та утримання, а також сплата податків на землю та майно. Крім того, надлишкові виробничі потужності не можуть істотно поліпшити характеристики автомобілів.

Потрібна потужність підприємства залежить насамперед від кількості та складу транспортних засобів, що працюють на дорозі. Визначатимемо кількість автомобілів, які з'їхали з дороги через технічні умови, виходячи із середньої

інтенсивності руху на дорозі та частоти з'їздів автомобілів з дороги за такою формулою:

$$N = I_p \cdot P / 1000, \quad (1.2)$$

де I_p - інтенсивність руху автомобілів по дорозі, автом./добу;

P - частка автомобілів, знятих з доріг на технічне обслуговування та ремонт за день.

Враховуючи те, що деякі автовласники самостійно проводять роботи з технічного обслуговування та ремонту, а також передбачувану можливість збільшення кількості технічного обслуговування за рахунок сусідніх населених пунктів, а також перспективу збільшення інтенсивності автомобільного руху на вул. дороги, очікувана кількість службових транспортних засобів на станції протягом дня буде базуватися на формулі [1]:

$$N_{\text{сто}} = N \times K1 \times K2 \times K3 \times K4, \quad (1.3)$$

де $K1$ - коефіцієнт попиту на СТО залежить від таких умов: вартість послуги, фінансова спроможність власника, конкурентоспроможність місця розташування (нестача інших СТО) тощо. Враховуючи, що між замовником і підрядником існують достатні фінансові відносини, а також відсутність підприємств з обслуговування автомобілів у зоні роботи СТО, ми приймаємо $K1 = 0,56$.

$K2$ - коефіцієнт очікуваного темпу зростання, який ми приймаємо $K2 = 1,06$.

$K3$ – коефіцієнт частки від загального числа сходів автомобілів, які будуть користуватись послугами даної дорожньої СТО, $K3$ приймаємо 0,6.

$K4$ – коефіцієнт частки місцевих автомобілів, які будуть користуватись послугами даної дорожньої СТО. $K4$ приймаємо 1,08.

Проектована мною станція буде універсальною і комплексного типу. Вона також матиме машину технічної допомоги і одну пересувну діагностичну станцію. Пересувна діагностична станція проводитиме діагностування на дорозі

з метою зменшення обсягів транспортування автомобілів на ремонт на СТО, а також буде виконувати технічні огляди транспортних засобів за завданнями органів ДАІ.

За даними вимірювань інтенсивності руху по дорозі розподіл автомобілів за типами приблизно наступний:

- легкові автомобілі 70-80%,
- вантажні - 8-15%
- автобуси -5-15%.

Інтенсивність руху, загальна і за марками, визначались вимірюваннями в літній період.

Режим роботи СТО визначається числом днів роботи підприємства і тривалістю робочого дня. Вихідні дані для розрахунку приймаємо з урахуванням призначення СТО, її місце розташування (дорожня) і видів виконуваних послуг, а також за результатами аналізу роботи діючих СТО, нормативів і рекомендацій [1]. Приймаємо наступний режим роботи СТО:

- число днів роботи підприємства – 365 днів,
- кількість змін – 1,5 зміни,
- тривалість робочої зміни – 8 годин.

Вихідні дані для розрахунку СТО наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Вихідні дані для розрахунку СТО

Найменування показника	Позначення	Показ.	
1	2	3	
Інтенсивність руху на дорозі, автом./добу	Ір	7600	
Частка ТЗ, які сходять з дороги, од/1000 од.:	легкові	Рл	0,004
	вантажні	Рв	0,005
	автобуси	Ра	0,003
Розподіл Тз за видами, % від інтенсивн.	легкові	Л	75
	вантажні	В	15
	автобуси	А	10
Коефіцієнт попиту послуг	К1	0,56	
Частка загального числа сходів автом.користувач.СТО (з урахуванням надання послуг машинами технічної допомоги на дорозі)	К3	0,6	
Коефіцієнт перспективного зростання	К2	1,05	
Коефіцієнт місцевих користувачів СТО	К4	1,05	
Кількість заїздів автомобілів на СТО за одну добу	N _{сто}	72	
Коефіцієнт корект. норми трудом. залеж. від роз. СТО	Кр	1	
Середня трудомістк. робіт ТО і Р по одному заїзду	t _з	5,65	
Трудомісткість прибир.-мийн. робіт, люд. г	t _{пм}	0,53	
Число днів роботи СТО за один рік	Д _{рр}	365	
Загальна тривалість зміни, г	Т _{зм}	8	
Коефіцієнт, що враховує використання робочого часу поста	h	0,88	
Кількість змін роботи зони ТО і ремонту,	С	1,5	
Кількість змін роботи зони прибир.-мийних робіт, діагн.	С	1	
Коефіц. нерівномірності поступання автомоб. на пости	f	1,2	
Тривалість однієї зміни прибирально-мийної дільниці, г	Т _{пм}	7	
Продуктивність однієї мийної установки, авт/г	Ау	4	
Частка допоміжних постів на один робочий пост	Х _{доп}	0,5	

1	2	3
Загальна частка місць очікування на один робочий пост	Хоч	0,3
Число автомобіле-місць зберігання на 10 робочих постів	Хст	8
Площа одного автомобіля в плані ,квм	fa	18,75

Визначимо загальну кількість заїздів автомобілів на СТО за добу:

$$N_{\text{сто}} = I_p \times (P_L \times L \times 0,01 + P_V \times V \times 0,01 + P_a \times A \times 0,01) \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 = 11,89 \approx 12.$$

1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

1. Провести вивчення стану питання щодо покращення зносостійкості валків станду.
2. Розробити теоретичні передумови покращення покриття валків.
3. Розробити методику досліджень.
4. Провести експериментальне підтвердження одержаних теоретичних залежностей щодо визначення ступеня покращення валків з використанням нових полімерів.
5. Провести техніко-економічну оцінку запропонованого способу модернізації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунки виробничої програми СТО

Для СТО виробничий план є основним показником для розрахунку річного обсягу робіт і використовується для визначення кількості працівників, виробничих площ, складських, адміністративних та допоміжних приміщень. Виробничий план СТО характеризується кількістю транспортних засобів, що обслуговуються протягом року (кількістю перевезень), або трудомісткістю робіт з технічного обслуговування автомобілів, що виконуються на станції для підтримання технічного стану протягом року. Обсяг виробничої програми підприємства дає можливість здійснювати певні процеси технічного обслуговування та ремонту. Виробнича програма має вирішальне значення для розвитку структури управління підприємством. Складовими виробничої програми станції є виробнича програма мийних та прибиральних робіт, технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів.

На АТП операції з прибирання та миття виконуються не тільки перед ТО і ПР, але і як вид самостійного обслуговування проїжджаючих транспортних засобів. Враховуючи це, кількість заїздів N_{pm} всіх транспортних засобів на СТО за рік визначається з інтенсивності руху на дорозі з розрахунку 0,4-0,6% від кількості транспортних засобів.

Таким чином, N_{pm} дорівнює кількості автомобілів, які відвідують СТО для технічного обслуговування і ремонту, з коефіцієнтом від 1,1 до 1,2. Цей коефіцієнт враховує транспортні засоби, які заїжджають на СТО лише для чищення та миття. Річна кількість відвідувань мийної зони визначається за формулою [2]:

$$N_{pm} = 1,15 N_{top}, \quad (2.1)$$

де N_{top} - річна кількість заїздів автомобілів на дану СТО для виконання ТО і ремонту автомобілів. Визначається за даною формулою:

$$N_{top} = N_{сто} \times D_{пр}, \quad (2.2)$$

де $N_{сто}$ - кількість заїздів автомобілів на СТО за день для обслуговування і проведення ремонту;

$D_{рр}$ - кількість робочих днів за один рік.

Виробнича програма прибирально-мийних робіт визначається за даною формулою:

$$N_d = N_{сто} \times 1,15 = 12 \times 1,15 = 13,8 \quad (2.3)$$

Кількість заїздів автомобілів за один рік:

$$A_{сто} = D_{рр} \times N_{сто} = 4380.$$

Розрахунки виробничої програми ми звели в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Виробнича програма для СТО

Найменування показника	Одиниця виміру	Позначення	Показник
Коефіцієнт попиту на послуги	-	К1	0,56
Коеф. перспективного зростання	-	К2	1,08
Частка автом. від сходу, користувачів СТО	-	К3	0,54
Коефіцієнт місцевих автом., користувачів СТО	-	К4	1,07
Кількість заїздів автомобілів за одну добу	од.	$N_{сто}$	12
Кільк. прибир.-мийн. обслугов. за одну добу	од.	N_d	13,8
Кількість заїздів автомобілів за один рік	од.	$A_{стор}$	4380
Кількість прибир.-мийн. обслуг. за один рік	од.	$N_{пм}$	5037

2.2 Визначення річних обсягів робіт станції

Обсяг робіт за рік дорожніх станцій технічного обслуговування включає роботи з ТО, ПР автомобілів, прибирання.

Річний обсяг робіт з ТО і ПР (у люд.г.) визначається за наявною формулою [2]:

$$T_{\text{то,прр}} = A_{\text{стор}} \times t_z, \quad (2.5)$$

де $A_{\text{стор}}$ - очікуване число автомобілів, які будуть протягом року звертатись на лану СТО для виконання технічного обслуговування і ремонту своїх автомобілів;

t_z - трудомісткість робіт по одному заїзду на СТО.

Річний обсяг робіт з прибирання та миття визначається на основі річної кількості транспортних засобів, що заїжджають на станцію для виконання робіт з прибирання та миття, та середньої трудомісткості цих робіт, за наступною формулою [2]:

$$T_{\text{пмр}} = N_{\text{пм}} \times t_{\text{пм}}, \quad (2.6)$$

де $t_{\text{пм}}$ - середня трудомісткість прибирально-мийних робіт, яку приймаємо $t_{\text{пм}} = 0,1$

Розрахунки річних обсягів робіт зведено в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Річні обсяги виконання робіт

Основні види технічних впливів	Умовні позначення	Трудомісткість робіт, люд.г.
Основні прибирально-мийні роботи	$T_{\text{пмр}}$	2670
Технічне обслуговування авто та ПР	$T_{\text{то,прр}}$	24747
Усього:	$T_{\text{сумр}}$	27 417

2.3 Розподіл обсягів робіт станції

Щоб визначити річне навантаження для кожного майданчика, загальне річне навантаження з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, отримане в результаті розрахунків, ділиться на тип робіт і місце розташування відповідно до розподілу у відсотках. Розподіл виглядає наступним чином. в табл.2.3 [1, 2].

Таблиця 2.3 - Розподіл трудомісткостей проведення робіт з ТО та ПР

Види робіт	Трудом.		Місце виконання			
	робіт		пости		дільниці	
	%	люд.г	%	люд.г	%	люд.г
Діагностичні роботи	6	1485	100	1485		
ТО в повному обсязі	25	6187	100	6187		
Масильні	6	1485	100	1485		
Регулюв.по кутам устан. коліс	7	1732	100	1732		
Ремонт і регулювання гальм	7	1732	100	1732		
Електротехнічні роботи	8	1980	80	1584	20	396
Роботи по приладах системи живлення	7	1732	70	1213	30	520
Акумуляторні роботи	4	990	10	99	90	891
Шиномонтажні роботи	9	2227	30	668	70	1559
Ремонт вузлів, систем, агрегатів	12	2970	50	1485	50	1485
Слюсарно-механічні роботи	9	2227		0	100	2227
Усього:	100	24747		17669		7078
Прибирально – мийні роботи	100	2670	100	2670		

Для формування структурних підрозділів роботи з технічного обслуговування та ремонту автомобілів згруповані за функціональною ознакою. Розподіл загального обсягу робіт за функціями наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Розподіл робіт за основною функціональною ознакою

Зона, пост, дільниця	Трудомісткість робіт, люд.г.
1	2
Дільниця для діагностування	1485
Зона ТО і ремонту автомобілів	6187
Допоміжні дільниці:	
Агрегатна дільниця	7919
Слюсарно-механічна дільниця	2227
Систем живлення і електрообл.	3712
Акумуляторна дільниця	990
Шиномонтажна дільниця	2227
Усього робіт з ТО та ремонту автомобілів:	24747

На основі отриманого річного обсягу робіт і місця розташування визначається кількість працівників на кожен виробничу дільницю і розраховується кількість робочих місць на основних виробничих об'єктах.

2.4 Визначення обсягів робіт по самообслуговуванню

Окрім технічного обслуговування та ремонту, СТО також виконують допоміжні роботи, які становлять 20-30% від загального обсягу обслуговування та ремонту транспортних засобів $T_{\text{сумр}}$ [1,2].

$$T_{\text{допр}} = 0,22 \times T_{\text{сумр}}, \quad (2.9)$$

$$T_{\text{допр}} = 0,22 \times 24747 = 5444,3 \text{ люд.г.}$$

Допоміжні роботи включають прибирання приміщень і територій (15-20%), приймання, зберігання та видачу матеріальних цінностей (10%), транспортування та експлуатацію транспортних засобів (25-35%), а також роботи з самообслуговування, що виконуються самостійними підрозділами - головними механіками або відповідними виробничими дільницями (технічне обслуговування та ремонт технічного обладнання, дільниць та об'єктів,

інженерних комунікацій, утримання та ремонт будівель, виготовлення та ремонт нестандартного обладнання та інструменту). Обсяг робіт з самообслуговування на підприємствах становить 45-50% від допоміжного навантаження, тобто 10-15% від загального навантаження автомобілів. $T_{\text{сумр}}$ [2].

$$T_{\text{самр}} = 0.1 \times T_{\text{сумр}} \quad (2.10)$$

$$T_{\text{самр}} = 0,1 \times 24747 = 25 \text{ люд г.}$$

Операції самообслуговування компанії здійснюються на місці у відділі головного механіка та на виробничих майданчиках.

2.5 Проектування основних робочих постів і автомобіле-місць

Для робіт ТО і ПР число робочих постів будемо визначати за формулою [2]:

$$X_p = (T_p \times f) / (\Phi_p \times R_{\text{ср}}) = 17669 \times 1,35 / (2336 \times 1,5) = 6,807 \quad (2.11)$$

де T_p – загальний річний обсяг постових робіт;

f - коефіцієнт нерівномірності подавання автомобілів на пости ТО і ремонту;

Φ_p - фонд робочого часу поста ТО і ремонту;

$R_{\text{ср}}$ - середнє число робітників на одному посту ТО і ПР, приймаємо $R_{\text{ср}} = 1.0$ -2.0.

Річний фонд робочого часу поста визначаємо по формулі:

$$\Phi_p = D_{\text{рр}} \times T_{\text{зм}} \times h = 365 \times 8 \times 0,8 = 2336 \text{ год.}, \quad (2.12)$$

де $D_{\text{рр}}$ - число днів роботи СТО за один рік;

$T_{\text{зм}}$ – середня тривалість зміни, г.;

h - коефіцієнт, який використання робочого часу поста.

При механізованих прибирально-мийних роботах загальне число робочих постів визначаємо за формулою:

$$X_{\text{пм}} = (N_{\text{д}} \times f) / (T_{\text{пм}} \times A_{\text{у}} \times h), \quad (2.13)$$

де $N_{\text{д}}$ - добове число заїздів для виконання певних прибирально-мийних робіт;

$$N_{\text{д}} = N_{\text{пмр}} / D_{\text{рз}}, \quad (2.14)$$

де $D_{\text{рз}}$ – загальна кількість робочих днів за рік дільниці прибирально-мийних робіт;

$T_{\text{пм}}$ – середня добова тривалість роботи прибирально-мийної дільниці, г.;

$A_{\text{у}}$ - проектована продуктивність мийної установки, авт/г;

h – коефіцієнт, який враховує використання робочого часу поста.

$$X_{\text{пм}} = (13,8 \times 1,4) / (8 \times 4 \times 0,8) = 0,75.$$

При такій щоденній програмі використання автоматичних мийок є економічно невиправданим. Це пов'язано з тим, що автоматичні мийки працюють менше однієї години (щоденна продуктивність 60-90 одиниць). Тому ми спроектували механізовану мийку з ручною мийкою та пілососом для миття.

Допоміжні пости включають пост прийому автомобілів на технічне обслуговування і ремонт та пост сушіння після мийки. Загальна кількість допоміжних постів визначається з розрахунку 0,25-0,6 поста на один робочий пост.

На виробничій ділянці також є місця для очікування автомобілів з розрахунку 0,3-0,5 автомобіля на одне робоче місце.

Для зберігання нових автомобілів, прийнятих на обслуговування або ремонт, або автомобілів, готових до видачі після обслуговування, передбачаються складські приміщення з розрахунку 2-5 автомобілів на одне робоче місце.

Відкриті стоянки для паркування автомобілів клієнтури і персоналу станції визначаються з розрахунку 7-10 автомобіле-місць загалом на 10 робочих постів [10].

Розрахунки постів та автомобіле-місць зведені у вигляді табл.2.5.

Таблиця 2.5 – Зведені розрахунки числа постів ТО і ремонту

Найменування показника	Позначення	Показник
Фонд робочого часу поста ТО, Р, діагност.,приб-мийних робіт	Фп	2336
Кількість робітників на одному посту:		
ТО і ПР	Рср	1,5
прибиральних робіт	Рср	1
робіт з діагностування	Рср	1
Коефіцієнт нерівномірн. подавання автомобілів на пости		
ТО і ПР	f	1,35
прибиральних робіт	f	1,40
робіт з діагностування	f	1,10
Добова кількість заїздів для здійснення мийних робіт	Нд	14
Потужність однієї мийної установки	Ау	4
Число робочих постів: для ТО і ПР: розраховане як	Хр	6,8
прийняте		7
для діагностування: розраховане	Хд	0,42
прийняте		1
для проведення прибирально-мийних робіт: розраховане	Хпм	0,75
прийняте		1
Кількість робочих постів	Хп	9
Кількість допоміжних постів	Хдп	4
з них: приймання, діагностування і видачі авто	Хпв	2
прибирання і сушіння після мийкиавто	Хсм	1
технічної допомоги авто на дорозі	Хтд	1
Кількість місць для очікування	Хо	3
з них: ТО і ремонту автомобілів	Хото	3
Місця для зберегання авто	Хзб	18
Місця на відкритих стоянках для авто	Хст	9

2.6 Визначення чисельності виробничих робітників

До виробничих робітників відносяться працівники підрозділів, безпосередньо задіяні в обслуговуванні та ремонті рухомого складу. Розрізняють кількість технічно необхідних працівників (явочна чисельність) та укомплектованість штату (облікова чисельність). На станціях кількість технічно необхідних працівників забезпечує виконання добового виробничого плану з технічного обслуговування і ремонту, а укомплектованість штатів - виконання річного виробничого плану з технічного обслуговування і ремонту. Розрахунки проводяться окремо для кожного структурного підрозділу підприємства.

Технічно необхідна кількість виробничих робітників [2]:

$$P_T = T_{ri} / \Phi_M, \quad (2.15)$$

де T_{ri} - річна трудомісткість робіт і-го структурного підрозділу;

Φ_M - річний фонд часу робочого місяця.

Штатна кількість робітників визначаємо по формулі:

$$P_{ш} = T_{ri} / \Phi_{ш}, \quad (2.16)$$

де $\Phi_{ш}$ - річний фонд часу одного штатного робітника.

Фонд часу робочого місяця визначається за такою формулою:

$$\Phi_M = D_{рр} \times t_{зм} - D_{пс} \times t_{ск}, \quad (2.17)$$

де $D_{рр}$ - кількість робочих днів за один рік;

$t_{зм}$ - тривалість зміни, г;

$D_{пс}$ – загальна кількість передсвяткових днів, $D_{пс} = 10$ днів.

$t_{ск}$ - час, на який зменшується зміна в передсвяткові дні, $t_{ск} = 1$ г.

Фонд часу одного штатного робітника складає $\Phi_{ш} = 1751$ год.

Число допоміжних робітників приймаємо 25% від загальної кількості основних робітників.

Розрахунки чисельності робітників СТО зведено в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Чисельність робітників СТО

Назва структурного підрозділу	Кільк техн. робіт.	Заг. об'єм робіт, люд.г	Розп. технол. робіт.		шт.роб.	Загальний річний фонд часу, г	
			1зм	2зм		технол.	штатн.
Виробництва:							
Прибирально-мийна зона	1	2670	1		1	1999	1489
Дільниця діагностики	1	1485	1		1	1999	1703
Зона ТО і ремонту авто	3	6187	2	1	4	1999	1751
Шиномонтажна зона	1	2227	1		1	1999	1751
Разом по підрозділах:	6	12568	5	1	7	7996	6694
Допоміжні дільниці:							
Агрегатна дільниця	4	7919	2	2	5	1999	1489
Слюсарно-механічна	1	2227	1		1	1999	1751
Дільниця систем живлення і електрообл.	1	3712	1		1	1999	1751
Акумуляторна дільниця		990				1999	4370
Разом по усіх допоміжних дільницях:	6	14848	4	2	7	7996	9361
Прийнято робітн. ТО і Р	12				14		

Таблиця 2.7 – Загальна чисельність допоміжних робітників

Призначення робітників	Позначення	К-ть., осіб	
		техн.	штат.
Робітники зайняті ремонтом обладнання та будівель	Рсам	3	4
Допоміжні робітники (перегін автомобілів , складські роботи і т.д.)	Рдоп	3	4

2.7 Визначення площі виробничих приміщень

Приміщення автосервісу за функціональним призначенням можна поділити на три основні групи: виробничо-складські, для зберігання автомобілів та допоміжні. Виробничо-складські приміщення включають зони технічного обслуговування і ремонту, виробничі цехи і склади, а також технічні приміщення для енергетичного і санітарно-технічного обслуговування (компресори, насоси, трансформатори, вентиляційні приміщення тощо). Невеликі СТО з невеликими виробничими програмами можуть об'єднувати кілька однорідних за характером робіт ділянок з окремими складськими приміщеннями. Допоміжні приміщення включають санітарно-побутові приміщення, приміщення громадського харчування, охорони здоров'я, адміністративно-господарські та навчальні приміщення.

Розрахунки площ дільниць з ТО та ремонту автомобілів.

Площі дільниць та цехів визначаються такими двома методами [1,2].

Відповідно до першого методу, площа цих приміщень визначається за кількістю працівників у найбільшій зміні. Загальна площа повинна становити щонайменше 20 квадратних метрів на одного працівника найбільшої зміни. Відповідно до другого методу, площа виборчих дільниць визначається наступним чином:

$$F_d = f_{об} \times K_{щ}, \quad (2.19)$$

де $f_{об}$ – загальна площа обладнання в плані.

Загалом приймаємо більшу площа. Розрахунок площ виробничо-допоміжних дільниць зведений в таблицю 2.8, 2.9.

Відомість основного технологічного устаткування наведена у Додатку А.

Розрахунки площ зони ТО і ПР автомобілів.

Площа зони ТО та поточного ремонту визначається за такою формулою:

$$F_z = f_a \times X_z \times K_{п}, \quad (2.20)$$

де f_a - площа що займана автомобілем у плані, кв.м,

X_3 - число постів ТО і ПР;

Таблиця 2.8 - Площі приміщень дільниць СТО, кв.м

Назва дільниці	Робітн. в чис. зміні	Площа по робот. в чис. зм.	Загальна площа обладнання в плані	Коеф. щільності	Площа по усьоум обладнанню	Прийнята площа обл.
Агрегатна дяльн.	2	40	5,94	3,5	20,8	40
Слюсарно-механічна	1	20	2,47	3,5	8,66	20
Дільниця систем живл.і електрообл.	} 1	20	1,81	3,5	6,34	20
Акумуляторна дільн.						
Шинна дільниця	1	20	4,22	3	12,66	20
Загальна площа дільн:		100	14,4		47,85	100

Окрім робочих місць, зони технічного обслуговування і ремонту також включають допоміжні станції і транспортні засоби для очікування, тому необхідно враховувати більшу площу цих зон: $F_{доп}$ і $F_{оч}$.

Розрахунки площ виробництв, допоміжних постів та місць очікування наведені в табл. 2.9, 2.10.

Таблиця 2.9 - Площі виробництв, зайняті робочими постами

Назва зони	Кількість постів (автомоб-місць)	Площа автомоб. в плані	Коеф щільності розставл.	Площа зони
Зона ТО і ремонту	7	18,75	4,5	525
Зона діагностування	1	18,75	3,5	56
Прибирально-мийна	1	18,75	3,5	56
Загальна площа зон				638

Загальна площа основних виробничих приміщень включає площу, зайняту робочими та допоміжними постами, а також площами для очікування робочих транспортних засобів. Загальна площа основних виробничих приміщень, призначених для роботи, наведена в таблиці 2.11.

Таблиця 2.10 – Зведені площі допоміжних постів та автомобіле-місць

Назви постів і автомобіле-місць	Кількість постів (авто-місць)	Площа автомоб. в плані	Коефіц. щільності розстavl.	Площа зони
1	2	3	4	5
Допоміжні пости:				
Зона приймання, видачі і діагностування	2	18,75	3	112,5
Зона сушіння після мийки	1	18,75	3	56,2
Автомобіле-місця очікування ТО і ремонту автомобілів	3	18,75	2,5	140,64
Загальна площа				309,38

Таблиця 2.11 – Зведені площі діляниць з постами для обслуговування автомобілів, кв.м

Назва діляниці	Назва постів і автом.-місць						Сум. площа
	робочі		допоміжні		очікування		
	кільк	площа	кільк	площа	кільк	площа	
Прибирально-мийна ділян.	1	56	1	56			112
Ділян. приймання, видачі і діагностування автомоб.			2	113			112
Ділян. діагностування	1	112					56
Ділян. ТО, ремонт систем і агрег. АТЗ	7	525			3	140	666
Загальна площа		638		169		140	947

2.8 Розрахунок площі для складів і стоянок

Для дорожньої СТО загальні площі складських приміщень визначаємо по питомій площі складу на один робочий пост за формулою:

$$A_{ск} = f_{ск} \times X_p / 1000, \quad (2.21)$$

де $f_{ск}$ - питома площа складу в кв.м на один робочий пост,

X_p - кількість постів обслуговування та ремонту автомобілів.

Склади розташовані в виробничому корпусі та на території.

Результати розрахунків зведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 - Зведені розрахунки площі складів.

Назва складу	Площа кв.м./1пост	Загальна площа складу	
		Розрахована	Прийнята
Склад запчастин	2,5	23	23
Склад агрегатів	2,5	23	23
Склад різних матеріалів	2,5	23	23
Склад ПММ	2,5	23	23
Загальна площа складів		92	92

2.9 Розрахунки допоміжних та побутових приміщень

На етапі ескізного проектування загальна площа побутової кімнати оцінюється з розрахунку 5 кв. м на одного працівника. Крім того, на СТО передбачено приміщення для клієнтів, площа якого приймається з розрахунку 5 кв. м на одне робоче місце працівника СТО.

Площа приміщень для продажу дрібних запасних частин та комплектуючих приймається на рівні 35% від запасу запасних частин. Площа складу для зберігання деталей, знятих з транспортних засобів для ремонту і технічного обслуговування, приймається з розрахунку 6 кв.м на одне робоче місце. Площа зони зберігання (стоянки) транспортних засобів визначається за формулою [2,3]:

$$F_x = f_a \times A_{ст} \times K_p,$$

де f_a - площа одного автомобіля в плані, кв.м;

$A_{ст}$ - число автомобіле-місць збереження автомобілів;

K_p - коефіцієнт щільності розміщення автомобіле-місць збереження, приймаємо рівним $K_p = 3$.

Результати розрахунків зведено в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 - Розрахунки площ допоміжних приміщень, кв.м

Назва зони, приміщення	Питомий показник		Загальна площа приміщення
	Одиниці виміру	Показник	
Побутові приміщення	кв.м/на прац.	5	70
Бар для клієнтів	кв.м/на пост	5	45
Магазин для клієнтів	%від складуЗЧ	35	11
Комора для знятих з автомобіля різних комплектуючих	кв.м/на пост	6	54
Зона збереження усіх автомобілів	коэф.щільн.	3	1013
Зона відкритої стоянки	коэф.щільн.	4	506
Зведені площі допоміжних приміщень:			180
Зведені площі стоянок:			1519
Загальна площа виробн., складс.і допом. приміщень:			1863
Загальна площа споруд СТО:			3382

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення стенда

Гальмівні стенди призначені для контролю ефективності гальмування і стійкості автомобіля під час гальмування.

Робота гальмівного стенду ґрунтується на аналізі робочої поверхні стенду та гальмівних сил гальмівних коліс транспортного засобу. Обрана для цього проекту універсальна конструкція роликового стенду призначена для випробування гальмівних систем, контролю ефективності гальмування і стійкості при гальмуванні транспортних засобів з навантаженням на вісь до 3500 кг, включаючи легкові автомобілі, повнопривідні транспортні засоби, мікроавтобуси і легкі вантажівки.

3.2 Огляд існуючих аналогів та обґрунтування обраної конструкції

Сучасні моделі гальмівних стендів мають різноманітну конструкцію і відрізняються за трьома основними параметрами: принципом роботи, максимально допустимою масою автомобіля, що тестується, і способом установки на діагностичному майданчику. Залежно від принципу роботи і способу збору даних гальмівні стенди можна розділити на два основних типи: платформенні (платформні) і роликові (барабанні) [4].

Платформні гальмівні стенди для легкових автомобілів мають чотири вимірювальні платформи з датчиками (по два на кожен вісь транспортного засобу) і приладову стійку, з'єднану з платформою електричним кабелем.

Гальмівний стенд може вимірювати гальмівну силу на кожному колесі (для звичайних і ручних гальм) і різницю в гальмівних силах на кожній осі.

Під час тесту автомобіль рухається зі швидкістю 6-10 км/год і застосовується гальмування. Вимірювання гальмівної сили базується на інерції автомобіля і системи платформи та вимірюванні зміщення платформи, спричиненого силами тертя між шинами і поверхнею платформи. Це переміщення пропорційне загальній гальмівній силі автомобіля і реєструється датчиками, встановленими під вимірювальною платформою. Сигнали з датчиків передаються на комп'ютер, який відображає максимальну гальмівну силу з

інтервалом в 0,05 секунди і забезпечує оптичну індикацію нерівномірності гальмування і відсоткову ефективність гальмування коліс на кожній осі.

Основними перевагами стендового гальмівного стенду є

- Короткий час вимірювання;
- Можна тестувати всі типи повнопривідних автомобілів;
- Простота установки.

До недоліків польового стенду відносяться

- Велика площа стенду і необхідність розгону автомобіля перед в'їздом на стенд;

- залежність точності вимірювання гальмівної сили від відхилення напрямку руху автомобіля відносно осі стенду

- Недостатня безпека роботи на стенді під час руху автомобіля;
- Неможливість вимірювання гальмівної сили на кожному колесі;
- неможливість вимірювання гальмівного зусилля стоянкового гальма при рушанні автомобіля з місця;

- Неможливо визначити силу, прикладену до педалі гальма.

Гальмівні стенди роликового типу в даний час є найбільш поширеним типом гальмівних стендів. На роликових гальмівних стендах перевіряються такі параметри, як сила гальмування кожного колеса, питома сила гальмування, коефіцієнт нерівномірності сили гальмування, зусилля на керуючому пристрої (педалі, ручному гальмі), час спрацьовування гальмівної системи і гальмівний шлях. Крім того, вимірюється маса автомобіля для кожного колеса.

Стенд має наступні режими управління: тестове гальмування, аварійне гальмування і стоянкове гальмо.

Гальмівні роликові стенди виготовляються як окремі вироби і складаються з наступних компонентів, з'єднаних між собою електричними кабелями: силової шафи, вимірювального стенду з пультом управління і дисплеєм або пристроєм реєстрації параметрів, а також одного або двох опорних роликових блоків.

Гальмівні стенди роликового типу виготовляються для легкових і вантажних автомобілів, автобусів, мотоциклів та інших двоколісних транспортних засобів. Стенди для легкових автомобілів встановлюються в ямах з рівною підлогою, а для вантажних - в оглядових канавах.

Основним компонентом стенду для випробування гальмівних роликів є опорний блок роликів. Рама блоку містить два опорно-силовимірювальних пристрої, кожен з яких складається з пари опорних і приводних роликів, приводного блоку, пристрою для вимірювання гальмівної сили, вагового пристрою і контактної датчика обертання колеса.

Принцип вимірювання гальмівної сили транспортного засобу базується на врівноваженні гальмівного моменту транспортного засобу від рушійного моменту, що генерується приводом стенду і подається на ролики, і зусиль, що генеруються на гальмівних колодках і барабанах або пластинах і дисках кожного колеса. Основними перевагами роликів гальмівних стендів є

- Якісні результати, оскільки випробування повторюються в точно таких же умовах, як і минулого разу (особливо важливо підтримувати швидкість обертання коліс);

- Дослідження всієї гальмівної поверхні;

- збереження фізичного образу гальма. При використанні роликів гальмівного стенду зусилля передається ззовні, а гальмівна система поглинає вкладену енергію (незважаючи на відсутність кінетичної енергії транспортного засобу, що випробовується);

- Нульова кінетична енергія транспортного засобу, що випробовується, робить випробування безпечнішим.

До недоліків роликів гальмівних стендів відносяться

- Діаметр контакту між шиною і роликом відносно невеликий і значно відрізняється від діаметра контакту на рівному асфальті;

- Вартість роликів гальмівних стендів зазвичай вища, ніж платформних [4].

З огляду на переваги і недоліки колодкових і роликів гальмівних стендів, вибором є роликів гальмівний стенд STM 3500 M. Цей стенд можна використовувати для отримання високоякісних результатів випробувань для різних типів транспортних засобів, забезпечуючи при цьому безпеку випробувань.

3.3 Технічна характеристика стенда

Гальмівний стенд STM-3500 сертифікований в Україні та внесений до Національного реєстру ЗВТ. Стенд сертифікований відповідно до чинних нормативних документів, а саме ДСТУ 3333-96 "Стенди роликові для випробування гальмівних систем дорожніх транспортних засобів, що експлуатуються. Загальні технічні вимоги" та ДСТУ 3649:2010 "Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методів контролю".

Технічні особливості гальмівного стенду STM-3500:

Діапазон вимірювання гальмівної сили на кожному колесі досліджуваної осі - від 0 кН до 10 кН.

Межа допустимої відносної похибки не більше $\pm 3\%$.

Діапазон вимірювання сили блоку управління - від 0 Н до 1000 Н.

Межа допустимої відносної похибки не більше $\pm 5\%$.

Діапазон вимірювання маси на вісь від 0 кг до 3500 кг.

Межі допустимої відносної похибки - $\pm 3\%$ не більше.

Споживана потужність стенду - не більше 7 кВт.

Час встановлення робочого режиму - протягом 15 хвилин.

Час безперервної роботи стенду - більше 8 годин.

Середній термін служби - більше 8 років.

Параметри чотирипровідної трифазної мережі електроживлення

- Напруга - від 323 В до 418 В;

- Частота - 50 ± 1 Гц.

Діапазон робочих температур опорного обладнання - від -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Габаритні розміри:

- Роликовий блок - 2340x680x290 мм макс;

- Панель управління - 550x460x120 мм;

Вага.

- Роликовий блок - не більше 470 кг;

- Панель управління - до 20 кг

Основні конструктивні особливості STM-3500

- Автоматичне або ручне керування режимом вимірювання

- Відображення результатів вимірювань і службової інформації на екрані монітора та інформаційному табло.
 - Роздруківка протоколів вимірювань і графіків гальмівних сил.
 - Команди оператора та водію транспортного засобу відображаються на екрані монітора та дублюються на світлофорі або віддаленому дисплеї.
 - При досягненні заданого значення коефіцієнта проковзування між колесами транспортного засобу і приводними роликками привід роликків відключається;
 - Стенд забезпечує можливість самоцентрування транспортного засобу під час випробування і автоматично вмикає і вимикає привід під час руху.
 - Динамічне вимірювання гальмівних сил коліс і навантажень на вісь під час гальмування, з урахуванням навантажень на вісь під час гальмування.
 - Спеціальне загартування та обробка поверхні покращує зносостійкість роликків. Покриття роликків також стійке до дії безшипових шин.
 - Захист від корозії всіх елементів роликкової системи СТМ.
- Гальмівний тестер автоматично вимірює і розраховує наступні параметри ефективності гальм:
- Діагностоване навантаження на вісь, кг
 - Сила, що прикладається до системи управління, Н
 - Час спрацьовування гальмівної системи, сек.
 - Питома гальмівна сила кожного колеса, кН;
 - Відносна різниця в силі гальмування однієї осі;
 - Діагностована еліптичність колеса осі [10].

3.4 Будова і робота стенда

Гальмівний стенд STM 3500m - це роликковий стенд з механічним приводом, принцип роботи якого полягає в примусовому обертанні колеса осі від опорного ролика і вимірюванні сили, що виникає на поверхні опорного ролика при гальмуванні. Механізований роликковий стенд включає в себе роликковий блок, стійку управління у вигляді шафи з дверцятами, датчик зусилля і блок сигналізації. Функціональна схема стенду наведена на рис. 4.1 [10].

Підготовка стенду до роботи включає наступні етапи

Підключити трифазну напругу живлення до вхідного вимикача.

Перед початком роботи замінити глуху пробку маслозаливної горловини мотор-редуктора на перфоровану пробку (сапун). Перевірте наявність мастила в мотор-редукторі та мастила в корпусі роликів підшипника. У разі потреби залийте відповідне мастило.

Увімкніть загальний автоматичний вимикач. Увімкніть стенд. Увімкніть комп'ютер. На екрані монітора з'явиться головне меню програми, що керує роботою стенду. Вибрати в головному меню пункт "Допоміжні програми" і вибрати підрежим "Перевірка обладнання". Виконується перевірка обладнання.

Для проведення комплексної перевірки необхідно підготувати автомобіль зі справною гальмівною системою і навантаженням на вісь не більше 3500 кг.

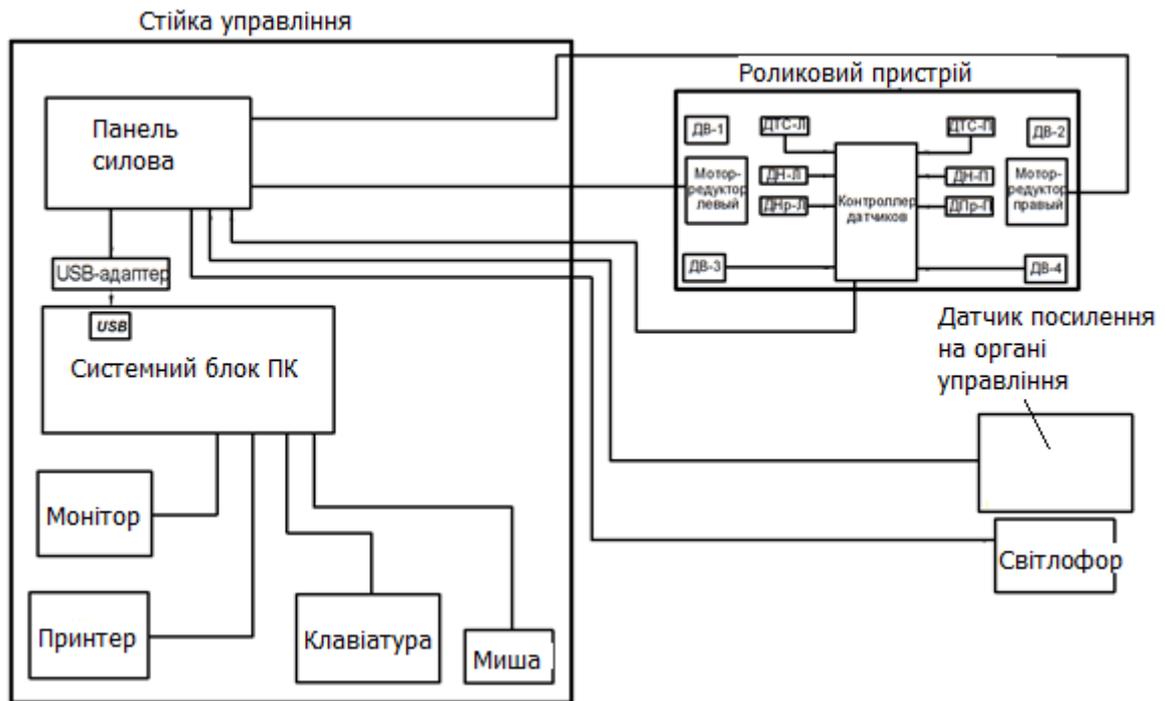


Рисунок 3.1 - Функціональна схема стенду: ДВ-1, ДВ-2, ДВ-3, ДВ-4 - датчики ваги; ДТС-Л, ДТС-П - лівий і правий датчики сили гальмування; ДН-Л, ДН-П - лівий і правий датчики наявності на стенді автомобіля; ДБ-Л, ДБ-П - лівий і правий датчики блокування стенду

Повна діагностика гальмівної системи автомобіля. Правильність роботи всіх датчиків і програм підтверджується відсутністю повідомлень про помилки на екрані монітора.

Порядок роботи на стенді Робота на стенді здійснюється відповідно до команд, що відображаються на екрані монітора, на світлофорі або на інформаційному табло.

Порядок роботи на стенді наступний:

- Увімкнути пульт управління;
- Увімкнути ПК; - Увімкнути пульт управління; - Увімкнути пульт управління; - Увімкнути пульт управління Завантажити програму управління гальмівними випробуваннями;
- У головному меню вибрати потрібний режим роботи;
- Вибрати з бази даних автомобіль для діагностики або ввести новий автомобіль;
- Виберіть режим діагностики (автоматичний або ручний);
- Приєднайте датчик зусилля до педалі гальма автомобіля;
- Просушіть гальмівні колодки та барабани в підрежимі "сухі". Для цього необхідно під'їхати до ролерної установки на екрані монітора, за сигналом світлофора або за командою "Enter" на інформаційному табло. Далі натисніть на педаль гальма за командою "Плавно натиснути на гальма". Сушка триває приблизно 20 секунд або до моменту пробуксовки коліс;
- Вибирається максимальна гальмівна сила, коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил коліс і зусилля на регуляторі в підрежимі "Повне навантаження". За командою "Плавне гальмування" натискають на педаль гальма;
- Вимірюють опір обертанню колеса, що не гальмує, і визначають коефіцієнт еліптичності в підрежимі "Часткове навантаження". Після того, як ролик почав обертатися протягом 4 с, виміряти опір обертанню колеса, яке не гальмувалося. Педаль гальма залишають відпущеною. Далі за командою "Плавне гальмування" натискайте на педаль гальма, поки не з'явиться команда "Утримувати". Після цієї команди утримуйте педаль гальма в тому ж положенні, поки не з'явиться команда "Відпустити", а потім плавно відпустіть педаль. Після подачі команди "Утримувати" збирайте дані протягом 8 секунд для розрахунку даних при частковому навантаженні гальмівної системи;
- Замір максимального гальмівного зусилля, що генерується паркувальною системою, і зусилля на органах управління в підрежимі "Парковка". Для цього

команда "Гальмує плавно" активує стоянкову гальмівну систему шляхом впливу на орган керування (важіль або педаль) через датчик зусилля. Якщо автомобіль обладнаний клапаном керування ручним гальмівним приводом, то стоянкова гальмівна система може бути активована без використання датчика зусилля;

- За командою "З'їдьте" зніміть вісь, що діагностується, з роликів вузла.

На цьому діагностика осі завершується, а діагностика наступних осей проводиться аналогічним чином [10].

3.5 Економічна ефективність впровадження стенда

Економічна ефективність визначається за методикою, рекомендованою автотранспортною галуззю.

Економічна ефективність від впровадження стенду визначається за наступним рівнянням.:

$$E_{нг} = Ппз - C_e - K_{пр} , \quad (6.17)$$

де Ппз - зниження витрат по статті фонду заробітної платні, грн;

C_e - поточні, експлуатаційні витрати на стенд, грн;

K_{пр} - капітальні витрати, приведені до експлуатаційних через коефіцієнт ефективності, який приймаємо 0,15, грн.

Термін окупності капітальних вкладень визначається за наступною формулою:

$$O = K / E_{нг} , \quad (6.18)$$

де K - капітальні витрати на впровадження стенда, грн.

Витрати на ремонт визначаються за наступною формулою:

$$Зр = Тр \times Сгр ,$$

де Тр - сумарна трудомісткість усіх робіт, люд.г;

Сгр - годинна тарифна ставка одного ремонтного робітника, грн

Розрахунки виконані в таблицю 6.14.

Таблиця 6.15 - Ефективність впровадження стенда діагностування гальм

Найменування та позначення	Один. вимір.	До впров.	Після впров.
1	2	3	4
Річна програма використання стенду, Nr	од.	297	297
Годинна тарифна ставка одного робітника, Сгр	грн	55	55
Капітальні витрати на впровадження стенду, К	грн		12950
Вартість конструкції стендуї, Цс	грн		129500
Поточні витрати, необх.на експлуат. стенду, Се	грн		4457,2
Середня трудомістк.операції на стенді, тд	люд.г	6,2	4,2
Сумарна трудомісткість робіт, Тр	люд.г	1841	1247
Витрати на ремонт по заробітній платні працівн., Зр	грн	211439	154442
Капіт.витрати,приведені до експлуат.,Кпр	грн		21368
Прирощ.приб.за рахунок зниж.витрат на ЗП, Пзп	грн		73544
Зведений госпрозрахунковий ефект, Енг	грн		47719
Термін окупності капітальних вкладень, О	рік		2,99

Отже, в результаті проведених розрахунків можна зробити висновок, що впровадження запропонованого пристрою - роликового тестера для діагностики гальмівної системи транспортних засобів є економічно ефективним та економічно доцільним. Реалізація проекту призведе до значної економії коштів, зведеним самоокупним ефектом понад 47 000 грн. та терміном окупності капітальних вкладень на впровадження стенду для діагностики гальмівної системи майже три роки.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Результати досліджень

Аналіз застосування металофторопластових стрічок (МФЛ) показав, що на вітчизняних машинобудівних заводах в трибоінтерфейсах використовуються в основному вироби (втулки, напрямні і підшипники ковзання і т.д.), виготовлені з імпортного матеріалу, що обумовлено їх більш високою експлуатаційні властивості. Наприклад, роботи сучасних вчених, що основним недоліком МФЛ вітчизняного виробництва є невеликий робочий фторопластовий шар (0,02-0,05·мм), розташований в пористому шарі бронзи.

Порівняння вітчизняних і зарубіжних технологій (британська фірма «Glacier») виробництва МФЛ показало, що основні технологічні операції (нанесення порошку, запікання частинок бронзи, прокатка полімерної пасти і т. д. практично однакові, за винятком застосування в технологічних циклах різних наповнювачів і способів спікання. Наприклад, імпортний матеріал ДУ заповнюється фторопластовим складом зі свинцевим порошком 20%, ДП–чистий фторопласт, а вітчизняний МФЛ – дисульфід молібдену 25%. Основна відмінність МФЛ полягає в різних способах спікання, тому якщо спікання стрічки російського виробництва проводиться на повітрі, то аналогічна операція з імпортною стрічкою проводиться під шаром розплавленого свинцю.

Процесстворення покриттів з вихідної PTFE пасти в пористій поверхні виявився невдалим, так як полімерний шар після спікання виявився вище пористого шару. Така поведінка покриття з фторопласту визначається його високим коефіцієнтом термічного розширення (при температурі спікання обсяг фторопласту збільшується на 25%). Виходячи з цього, можна пояснити факт поліпшення експлуатаційних властивостей імпортних МФЛ при спіканні полімерного шару під тиском розплавленого свинцю. За рахунок зовнішнього тиску, створюваного свинцем, відбувається більш глибоке проникнення полімеру в пори і його фіксація в пористій поверхні. Розплавлений свинець створює не тільки необхідний тиск, але і температуру спікання для полімерної плівки. Ймовірно, висота свинцевого шару над МФЛ спеціально підібрана для

створення необхідного тиску на полімерний шар з метою утримання його в порах бронзового шару при термічній обробці.

Таким чином, для значного підвищення експлуатаційних характеристик нових листових металополімерних матеріалів необхідно збільшити товщину фторопластового робочого шару, який виконує роль мастила, при цьому фіксація фторопластового покриття повинна проводитися під тиском.

Товщина полімерного шару збільшується за рахунок збільшення об'єму пор, де в якості пористих покриттів використовуються різні матричні матеріали з необхідним рельєфом на поверхні металу. Оскільки такі матеріали вимагають чималих коштів для отримання необхідного рельєфу поверхні, дослідники стали використовувати металеві сітки з антифрикційних матеріалів.

Наприклад, відомий спосіб отримання металофторопластового матеріалу, де замість шару пористої бронзи використовуються сітки, закріплені на металевій поверхні. РТФЕ або його складки наносяться на осередки сітки різними способами. Термічна обробка листових пластин проводиться в касетах. Така термічна обробка створює монолітний шар РТФЕ, який закріплюється в осередках сітки. Незважаючи на екологічність цього методу в порівнянні з використанням розплавленого свинцю, він має ряд істотних недоліків. По-перше, він досить енергоємний, вимагає великої кількості ручної праці і не піддається автоматизації. По-друге, це дозволяє отримати вироби тільки невеликих розмірів.

Знання основних закономірностей виробництва МФЛ привело до ідеї створення листового армованого фторопластового матеріалу (ЛАФМ), де в якості самостійних елементів використовуються сітки. В Україні налагоджено промислове виробництво сіток з кольорових металів в широкому асортименті - бронзові, латунні і бронзово-латунні різної кількості і видів плетіння.

Дослідження вибору способів нанесення полімеру на сітку показало, що найкращі результати досягаються при прокатці в неорієнтованій плівці з фторопласту, що дає можливість заповнити вільний простір сітки полімером. Природно, що при заповненні вільного простору сітки неорієнтованою плівкою безперервність останньої порушується. Торичне спікання (монолітизація) полімерних частинок відбувається за рахунок когезійних зв'язків і дифузійних

процесів, що відбуваються між частинками фторопласту, і істотно відрізняється від процесу спікання пресованих виробів.

Наприклад, в процесі спікання заготовок, отриманих пресуванням порошкоподібного фторопласту при температурі розплаву, створюються умови для руху макромолекул і міграції речовини в зону контакту, де відбувається зростання контактних містків між частинками, в результаті чого збільшується площа контакту. Вторинне спікання великих частинок полімеру можливо тільки в тому випадку, якщо вони зближені за рахунок зовнішнього навантаження.

Встановлено, що процес утворення монолітної плівки спостерігається тільки при спіканні листових заготовок в обмеженому обсязі, так як в цьому випадку створюється тиск за рахунок теплового розширення фторопласту. В процесі охолодження полімерного шару він механічно закріплюється в об'ємі сітки шляхом укладення наявних проводів в армуючий елемент. Цей спосіб дає можливість отримати полімерний шар по всій товщині армуючого елемента (для сітки №16 товщина шару становить 0,7 мм

Випробування зносостійких властивостей армованих фторопластових матеріалів показали, що найбільш інтенсивний знос спостерігається в початковий період випробувань, так як контакт контртіла відбувається по поверхні полімеру з переходом на вершини качків. Згодом, у міру збільшення площі контакту, інтенсивність зносу сповільнюється і фіксується на певному рівні, при цьому температура вузла тертя стабілізується. У зв'язку з цим необхідно було визначити середню швидкість лінійного погіршення стану (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Триботехнічні властивості армованих фторопластових матеріалів

Склад полімерного шару	Середня швидкість лінійний знос, мкм/год	Температура, °С	Коеф. тертя
PTFE+40 мас.% $Pb_{до}$	0,03–0,04	350–370	0,09–0,12
PTFE+40 мас. % PbO_2	0,03–0,04	360–380	0,09–0,12
PTFE+40 мас. % Pb	0,03–0,05	360–380	0,09–0,11
PTFE	0,06–0,08	400–410	0,09–0,11

З наведеної у таблиці 4.1. видно, що середня лінійна швидкість зносу LAFM, що містить оригінальний PTFE, вдвічі вища, ніж у інших досліджуваних матеріалів, тоді як температура вкладиша трохи вища, а коефіцієнт тертя такий самий, як і у армованих матеріалів. Підвищений знос обумовлений слабкими адгезивними зв'язками одержуваної трансферної плівки оригінального фторопласту. У зв'язку зі зміною площі фрикційного контакту в процесі експлуатації, щоб правильно розрахувати граничні значення питомих навантажень і величину максимального зносу, необхідно знати характер зміни конфігурації і площі контакту в міру зносу сітки.

На рисунку 4.1 показана зміна форми контакту в міру зносу однієї нитки сітки, а значення площі контакту і динаміка зносу однієї нитки качка бронзової латунної сітки показані у вигляді графіка на рисунку 4.2.

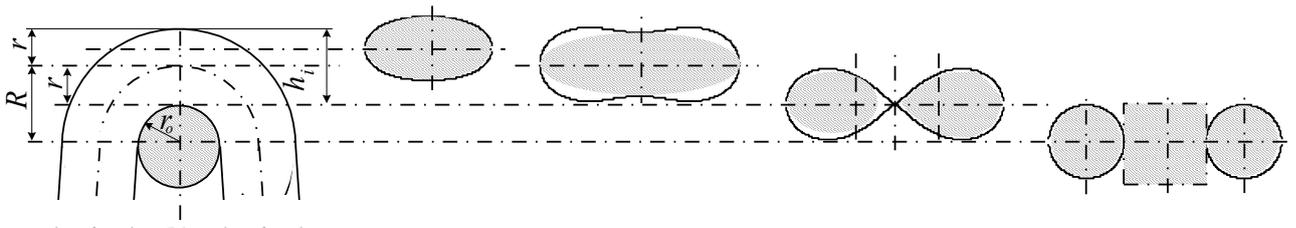


Рисунок 4.1. - Зміна форми контакту в міру зношування одного катка сітчастої нитки

З залежності, наведеної на рис. 4.2 показано, що площа контакту однієї нитки сітки спочатку збільшується до максимуму, що відповідає лінійному зносу, 0,2 мм з подальшим незначним зниженням до мінімуму в точці $h_i = 2r$, що дорівнює в нашому випадку . Знаючи зміну площі контуру однієї сітчастої нитки, легко визначити всю площу контакту даного сполучення. Виходячи з наявних даних, можна розрахувати допустиме питоме навантаження на дану вузол тертя.0,25 мм

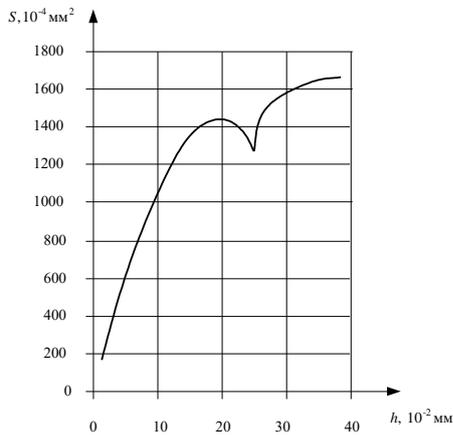


Рисунок 4.2. - Зміни площі контакту S як функція лінійного зносу h

Реальна форма площі контакту однієї утокової сітки після випробувань показана на рис. 4.3.

На рис. 4.4 представлений фрагмент фрикційної поверхні армованого фторопласту, де чітко видно чіткі і строго розташовані контактні ділянки бронзової сітки, з чого випливає, що застосування антифрикційних сіток дозволило створити просторово неоднорідну структуру поверхні тертя в постійній присутності фторопласту.

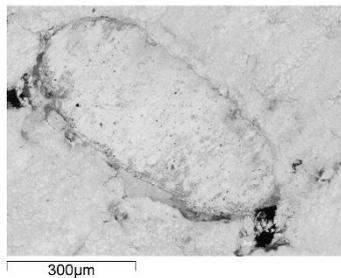


Рисунок 4.3. - Поверхнева фотографія тертя одного катка бронзової латунної сітки No 16 після 50 годин випробувань

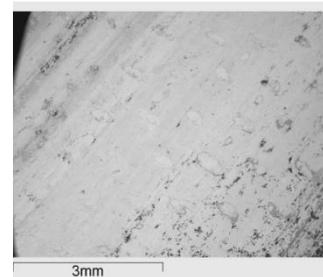


Рисунок 4.4. - Поверхня тертя. Посилений фторопласт (армуючий шар з бронзи grid) після 50 годин тестування

Обраний спосіб дає можливість закріпити фторопластовий шар в 10 разів товщі, ніж у МФЛ. Тому розроблений ЛАФМ задовольняє головній вимозі до самозмащувальних металополімерних матеріалів – здатності утворювати на поверхні тертя безперервну трансферну плівку, яка надає змащувальну дію протягом усього періоду експлуатації.

У ряді випадків особливий інтерес представляють методи модифікації, які дозволяють змінювати фізичні, механічні, структурні і функціональні властивості поверхні без впливу на об'ємні характеристики виробу. Виходячи з цих передумов, був розроблений новий метод легування робочих поверхонь фторопластових виробів термостійкими полімерами в процесі виготовлення

полімерних заготовок. Основна особливість цього методу полягає в тому, що термостійкі полімери полігетероарілені використовуються не як звичайні у вигляді порошків, а у вигляді розчину в органічному розчиннику N,N-диметилформамід (ДМФ). Полімерний розчин наноситься на робочу формувальну поверхню форми, після чого заповнюється заміс і пресується заготовка. В'язкість полімерного розчину підбирали так, щоб товщина одержуваного полімерно-полімерного покриття на виробі з фторопласту становила 1,4-2,0 м, тобто знаходилася в межах допустимого зносу ущільнювальних манжет.

У зв'язку з низькими пружними властивостями використовуваних термостійких полімерів виникла необхідність дослідження деформаційних властивостей одержуваних полімерно-полімерних покриттів. Дослідження показали, що деформація таких об'єктів супроводжується особливим типом формування структури поверхні. Таким чином, в результаті деформації пофарбованого полімеру з'являються і поширюються в ньому тріщини перпендикулярно осі натягу, в той час як розрив покриття відбувається по основній тріщині з подальшим розтягуванням уздовж основного матеріалу.

Аналіз отриманих даних показав (табл. 4.2), що виникнення тріщин на полімерно-полімерному покритті спостерігається при деформаціях 5–6 %, що обумовлено низькими пружними властивостями термостійких полімерів.

Таблиця 4.2 - Початок утворення тріщин у зразках на розтяг з ТППГ

Матеріал покриття	дл/г	Початок утворення тріщин на розтяг, %
PTFE	–	250–500
PTFE-PAIS	0,58	–
PTFE-PABI	0,60	5–6
PTFE-PI	0,54	10–12
PTFE-PBI	0,56	5–6
PTFE-PBI	0,88	5–6
PTFE-PBI	0,94	6–7

У процесі деформації не спостерігалось відшарування покриття від матриці, що свідчить про адгезійну взаємодію полімерів. У зв'язку з несумісністю полімерів цей факт можна пояснити утворенням предводного шару.

У зв'язку з тим, що фторопластові вироби з полімерно-полімерними покриттями є перспективними для використання в якості ущільнювальних манжет, для яких основною причиною виходу з ладу при високих температурах і тисках є витік полімеру в зазори, був виготовлений спеціальний прилад для визначення порівняльної оцінки витіку. Дослідження матеріалу, що стікає в зазори 0,15 і при температурі 423 К і різних зусиллях на цьому апараті, показало, що плинність полімерно-полімерного покриття в зазори до 10 разів менше, ніж у вихідного полімеру і не залежить від величини зазорів. Зменшення витіку в щілину можна пояснити підвищенням твердості покриттів, як показали результати вимірювання мікротвердості 0,25 мм HV_{50} , що мікротвердість покриттів у 2 рази вища, ніж у PTFE.

Триботехнічні випробування фторопластових втулок показали (табл. 4.3), що масовий знос в процесі тертя для досліджуваних покриттів знижується до 80 разів в порівнянні з початковим фторопластом. При цьому найбільшою зносостійкістю володіють покриття ПБІ. Коефіцієнт тертя для всіх одержуваних складів змінюється незначно (його значення стабільне в процесі експлуатації).

Таблиця 4.3. - Триботехнічні характеристики зразків PTFE з TPPAGG

Матеріал покриття	Коефіцієнт тертя	Масовий знос, 10^{-6} кг
PTFE	0,10	2380–2420 pp.
PTFE-PAVI	0,09	70–60
PTFE-PAIS	0,08	530–540 pp.
PTFE-PI	0,08	45–60
PTFE-PBI η_{np} 0,57	0,09	35–50
PTFE-PBI η_{np} 0,88	0,09	30–40
PTFE-PBI η_{np} 0,94	0,09	25–30

Дослідження структури поверхневого шару показало, що в процесі спільного пресування порошкоподібного фторопласту і шару розчину термостійких полімерів, нанесеного на формуючу поверхню форми, частинки полімеру змочуються і змішуються, що викликає значну зміну супрамолекулярної організації матриці. Таким чином, сфероліти утворюються в основній пластинчастій (стрічковій) структурі фторопласту (рис. 4.5а) (рис. 4.5б).

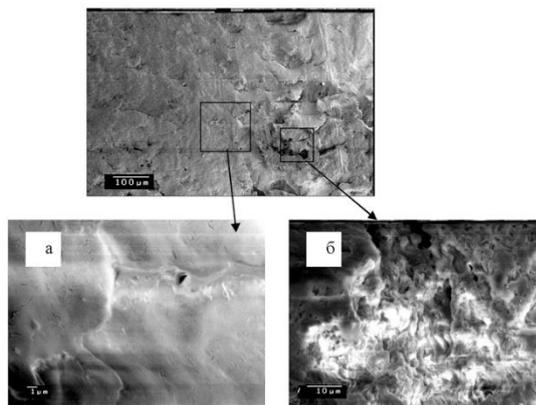


Рисунок 4.5. - Поверхневі фотографії PTFE з TPI на основі PBI

У процесі тертя з контактуючою поверхнею взаємодіють вже не окремі макромолекули і освіти типу «стрічка», а супрамолекулярні освіти – сфероліти, які запобігають деформації, що супроводжують тертя і знос матеріалу.

У той же час відомо, що азотовмісні полігетероарілені з п'яти- і шестичленними гетероциклами (полііміди, полібензimidазоли, полібензоксазоли та ін.) Самі по собі мають антифрикційні властивості.

В результаті комбінованого внеску використовуваних полімерів відбувається підвищення зносостійких властивостей полімер-полімеру до 80 разів.

У зв'язку з тим, що діапазон лінійних розмірів заготовок з фторопласту при виготовленні варіюється від 3 до 5%, виникла необхідність створення технології, яка б виключала механічну обробку поверхні полімерним покриттям. Розроблений спосіб отримання необхідних розмірів на зовнішній або внутрішній поверхні виробів здійснюється пресуванням, спіканням, охолодженням і відрізняється тим, що формування розмірів заготовок досягається шляхом їх нагрівання при температурі 6435 К до \pm плавлення в граничних оправках без

тиску, а необхідні лінійні розміри формуються багаторазовою термічною обробкою у відповідній оснастці (рис. 4.6).

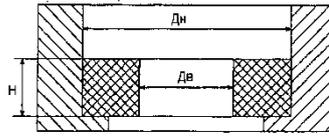


Рисунок 4.6. - Обмежувальна оправка для зміни розмірів циліндричної Заготовки з PTFE з TRPAGG OD

Встановлено, що при нагріванні заготовки в обмежувальній оправці відбувається спрямоване розширення полімерної деталі у вільний простір з подальшим зворотним процесом усадки при охолодженні зі зміною розмірів до 6-8%.

Дослідження також показали, що після термічної обробки в цій оправці зовнішні і внутрішні розміри виробу змінюються в бік зменшення, а висота деталі збільшується. Це пояснюється структурно-механічною поведінкою окремих елементів супрамолекулярної структури (ланок, сегментів макромолекул), які при термічній обробці в обмеженій мірі змінюють своє розташування в матеріалі за рахунок вільного теплового розширення і запам'ятовують його при охолодженні, а так як ці процеси протікають в розплаві, то про колишнє розташування забувають. Виявлено, що залишкові внутрішні деформаційні напруги після багаторазової термічної обробки виробів в оправках відсутні або значно менші, ніж при впливі зовнішнього навантаження. Це можна пояснити тим, що зміна об'ємної деформації під впливом температури без тиску відбувається практично по всьому об'єму полімеру, при цьому зміна об'ємної деформації під дією зовнішнього тиску (різні види калібрувань) носить локальний характер, що створює внутрішні напруження у виробах.

Порівняльні випробування експлуатаційних характеристик точених і пресованих хомутів показали, що ущільнення, виготовлені за розробленою технологією, мають кращі робочі поверхні і характеризуються високою стабільністю розмірів. Встановлено, що при багаторазовому нагріванні заготовок до 523 K (робоча температура операції PTFE) розміри, отримані таким методом, не змінюються.

Застосування даного методу в серійному виробництві дозволить цілеспрямовано змінювати розміри заготовок в потрібному напрямку, а також отримувати необхідний розмір на зовнішній або внутрішній поверхні виробу, що вкрай необхідно при виготовленні виробів з полімерно-полімерними покриттями, так як дозволяє зберегти структуру поверхневого шару.

Практично всі сучасні машини і механізми мають рухомі шарніри, так як вони повинні виконувати необхідні робочі функції, пов'язані з переміщенням, обертанням, підйомом, ковзанням і т.д. При цьому параметри роботи рухомих з'єднань в залежності від призначення можуть варіюватися в широкому діапазоні - швидкості ковзання від 10-3 і більше, навантаження від 10-3 до 10^2 м до і вище, температури від криогенних до 1273 К і вище. Ці обставини не дозволяють створити універсальний антифрикційний матеріал, здатний працювати в вузлах тертя різного призначення. Звідси випливає необхідність розробки безлічі різних фрикційних матеріалів, які відповідають конкретним умовам експлуатації підшипників з точки зору зносостійкості. В даний час визначені значення граничних параметрів тертя (тиску, швидкості і температури) для використовуваних матеріалів, в тому числі фторопластових композитів. 10^3 кг

Застосування даних матеріалів у стенді дозволить використовувати матеріал покриття роликів під час ривалої експлуатації в діапазоні температур від мінус 473 К до плюс 523 К. Показано, що застосування свинцевмісних наповнювачів підвищує зносостійкі властивості композитів до 3 разів, що дозволяє значно підвищити надійність і довговічність роликів з фторопластових композицій. робота в екстремальних умовах. У зв'язку з об'єктивними обмеженнями при виробництві масивних фторопластових свинцевмісних заготовок даються рекомендації по виготовленню виробів в готовому вигляді або з вкрай низьким допуском на механічну обробку для роботи в вузлах тертя спеціального призначення.

Дослідження показали, що свинцевмісні наповнювачі (дисперсні Pb і PbO_2) значно покращують експлуатаційні властивості багатокомпонентної пломби, наприклад, матеріалу КВН-3. Цей матеріал використовується в мікрокриогенному обладнанні в парі з анодованим алюмінієм з гарантованим терміном служби до 3000 годин.

Однак для полімерних матеріалів граничними є швидкості ковзання понад 0,5 м/с і навантаження понад 10 МПа.

Хоча армований листом фторопластовий матеріал конструктивно відрізняється від МФЛ у вигляді відсутності металевої основи, фрагменти зони контакту тертя відрізняються незначно через наявність неоднорідної структури, що містить бронзу і фторопласт, тому допустимі значення режимів тертя МФЛ можуть бути перенесені на цей матеріал.

Головною відмінністю LAFM від MFL є більша товщина полімерного мастила, розташованого в пористому просторі сітки, що дозволяє зберігати працездатність аж до максимально допустимого зносу. За попередніми даними, використання цього матеріалу дозволяє збільшити термін служби мобільного з'єднання з таким матеріалом в десятки, а в деяких випадках і в сотні разів.

Можливість отримання великих ЛАФМ дає перспективу використання їх у великогабаритних рухливих з'єднаннях у вигляді напрямних при підйомі різних шлюзів та інших трибоспрямлених з'єднань, що працюють без змащення.

Виявлено, що отримані ЛАФМ не мають холодильного обладнання, і це дозволяє значно розширити сферу застосування цих матеріалів, особливо в тих галузях, де необхідно захищати продукцію від попадання мастильного матеріалу.

Основне призначення фторопластових виробів з легованим поверхневим шаром - ущільнювальні пристрої різних механізмів, а розроблений спосіб нанесення термостійких покриттів на полімерну поверхню дозволяє модифікувати тільки робочу поверхню виробу зі збереженням пружних властивостей чистого фторопласту.

Випробування V-подібних фторопластових хомутив з легованим поверхневим шаром в амортизаторах гідравлічної підвіски автомобіля Бел АЗ вантажопідйомністю 10 тонн показали, що використання цих манжет значно збільшує ресурс ущільнення, при цьому міжремонтний термін підвісок збільшився в 2-4 рази.

Постійно зростаючий інтерес до практичного використання полімерів та полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) у машинобудуванні обумовлений поєднанням у них наступних факторів: здатністю до заміни у багатьох вузлах

техніки кольорових металів та сплавів, легованих сталей та інших традиційних конструкційних матеріалів на ПКМ за рахунок високих пружно-міцних характеристик, простоти виготовлення та переробки у готові вироби; можливістю економії та повторного використання сировини; спрощенням конструкції вузлів, технологій їх виготовлення та обслуговування; у ряді випадків підвищенням експлуатаційних характеристик та ін. Особливо перспективне застосування ПКМ у рухомих з'єднаннях, де не застосовується мастило, проте обмежені фізико-механічні властивості застосовуваних у трибосполученні полімерів не задовольняють всьому діапазону навантажень, що виникають у таких вузлах, що є серйозною перешкодою до їх більш широкого використання у сучасних машинах у широкому інтервалі умов їх експлуатації. У той же час, на відміну від більшості конструкційних матеріалів (м'яких сталей, чавунів, фрикційних та антифрикційних бронзових сплавів, бабітів, залізграфітових композитів), спектр модифікації властивостей полімерів ширший, що дозволяє цілеспрямовано управляти властивостями ПКМ залежно від умов його експлуатації, матеріалознавчих цілей або запитів сучасної техніки та технологій.

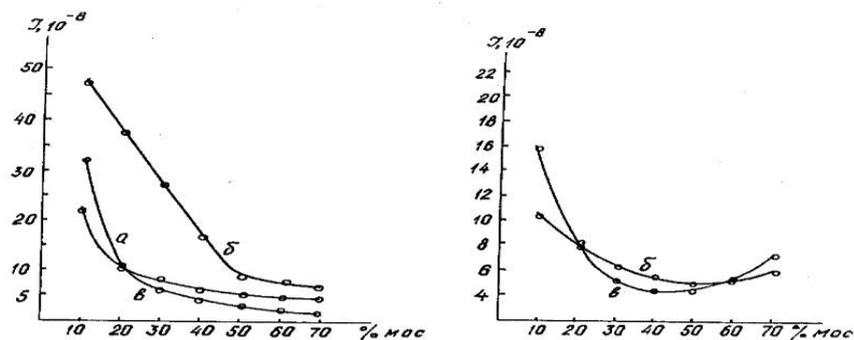
У зв'язку з цим пошук нових способів модифікації полімерів та розробка композитних, металополімерних та полімер-полімерних матеріалів на його основі з комплексом покращених експлуатаційних та технологічних характеристик є актуальною проблемою у галузі створення ПКМ триботехнічного призначення.

На станціях технічного обслуговування машин широко використовуються роликовий гальмівний стенд СТМ 3500 М, в якого під час експлуатації інтенсивно зношуються ролики, тому використання композитних матеріалів значно збільшить строк його експлуатації.

Провівши ряд експериментів дослідно встановлено, що, що міцнісні та більшою мірою деформаційні властивості композицій сильно залежать від вмісту наповнювачів, при цьому композитах з PbO и Pb_k при спіканні на повітрі та композитах з PbO_2 , отримані у відновлювальній атмосфері, змінюють свої параметри у вузькому інтервалі (10-20) мас. % наповнення, що свідчить про зміни у структурі даних композитів. У всіх інших випадках спостерігається

зменшення механічних властивостей у міру збільшення вмісту наповнювача, але різною мірою в залежності від типу наповнювача. При цьому за властивостями міцності ряд композитів перевершує промисловий матеріал Ф4К20.

Аналіз отриманих експериментальних результатів (рис. 4.7) свідчить про те, що інтенсивність зношування визначається природою та типом наповнювача. Оптимальна кількість кожного вибраного наповнювача (за винятком *Pb*), що призводить до мінімального зносу ПКМ на основі ПТФЕ, коливається в межах 40-50 мас. %.



I – ПТФЕ+порошок II – ПТФЕ+оксид свинцю
свинцю

Рисунок 4.7. - Концентраційні залежності інтенсивності зношування композицій при спіканні у різних газових середовищах: а – повітря, б – дисоційований аміак, в – аргон. Час випробувань 1 година

При випробуванні на тертя виявлено також одну специфічну особливість для композицій з 70 мас. % *Pb*, спечених у відновлювальній атмосфері: для даної композиції коефіцієнт тертя у початковий період роботи дорівнював 0,20–0,21, але до кінця випробувань спостерігалось значне його зростання до 0,34. Після експерименту при візуальному огляді на сталевих контртілах було виявлено покриття з характерним блиском свинцевим (рис. 4.8). Це спостерігалось і для композицій з меншим наповненням, але при триваліших випробуваннях. Товщина такого покриття досягала 0,5 мм. Проте на контртілах після 8 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 такого не відбувалось і втулка мала такий же вигляд як і до початку випробувань (Рис. 5.9).



Рисунок 4.8. - Поверхня сталюого контртіла після 1,5 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 70 мас. % Pb (спікання в середовищі дисоційованого аміаку)



Рисунок 4.9. - Поверхня сталюого контртіла після 8 годин випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 .
Діаметр контртіл 24,5 мм

4.2 Висновки по дослідженню

Враховуючи усе вище сказане можна зробити висновок, що використання полімерних композитних матеріалів випробувань з фторопластовою втулкою, з 50 мас. % PbO_2 є досить ефективним та значно продовжить термін служби роликів.

З точки зору економічної ефективності, використання цих технологій обіцяє значну економічну вигоду. Наприклад, у випадку виробів з фторопласту з мінімальними припусками це дозволить заощадити до 70-80% РТФЕ-сировини, яка йде в стружку при механічній обробці. При цьому довговічність і надійність таких агрегатів зросте в кілька разів за рахунок зносостійкості.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Правила техніки безпеки виконання робіт на ділянці

Керівники СТО зобов'язані здійснювати загальне керівництво і контроль за охороною праці в організації, створювати для працівників умови праці, що відповідають вимогам законодавства України, а також вживати необхідних заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів на кожному робочому місці. Працівники та керівники допускаються до самостійної роботи тільки після проходження навчання з питань охорони праці, включаючи інструктажі та перевірку знань.

Технологічне обладнання та електроустановки виробничих приміщень повинні бути спроектовані відповідно до норм електробезпеки. Всі електродвигуни, електроприводи та пульти управління повинні бути надійно заземлені або занулені. Експлуатація без заземлення або занулення не дозволяється. Провідники заземлення повинні бути доступними для огляду та захищеними від корозії.

Несправності, що викликають іскрові розряди, короткі замикання, виділення тепла, провисання проводів, контакт між проводами, контакт з елементами будівель і різними предметами, повинні бути негайно усунені [6].

Проведення діагностики у виробничих приміщеннях заборонено:

- Зберігання легкозаймистих і горючих рідин, кислот, фарб, карбїду кальцію тощо
- Зберігання разом чистих і використаних серветок;
- захаращення проходів і виходів з приміщень (наприклад, матеріалами, обладнанням, тарою).

Наступні дії заборонені.

- Входити в оглядові траншеї або під естакади під час руху транспортних засобів;
- Працювати на несправному обладнанні або несправними інструментами чи пристроями;
- Самостійне усунення несправного обладнання.

Під час виконання робіт працівники, допущені до роботи на автомобільних підйомниках, повинні

- Піднімати, обслуговувати та розвантажувати транспортні засоби на технічно справному підйомнику,
- приступати до обслуговування автомобіля, піднятого на підйомнику, тільки після того, як він буде вимитий і очищений від бруду, льоду і снігу
- Перед початком обслуговування автомобіля на підйомнику переконайтеся, що автомобіль надійно закріплений на затискачах підйомника і що всі небезпечні елементи, які можуть спричинити рух автомобіля назад і вперед від затискачів підйомника або самовільне опускання затискачів підйомника, усунені,
- Не використовуйте під транспортним засобом будь-які підходящі предмети як опору.

Переконайтеся, що гальмівна система стану ефективна, і що вжито заходів для запобігання мимовільному скочуванню автомобіля з роликів стану [7]..

5.2 Санітарно-технічні вимоги до приміщення

Граничні значення параметрів, що характеризують мікроклімат в приміщенні, встановлені відповідно до санітарних норм згідно ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [8].

Система опалення приміщень призначена для забезпечення оптимальних умов праці в робочих зонах виробничих приміщень відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99. Оптимальні значення температури, відносної вологості та швидкості вітру для середніх операцій наступні

- Температура: від -19 до 21°C в холодну пору року і від -21 до 23°C в теплу пору року,
- Відносна вологість: 60-40°C
- Швидкість вітру: 0,2-0,3 м/с.

Система опалення повинна рівномірно прогрівати повітря в приміщенні і мати можливість локального регулювання та вимкнення. Всі системи вентиляції повинні бути справними. Система теплопостачання повинна забезпечувати

- рівномірне нагрівання повітря в приміщенні
- Вибухо- та пожежобезпечність;
- мінімальне забруднення повітря в приміщенні шкідливими вихлопними газами та неприємними запахами;
- безшумність, надійність і зручність в експлуатації [8].

Підприємство забезпечується електроенергією від високовольтної мережі 6-10 кВ місцевої електропостачальної організації, яка перетворюється на підстанції до напруги 220-380 В для силових та освітлювальних установок.

Силове електрообладнання заводу включає електродвигуни верстатів, компресорів, насосів, технологічного обладнання, підйомно-транспортних механізмів, вентиляційних систем, зварювальних трансформаторів і випрямлячів.

Вентиляція у виробничих будівлях призначена для забезпечення систематичного повітрообміну з метою підтримання нормальних умов у робочих зонах приміщень. Будівлі обладнані загальнообмінною припливно-витяжною системою.

Система водопостачання підприємства складається з господарсько-питного, виробничого та протипожежного водопостачання. Система питного водопостачання забезпечує підприємство водою, що відповідає вимогам до питної води. Система виробничого водопостачання забезпечує водою для технічних потреб.

Каналізаційна система забезпечує очищення стічних вод. Внутрішня каналізація складається з побутових, дощових та промислових стоків. Кислотні, лужні, електролітні та інші хімічні стоки скидаються в каналізацію тільки після нейтралізації та очищення. Толуол, ацетон, бензин і мінеральне масло не можна зливати в каналізацію.

Стиснене повітря використовується для роботи пневматичних інструментів і стендів. Стиснене повітря у виробничих цехах і на будівельних майданчиках виробляється повітряними компресорами, встановленими в компресорній. Це приміщення повинно бути обладнане механічною припливно-витяжною системою.

Освітлення. Освітленість у виробничому приміщенні на рівні підлоги діагностичної станції повинна бути не менше 200 лк, а в оглядовій канаві на рівні днища автомобіля - не менше 150 лк.

Захисне заземлення. Всі електродвигуни, електроприводне обладнання та панелі управління обладнанням повинні бути надійно заземлені. Провідники заземлення повинні бути доступні для огляду і захищені від корозії.

Пожежна сигналізація та системи пожежогасіння. Для забезпечення пожежної безпеки в приміщеннях повинні бути присутніми первинні засоби пожежогасіння та системи пожежогасіння, які повинні знаходитися в справному стані та на видному місці. Вогнегасники, ящики з піском, відра з водою, відра, держачи для лопат та інше протипожежне обладнання пофарбовані в червоний колір. До них повинен бути вільний доступ. На видних місцях розміщуються знаки, що вказують на місцезнаходження вогнегасників та іншого протипожежного обладнання [9].

5.3 Правила техніки безпеки при роботі

При експлуатації стенду необхідно дотримуватися наступних основних правил. До роботи на стенді допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Під час монтажу, випробувань і будь-якого технічного обслуговування стенду можуть виникнути наступні небезпеки

- Небезпека ураження електричним струмом;
- Ризик травмування рухомими частинами.

Заходи для забезпечення захисту від ураження електричним струмом.

- Встановіть затискач заземлення на корпус силової шафи та роликову раму;
- Опір електричної ізоляції між джерелом живлення та пов'язаними з ним ланцюгами і затискачем заземлення шафи живлення становить 20 МОм або більше;
- Електрична ізоляція між ланцюгом живлення та пов'язаними з ним ланцюгами і затискачем заземлення шафи живлення здатна витримати дію

випробувальної напруги 2000 В змінного струму частотою 50 Гц протягом однієї хвилини;

- Електричний опір між затискачем контуру заземлення та затискачами заземлення шафи живлення і роликів блоку повинен бути менше 4 Ом.

Заходи щодо запобігання травмуванню рухомими частинами.

- Ланцюговий привід роликів блоку закритий кришкою;
- Переконайтеся, що мотор-редуктор роликів блоку не вмикається мимовільно, коли живлення вимикається, а потім відновлюється.

Під час експлуатації стенду також необхідно суворо дотримуватися заходів безпеки:

- Силова шафа, гальмівний стенд і системний корпус ПК повинні бути підключені до контуру заземлення;

- Забороняється працювати на стендах з поганим заземленням;

- Вмикати стенд в робочий режим тільки після перевірки роботи мотор-редуктора і всіх датчиків;

- Під час роботи на стенді дотримуйтесь інструкцій робочої програми, що відображається на екрані монітора, світлофорах та інформаційному табло;

- При проведенні регламентних робіт з технічного обслуговування і ремонту стенду забороняється замінювати деталі, що знаходяться під підвищеною напругою, а також залишати стенд без нагляду під підвищеною напругою;

- Роботи, не пов'язані з електричними ланцюгами стенду, повинні проводитися після відключення стенду від загальної електричної мережі;

- Не рідше одного разу на рік необхідно перевіряти та вимірювати опір ізоляції [10].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження показало, що бажано створити станцію технічного обслуговування на дорозі, що з'єднує міста Тернопіль та Гусятин. Прогнозується попит на очікувані послуги СТО в цьому районі, а саме: технічне обслуговування та ремонт залізничних транспортних засобів, мийка та зберігання транспортних засобів.

Проект включає дев'ять робочих станцій (сім станцій технічного обслуговування та ремонту, одну станцію діагностики та одну станцію очищення та миття) та чотири допоміжні станції (дві станції прийому, діагностики та видачі транспортних засобів, одну станцію сушіння після очищення та миття та одну станцію придорожньої технічної допомоги), придорожню станцію технічного обслуговування та миття транспортних засобів, придорожню станцію технічної допомоги. придорожньої технічної допомоги), була спроектована придорожня станція технічного обслуговування. Загальна трудомісткість запроектованої станції складає 27 417 людино-годин на рік.

Проектована станція технічного обслуговування включає в себе зону технічного обслуговування та ремонту, виробничу зону, склад та допоміжну зону. Виробнича будівля має розміри 30 x 54 м і висоту 6,0 м. Підібрано обладнання, технічні та організаційні засоби, необхідні для виконання основних технічних процесів станції. Загальна площа виробничих, складських та допоміжних приміщень становить 1 620 м², а загальна площа будівлі СТО - 3 375 м².

Окремою частиною проекту була розроблена діагностична дільниця. Станція призначена для визначення технічного стану автомобіля, його агрегатів, механізмів і вузлів з можливістю прогнозування залишкового ресурсу на основі даних про поточний технічний стан і динаміку його зміни. Функція діагностики забезпечує підтримання надійності транспортного засобу на належному рівні, зменшуючи витрати запасних частин, матеріалів та трудовитрати на технічне обслуговування і ремонт.

Проектна частина проекту передбачала модернізацію обладнання на ділянці діагностики за допомогою роликового гальмівного стенду STM 3500 M.

У порівнянні з іншими гальмівними тестерами, цей тестер має більше характеристик, необхідних для перевірки технічного стану гальмівної системи автомобіля. Стенд дозволяє отримувати високоякісні результати випробувань для різних типів транспортних засобів, забезпечуючи при цьому безпеку випробувань.

Наукова частина проекту покаже, як можна вдосконалити покриття роликів, щоб продовжити термін їхньої служби.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, визначено їхні характеристики та вплив на здоров'я людей, запропоновано технічні заходи щодо запобігання професійним захворюванням та нещасним випадкам на виробництві, окреслено заходи з охорони навколишнього середовища та спроектовано загальнообмінну та місцеву витяжну вентиляцію.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мастепан М.А., Кузьміна В.П. Методичні вказівки до дипломного та курсового проєктування з курсу "Технічна експлуатація автомобілів". Технологічне проєктування підприємств автомобільного транспорту. - 34 с.
2. Марков О.Д. Станції технічного обслуговування автомобілів. К.: Кондор, 2008. — 536 с.
3. Технологічне проєктування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. – К.: Каравела, 2009. – 368 с.
4. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
5. ДНАОП 0.00-1.28-97 Правила охорони праці на автомобільному транспорті.
6. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
7. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
8. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник /В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
9. Кодекс цивільного захисту України.
10. 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.
11. 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.
12. 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. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
15. 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.
16. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.
17. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
18. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
19. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
20. 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>.
21. 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.
22. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.

23. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.

24. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом’як Й. В., Хом’як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Відомість основного технологічного устаткування

Найменування устаткування	Тип та модель	Габаритні розміри, мм	Кільк.	Площа од, м ²	Площа заг., м ²
1	2	3	4	5	6
Агрегатна дільниця					
Шафа для приладів і пристроїв	2303, ГАРО	950×435×1045	1	0,41	0,41
Стелаж для приладів і пристроїв	Э-405	2000×380×600	1	0,76	0,76
Стенд для перевірки гідроприводів гальма і зчеплення автомобілів	К230	930×620×1262	1	0,58	0,58
Стенд для збирання і розбирання двигунів автомобілів	2451М	860×970×1013	1	0,83	0,83
Ванна для миття деталей	-	500x1000	1	0,50	0,50
Комплект інструменту автомеханіка	І131	-	2	-	
Стенд ремонту передніх та задніх мостів	2450	1300×1100×1000	2	1,43	2,86
Разом					5,94
Слюсарно-механічна дільниця					
Верстат слюсарний	2280	1400×800×800	1	1,12	1,12
Шафа для приладів і пристроїв	2303, ГАРО	950×435×1045	1	0,41	0,41
Стелаж для приладів і пристроїв	Э-405	2000×380×600	1	0,76	0,76
Пресове й верстатне обладнання	Р335	420×430×575	1	0,18	0,18
Комплект інструменту автомеханіка	І131	-	2	-	-
Разом					2,47

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Дільниця систем живл. і електрообладн.					
Шафа для приладів і пристроїв	2303, ГАРО	950×435×1045	1	0,41	0,41
Комплект інструменту для електрообладнання автомобілів	И143	-	1	-	-
Стенд для перевірки генераторів, реле-регуляторів і стартерів	Э211	675×872×1200	1	0,59	0,59
Прилад для перевірки трамблерів	Э213	260×276×280	1	0,07	0,07
Прилад для перевірки якорів генераторів стартерів і електродвигунів	Э236	380×160×170	1	0,06	0,06
Разом					1,13
Акумуляторна					
Установка для прискореної зарядки акумуляторних батарей	Э411	350×300×400	1	0,11	0,11
Пробники акумуляторні	Э107	165×120×160	2	0,02	0,04
Шафа для приладів і пристроїв	2303, ГАРО	950×435×1045	1	0,41	0,41
Універсальна установка для пуску двигунів в холодну пору	Э307	300×100×3000	1	0,03	0,03
Комплект приладів та інструментів для акумуляторних батарей	Э401	350×280×340	1	0,10	0,10
Разом				0,67	
Шинна					
Домкрат	П310	1010×310×350	4	0,31	1,25
Компресор	113-B2	900×370×600	1	0,33	0,33

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Гайковерт для гайок коліс	И318	200×650×400	2	0,13	0,26
Стелаж для зберігання покришок і коліс	2293-П	2000×1000×2000	1	2,00	2,00
Разом					4,22
ТО і ремонту					
Стелаж для приладів і пристроїв	Э-405	2000×380×600	1	0,23	0,23
Комплект ключів гайкових комбінованих	И137-1	-	2	-	-
Підставка для обладнання	Р-902	930×600	2	0,56	1,12
Стенд для збирання і розбирання двигунів автомобілів	2451М	860×970×1013	1	0,83	0,83
Набори інструменту і пристосувань з гідравлічним приводом для редагування кузова автомобілів	И305М	-	1	-	-
Установка для заправки трансмісійним маслом	3119Б	525×400×415	2	0,21	0,42
Нагнітач мастила	3154М	510×485×920	2	0,25	0,5
Двостійковий підйомник	П-97МК Лидер	3280x2500x2000	2	8,2	16,4
Скрина відходів	Власн.ви готовл.	800x400x400	1	0,32	0,32
Скрина з піском	Власн.ви готовл.	500×500	1	0,25	0,25
Разом					20,06
Діагностування					
Комплекс діагност. обладнання	К455М	-	2	-	-
Прилад для визначення технічного стану циліндропоршневої групи двигунів	К69М	258×175×132	1	0,05	0,05

1	2	3	4	5	6
Прилад для перевірки рульового управління автомобілів	K187	125×116×108	1	0,01	0,01
Прилад для перевірки паливного насоса	527Б	125×116×108	1	0,01	0,01
Стенд перевірки гальм автомобілів	СТМ 3500	2340×680×290	1	1,59	1,59
Шафа керування	СТМ 3500	550x460x120	1	0,25	0,25
Блок діагностування бортового комп'ютеру	КТ-Pro 8.2	300×300 ×90	1	0,09	0,09
Прилад для дослідження фракційного складу і якості вихлопних газів	Інфракар М1	-	1	0,01	
Пристрій для визначення зазорів кривошипно-шатунного механізму	КІ-13933	-	1	-	-
Стетоскоп автомобільний електронний	ADD350	-	1	-	-
Стробоскоп для діагностики несправностей	Іскра-А	-	1		-
Установка для діагностики і очищення електромагнітних форсунок	CNC-602А	-	1	-	-
Віброметр-індикатор стану підшипників	77Д11	-	1	-	-
Набір для перевірки сигналів електронних систем впорскування	1251JТС	-	1	-	-
Тестер тиску масла	1256JТС	-	1	-	-
Пристрій портативний для видалення вихлопних газів	УВВГ	1300x600x600	1	0,78	0,78
Шафа для зберігання приладів та інструменту	Власного виготовл.	1900×1900×1100	3	2,09	6,27
Разом					8,20