

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту

“__” _____ 2026р.

Зав. кафедри Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)

В.В. Дідур
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього ступеня)

тема проекту: «Проект реконструкції шиномонтажного відділення з
розробкою стенду для дефектації шин»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31-к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Шевченко Владислав Сергійович
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії, доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2026 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ	7
1.1. Дослідження організації ремонтно-обслуговуючих процесів	7
1.2. Аналіз функціонування шиномонтажної дільниці	9
1.3. Обґрунтування технологічної послідовності шиномонтажних операцій	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1. Методика дефектування та ТО шинно-колісних вузлів.....	7
1.3.2. Процес механізованого монтажу та демонтажу шин	9
1.4. Висновки за розділом.....	16
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ШИНОМОНТАЖНОЇ ДІЛЬНИЦІ	18
2.1. Формування комплексу технологічного оснащення дільниці	18
2.2. Визначення просторової структури приміщень проєкту	21
2.3. Організаційно-технічні рішення модернізації дільниці	23
2.4. Висновки за розділом	24
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ШИН	25
3.1. Обґрунтування технічної доцільності розробки пристрою	25
3.2. Порівняльний аналіз технічного рівня конструктивних рішень	26
3.3. Технологічна концепція та кінематика роботи пристрою	33
3.4. Інженерні розрахунки робочих параметрів і силових характеристик	34
3.5. Висновки за розділом	45
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ШИНОМОНТАЖНІЙ ДІЛЬНИЦІ	46
4.1. Діагностика виробничих небезпек та умов праці на дільниці	46
4.2. Проєктування системи безпечного виконання шиномонтажних робіт....	47
4.3. Висновки за розділом	49
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПРОЄКТУ	50
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55

ВСТУП

Динамічний розвиток світової економіки та стрімка глобалізація торговельних процесів зумовили значне зростання обсягів вантажних перевезень, що, своєю чергою, висуває нові вимоги до функціонування автотранспортних підприємств (АТП). В Україні автомобільний транспорт відіграє стратегічно важливу роль, забезпечуючи мобільність товарних і пасажирських потоків, а також безперервність логістичних ланцюгів. Одночасно зі зростанням попиту змінюються і вимоги споживачів: пріоритет надається транспортним послугам, які поєднують високу швидкість, надійність та економічну доцільність.

Посилення конкуренції на ринку транспортних послуг змушує сучасні підприємства постійно вдосконалювати операційну діяльність, підвищувати ефективність використання ресурсів та впроваджувати інноваційні технології. Ефективне управління АТП у таких умовах ґрунтується на кількох ключових напрямках: забезпеченні технічної готовності рухомого складу шляхом своєчасного технічного обслуговування, раціональному використанні транспортних засобів і маршрутів перевезень, підвищенні рівня безпеки експлуатації та професійної підготовки персоналу, а також модернізації виробничо-технічної бази підприємства.

Аналіз життєвого циклу сучасних вантажних автомобілів свідчить про те, що витрати на підтримання транспортних засобів у технічно справному стані нерідко перевищують витрати на їх виготовлення. Значна частка трудових і матеріальних ресурсів припадає саме на поточний ремонт і технічне обслуговування, що обумовлено ускладненням конструкції автомобілів, інтенсивністю їх експлуатації та недостатнім рівнем оснащення ремонтних підрозділів сучасним обладнанням.

У зв'язку з цим автоматизація та механізація процесів технічного обслуговування і ремонту набувають особливого значення під час проєктування нових та реконструкції діючих підприємств. Своєчасне і якісне обслуговування

дозволяє знизити інтенсивність зношування деталей, попередити раптові відмови вузлів і агрегатів, продовжити строк служби техніки та скоротити експлуатаційні витрати. Важливу роль у цьому відіграє впровадження сучасних діагностичних засобів, спеціалізованих стендів і технологічного оснащення, що забезпечують високу точність визначення несправностей, скорочення тривалості ремонтних робіт та підвищення якості відновлення деталей.

Особливо актуальним це питання є для шиномонтажних і шиноремонтних дільниць, оскільки колеса та шини безпосередньо впливають на безпеку руху, стійкість автомобіля, витрати пального та загальну ефективність експлуатації транспортних засобів. Використання сучасного обладнання дає змогу не лише підвищити якість обслуговування колісних вузлів, а й виконувати ремонт складних елементів, які раніше потребували повної заміни.

Таким чином, реконструкція шинного сервісу автотранспортного підприємства та розробка засобів для точної дефектації його компонентів є актуальним інженерним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємства, зниженню витрат на експлуатацію рухомого складу та забезпеченню належного рівня безпеки дорожнього руху.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Дослідження організації ремонтно-обслуговуючих процесів

Спеціалізовані ділянки для проведення діагностичних робіт, а також обладнані пости для здійснення планового технічного обслуговування першого (ТО-1) та другого (ТО-2) рівнів. Крім того, до його структури входять високоспеціалізовані виробничі цехи та майстерні, такі як ділянка для лакофарбових робіт, акумуляторний цех, слюсарно-механічна дільниця, ковальсько-зварювальний відділ, електрокарбюраторний цех, столярна майстерня та дільниця з ремонту оббивки.

Технологічна схема організації процесу технічного обслуговування та ремонту відображає загальноприйнятий, послідовний алгоритм виконання робіт. Зокрема, після етапу первинного зовнішнього очищення, що забезпечує належну підготовку, автомобільний транспорт скеровується або до ремонтно-монтажної зони для проведення демонтажних операцій з агрегатами та вузлами, або безпосередньо на пости планового технічного обслуговування. У рамках функціоналу зон ТО-1 та ТО-2 виконується комплекс передбачених регламентом заходів, що охоплюють процедури заміни всіх видів експлуатаційних рідин, проведення ретельного змашування, а також точне налаштування та регулювання ключових компонентів і механізмів транспортних засобів.

Проте, поглиблений аналіз виявив низку значних недоліків та системних проблем у функціонуванні поточної ремонтно-обслуговуючої інфраструктури підприємства. Найбільш критичним аспектом є незадовільний рівень залучення та експлуатації наявних засобів діагностики. Як показує практика, зокрема, діагностичний стенд моделі КИ-8940, що є у розпорядженні, практично не використовується в поточному виробничому циклі. Це зумовлено браком

розроблених та впроваджених технологічних карт для проведення повноцінної діагностики, обкатки та випробувань агрегатів. Наслідком такої ситуації є те, що система технічного сервісу функціонує переважно за реактивним принципом, що означає звернення транспортних засобів до ремонту виключно після фактичного прояву несправностей, критичних збоїв або повного виходу з ладу.

Другим проблемним аспектом є обмежені можливості виконання ремонту складних агрегатів. Через порушення технологічної дисципліни та недостатній рівень спеціалізації власними силами підприємства усуваються лише незначні несправності гідравлічних систем, паливної апаратури та електрообладнання. Більш складні відновлювальні роботи виконуються на сторонніх спеціалізованих підприємствах або передбачають повну заміну вузлів і агрегатів.

Окрему увагу слід приділити стану шиномонтажних робіт, які залишаються однією з найпроблемніших ділянок. На даний момент наявна інфраструктура орієнтована виключно на обслуговування легкових автомобілів, тоді як ремонт коліс вантажного транспорту здійснюється без використання спеціалізованого обладнання, переважно вручну. Це значно підвищує трудомісткість процесів, збільшує ризики травматизму персоналу та ймовірність пошкодження шин і дисків.

Поряд із цим слід відзначити розвиток легкового напрямку СТО, основною спеціалізацією якого є обслуговування та ремонт систем кондиціонування.

Проведене дослідження свідчить, що подальше підвищення ефективності функціонування ремонтної майстерні можливе лише за умови переходу до планово-попереджувальної системи технічного обслуговування, а також впровадження механізації та спеціалізації трудомістких процесів, насамперед у шиномонтажному підрозділі.

1.2. Аналіз функціонування шиномонтажної дільниці

Проектна дільниця спеціалізується на комплексному обслуговуванні автомобільних коліс, що включає повний спектр операцій: від зняття та встановлення шин, заміни колісних дисків, ремонту камер до точного балансування колеса в зборі. Наразі функціонал майстерні орієнтований на легкові автомобілі, забезпечуючи сервіс для коліс з посадковим діаметром до R16. Шиномонтажна ділянка займає площу 36 квадратних метрів. Всі роботи виконуються одним кваліфікованим фахівцем. У технічне оснащення підрозділу входить сучасне обладнання, зокрема шиномонтажний стенд S408 SICE, балансувальний стенд S616 SICE та верстат CB910BX Bright для точного балансування. Також наявний стенд PROTEC-23 SIMPA для професійного виправлення дисків з токарним модулем, електровулканізаційний апарат KC107, компресор 3416M, набір професійного пневматичного інструменту SUMAKE PNEUMATIK, а також інші необхідні допоміжні пристрої. Схематичне планування зазначеної ділянки відображено на рисунку 1.1.

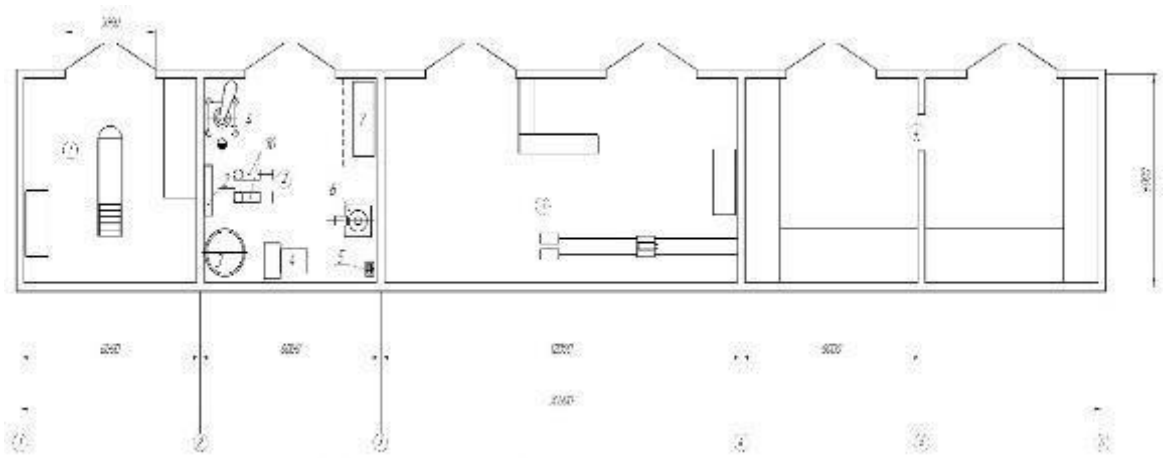


Рис. 1.1. Сектор виконання шиномонтажних операцій:

1 — зона електровулканізації; 2 — шиномонтажний пост; 3 — зона допоміжного обладнання; 4 — складське приміщення

Отже, наявна матеріально-технічна база має достатній потенціал для якісного обслуговування легкового автотранспорту. Проте сучасний стан шиномонтажної дільниці не повною мірою відповідає структурі власного рухомого складу та потребам ринку. Відсутність спеціалізованого обладнання

для роботи з колесами великого діаметра, понад R16, змушує персонал виконувати операції з монтажу та демонтажу шин вантажних автомобілів вручну, що є технологічно неефективним та економічно недоцільним. Нераціональність поточного стану ділянки підсилюється стратегічно вигідним географічним розташуванням підприємства. Знаходження об'єкта на Лоцманському спуску в безпосередній близькості до залізничного вузла та великих транспортних компаній створює стабільно високий попит на послуги саме вантажного шиномонтажу. Висока інтенсивність руху вантажівок і мікроавтобусів повз сервісну станцію є вагомим чинником для розширення технічних можливостей майстерні.

Організація постів технічного обслуговування та ремонту коліс вантажних автомобілів дозволить досягти наступних результатів. По-перше, це забезпечить диверсифікацію послуг та залучення широкого кола сторонніх замовників, що безпосередньо вплине на зростання доходів підприємства. По-друге, впровадження механізованого шиномонтажу дозволить суттєво підвищити коефіцієнт технічної готовності власного автопарку за рахунок скорочення часу на проведення ремонтних операцій та підвищення їхньої якості. Таким чином, реконструкція шиномонтажної ділянки із заміною застарілого обладнання на сучасні вантажні стенди є пріоритетним напрямом розвитку виробничо-технічної бази.

1.3. Обґрунтування технологічної послідовності шиномонтажних операцій

1.3.1. Методика дефектування та ТО шинно-колісних вузлів

Технічне обслуговування колісних вузлів є важливим етапом, що передуює виконанню ремонтних робіт. Відповідно до нормативної документації [1, 2, 3], процес обслуговування та дефектування включає послідовне виконання таких операцій.

На початковому етапі здійснюється санітарна обробка: зняті з

автомобіля колеса очищуються від забруднень і сторонніх часток із використанням мийного обладнання високого тиску. Далі проводиться первинна діагностика та візуальний огляд, під час якого оцінюється технічний стан шин і дисків відповідно до вимог ДСТ Р 517091. Виконується перевірка бічних стінок, протектора та посадкових поверхонь диска на наявність механічних пошкоджень, тріщин або деформацій. Наступним етапом є перевірка герметичності. Для виявлення прихованих проколів або негерметичності з'єднань колесо занурюється в ванну з водою. У разі виявлення витoku повітря приймається рішення про ремонт покриття або камери відповідно до встановлених технологічних вимог. Окремо виконується обслуговування вентильного вузла. Якщо втрата тиску пов'язана з пошкодженням вентиля або золотника, здійснюється його заміна відповідно до чинних стандартів для безкамерних шин.

Проводиться також оцінка стану каркаса та протектора. Наявність здуттів на боковинах свідчить про пошкодження внутрішньої структури шини, що потребує ремонту або її вибракування. З протектора видаляються сторонні предмети, які можуть впливати на експлуатаційні властивості. Залишкова глибина протектора вимірюється за допомогою відповідних приладів. У разі, якщо показник є меншим за допустиму норму, шина підлягає списанню. На завершальному етапі оцінюється стан колісного диска та його ремонтпридатність. При необхідності виконується відновлення геометрії або виправлення деформацій.

Після завершення всіх операцій перевіряється та регулюється тиск в шинах до нормативних значень, після чого виконується динамічне балансування колеса в зборі.

1.3.2. Процес механізованого монтажу та демонтажу шин

Виконання робіт на шиномонтажних стендах потребує спеціальної підготовки та допуску персоналу, що володіє відповідними експертними

знаннями. Технологічний цикл роботи шиномонтажного поста розпочинається із підготовки колеса, яку здійснюють після його зняття з автомобіля. Колесо необхідно підкотити до стенда, уникаючи піднімання вручну задля запобігання травматизму. Перед початком відриву бортів від закраїн обода виконується демонтаж ковпачків, викручування золотника з вентиля для повного випуску повітря, або газу та зняття всіх старих балансувальних важків.

Операція відриву бортів шини від закраїн та їх зсуву з полиць обода передбачає встановлення колеса до гумового упору з правого боку стенда, як показано на рисунку 1.2. Пристрій для відриву борту приставляється на відстані близько одного сантиметра від закраїни таким чином, щоб тиск припадав саме на шину, не пошкоджуючи обід, вентиль або датчики тиску. Шляхом натискання на відповідну педаль активується привід відриву, а операція повторюється по всій окружності з обох боків колеса до повного відокремлення бортів (рис. 1.2, Б). Для зняття покриття з обода (розбортовки) колесо фіксується на поворотному столі за допомогою затискачів. На борт шини наноситься спеціалізоване мастило для зменшення тертя.

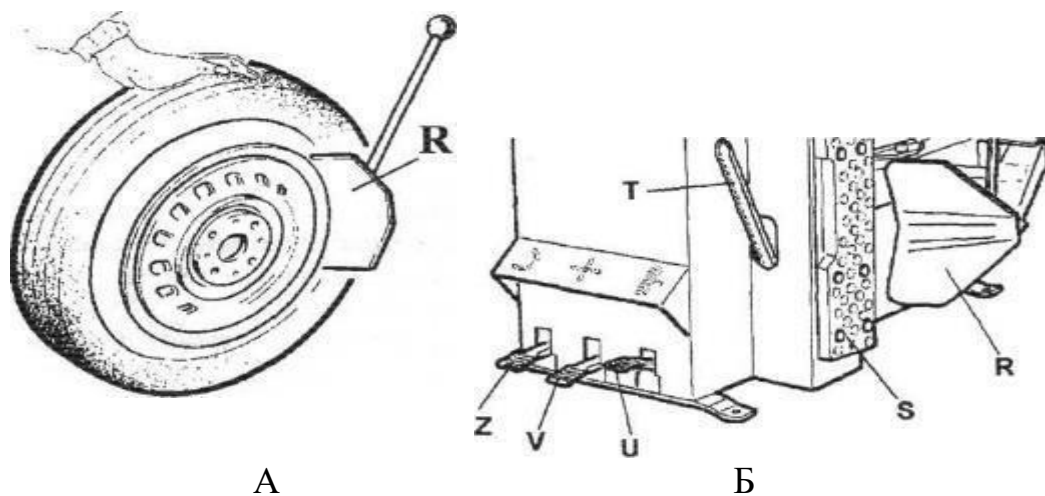


Рис. 1.2. Відділення бортових частин шини від фланців обода та їхнє зміщення з посадочних полиць:

S — гумовий упор; R— пристрій для відриву борту; U — педаль керування пристроєм; M — монтажний шток; N— горизонтальний важіль; K— важіль фіксації; T— монтажна лопатка; Y— поворотний стіл; Z— педаль обертання столу; V— педаль керування затискачами

Далі здійснюється позиціонування монтажного штока та монтажної головки на крайці обода з наступною фіксацією важелем. За допомогою маховичка на горизонтальному важелі головка відводиться від обода на технологічний проміжок. Використовуючи лопатку, борт шини переміщується над монтажною головкою (рис. 1.3), після чого вмикається обертання столу.

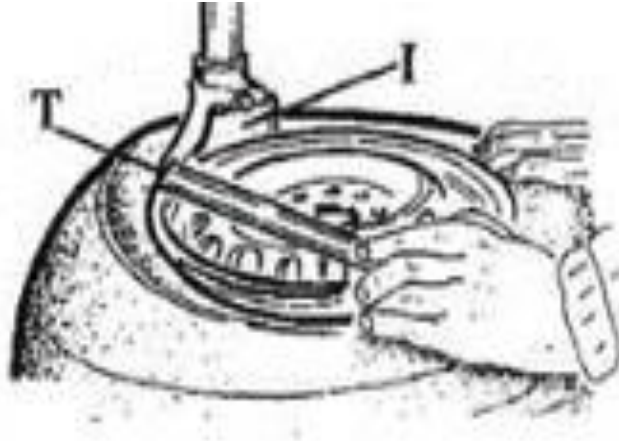


Рис. 1.3. Технологічний процес демонтажу шини з обода:

I — монтажна головка; T — монтажна лопатка

Процес монтажу починається з ретельної перевірки стану вентиля. У разі встановлення нового елемента недопустимими є будь-які розриви або тріщини його гумового корпусу, що можуть вплинути на герметичність вузла. При демонтажі старого вентиля з гумовою основою його видаляють шляхом зрізання ножем, після чого новий вентиль, попередньо змащений консистентним составом, уводиться у вентиляльний отвір. Важливо забезпечити щільне прилягання ущільнювальних крайок до поверхні колеса, а у випадку використання металевого вентиля — надійно ввернути його в отвір.

Колесо встановлюється на поворотний стіл стенда вентилям догори, або вентиляним отвором при монтажі камерної шини та надійно закріплюється. Для полегшення монтажних операцій та запобігання пошкодженню гуми борти покритишки змащуються спеціальним консистентним мастилом. Покритишка зміщується таким чином, щоб її борт опинився нижче передньої частини монтажної головки та розташувався навпроти крайки її задньої частини. Нижній борт покритишки заводиться в монтажний струмок обода. Процес забортовки здійснюється шляхом вдавлювання борту руками в струмок при

одночасному натисканні на педаль, що активує обертання поворотного столу за годинниковою стрілкою. Операція триває до повного оберту колеса, при цьому необхідно постійно контролювати, щоб борт не чинив тиску на основу вентиля або датчик тиску, що дозволяє уникнути пошкодження лакофарбового покриття обода та самих компонентів. При роботі з камерними шинами всередину вставляється їздова камера, попередньо перевірена на відсутність дефектів, а її вентиль заводиться у відповідний отвір. Верхній борт монтується аналогічним способом (рис. 1.4).

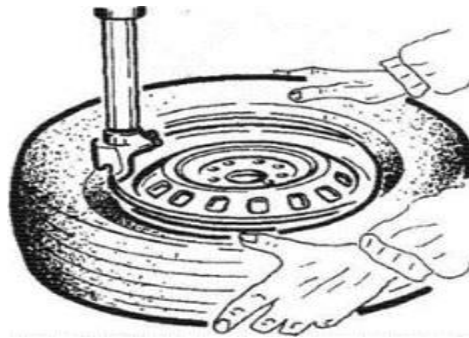


Рис. 1.4. Монтаж покритки на обід колісного вузла

При цьому вживаються заходи щодо запобігання защемленню або пошкодженню камери. На завершальному етапі шляхом повороту покритки відносно обода здійснюється суміщення балансувальної мітки на боковині шини з вентиляним отвором із допустимим відхиленням не більше ніж п'ять міліметрів. Після завершення монтажних операцій колесо знімається з шиномонтажного стенда та транспортується до балансувального верстата, загальний вид якого представлений на рисунку 1.5. Залежно від конструктивних особливостей кріплення колеса на конкретному автомобілі (за центральним отвором або на болтах), із комплекту верстата вибираються відповідні центруючо-затискні пристрої (ЦЗП). Обраний пристрій монтується на конус головного вала (7) таким чином, щоб кругла головка гвинта увійшла в паз корпусу затискача, після чого вузол надійно фіксується стяжним гвинтом.

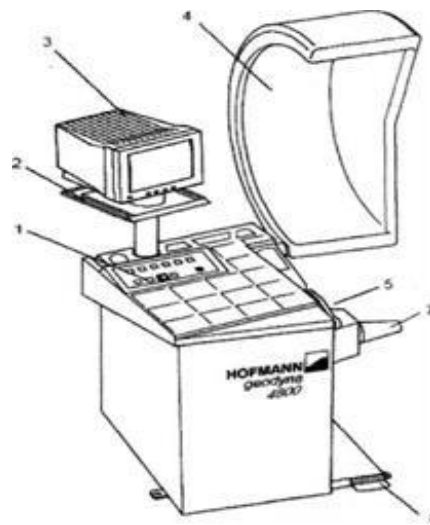


Рис. 1.5. Компонування та основні вузли балансувального обладнання

Перед безпосереднім закріпленням колеса на верстаті за маркуванням на покритті або ободі визначаються його ширина та посадковий діаметр. Ці дані, разом із типом колеса, обраним варіантом установки грузиків та відстанню між верстатом і лівою балансувальною площиною, що вимірюється спеціальним важелем (5), вводяться в програму через клавішне поле (1). Далі здійснюється встановлення колеса на вал із забезпеченням точного центрування та достатнього затягування затискним пристроєм.

Важливим етапом, що передусе вимірювальному циклу, є перевірка радіального та бічного биттів. При відкритому захисному кожусі (4) вмикається обертання колеса; після відключення приводу проводиться візуальне спостереження за биттям під час руху за інерцією. У разі виявлення помітних відхилень проводяться контрольні заміри. Якщо величини биттів перевищують допустимі значення, встановлені нормативною документацією, покриття або обод підлягають обов'язковому вибракуванню, оскільки такі дефекти роблять коректне балансування неможливим. За умови відсутності значних биттів проводиться динамічне балансування. Вимірювальний цикл запускається вручну або автоматично при опусканні захисного кожуха. Після зупинки обертання та відкриття кожуха на екрані монітора (3) відображаються обмірювані величини дисбалансу для обох площин балансування, а також вказуються напрямки повороту колеса для досягнення положення

врівноваженості.

На фінальному етапі в зазначених місцях встановлюються балансувальні грузики, що усувають виявлений дисбаланс. Після їх монтажу проводиться контрольний вимірювальний цикл. Балансування вважається виконаним успішно, якщо на полях індикації монітора з'являються нульові значення та піктограма підтвердження «ОК». Після цього колесо знімається з верстата та спрямовується на пост установки на автомобіль.

1.4. Висновки за розділом

Багатопрофільна виробнича база, дає змогу здійснювати повний комплекс робіт з технічного обслуговування та ремонту вітчизняного рухомого складу, а також більшості моделей автомобілів іноземного виробництва. Перелік послуг охоплює широкий спектр операцій: від прибирально-мийних і діагностичних робіт до кузовного, агрегатного, малярного та антикорозійного ремонту. Додатковою конкурентною перевагою є наявність мобільних сервісних бригад, що спеціалізуються на виїзному обслуговуванні систем кондиціонування.

Оцінка стану та рівня використання основних фондів свідчить про достатньо високий рівень технічної оснащеності виробничих підрозділів. Водночас наявний технічний потенціал використовується не повною мірою, що свідчить про необхідність удосконалення організації внутрішніх виробничих процесів. Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку є розширення шиномонтажних і шиноремонтних робіт, де спостерігається стабільний попит з боку власників вантажного транспорту. Проектна шиномонтажна дільниця має достатню площу та оснащена сучасним обладнанням для обслуговування коліс легкових автомобілів. Проте відсутність спеціалізованого устаткування для роботи з колесами вантажного транспорту з посадковим діаметром понад R16 обмежує виробничі можливості підприємства. З урахуванням вигідного місця розташування підприємства на транспортній магістралі з інтенсивним рухом

вантажних автомобілів, впровадження послуг з вантажного шиномонтажу та ремонту коліс сприятиме розширенню клієнтської бази та підвищенню рівня прибутковості.

Отже, метою дипломного проєкту є розробка технічних рішень щодо реконструкції шиномонтажної ділянки для організації повноцінного технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту коліс вантажних автомобілів.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ШИНОМОНТАЖНОЇ ДІЛЬНИЦІ

2.1. Формування комплексу технологічного оснащення дільниці

Для забезпечення належної якості виконання технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів на дільниці використовується комплекс сучасного технологічного обладнання, контрольно-вимірювальних приладів, інструменту та спеціалізованого оснащення. Вибір номенклатури й обґрунтування кількості основного обладнання здійснюється з урахуванням технологічної потреби для виконання конкретних виробничих операцій. Під час формування складу оснащення враховуються галузеві нормативи, довідкові матеріали, каталоги виробників, а також актуальні пропозиції ринку сервісного обладнання [4–8].

Розрахунок необхідної кількості одиниць обладнання виконується на основі річного обсягу робіт для відповідної виробничої зони або дільниці. Залежно від методики визначення виробничого навантаження технологічне обладнання поділяється на чотири основні класи.

До першого класу належать розбірно-складальне, діагностичне, шиномонтажне, слюсарне та інше обладнання, для якого обсяг робіт визначається в людино-годинах. До другого класу відносять ковальське, ресорне та термічне устаткування, виробнича програма якого вимірюється у кілограмах оброблюваних виробів. Третій клас охоплює гальванічне обладнання, для якого обсяг робіт визначається площею покриття. До нульового класу належать мийні, сушильні, випробувальні установки та обладнання для обслуговування акумуляторних батарей, розрахунок яких здійснюється за окремими методиками залежно від виду устаткування.

Оскільки оснащення шиномонтажної дільниці належить до першого класу, визначення потреби в основному технологічному обладнанні

проводиться за відповідною розрахунковою залежністю:

$$n_{об}^0 = \frac{T_{Г}}{\Phi_{Г.об} \cdot P_0 \cdot \eta_0} = \frac{T_{Г}}{D_{рТ} \cdot C \cdot T_{см} \cdot P_0 \cdot \eta_0}, \quad (2.1)$$

Де η_0 – коефіцієнт експлуатації обладнання, що відображає корекцію на втрати часу, зумовлені технічним обслуговуванням та відновлювальними роботами. Його значення коливається в діапазоні від 0,75 до 0,90, що визначається рівнем технологічної складності обладнання. Вихідні параметри щодо фонду часу для конкретного обладнання регламентуються стандартом ОНТП-01;

$T_{Г}$ – сукупний річний обсяг виробничих операцій у межах визначеної групи або категорії робіт, люд.-год.;

$\Phi_{р.}$ – доступний річний фонд часу для функціонування обладнання або робочого місця, год;

n_1 – чисельність одиниць обладнання першої категорії (класу), од;

P_0 – кількість працівників, задіяних одночасно на одному виробничому місці, чол.

Згідно з розрахунком:

$$n_{об}^1 = \frac{10264,2}{360 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,82} = 2,9$$

З урахуванням потреби в одночасному обслуговуванні вантажного та легкового транспорту, на ділянці приймається комплект обладнання, наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік технологічного оснащення шиномонтажної ділянки

Зайнята площа, м ²	Назва одиниці обладнання	Габаритні розміри, мм	Кількість, од.
3,6888	Шиномонтажний верстат SICE S530	2320×1590	1
2,9664	Верстат для балансування SICE S620	2060×1440	1
1,5625	Технологічна ванна	1250	1
0,54	Підймальний механізм (домкрат)	900×300	2
0,0999	Пристрій для електровулканізації КС107	270×370	1
0,78	Стенд для відновлення дисків	1200×650	1
1,47	Повітряний компресор 3416М	2100 700	1
0,48	Змішувач для клейових сумішей	600×800	1
2,25	Стелаж для зберігання шин	2250×1000	1
0,432	Верстат для шорсткування	800×540	1
2,25	Фарбувальна камера для дисків	1500×1500	1
0,6279	Стенд для розміщення камер	1365×460	1
1,432	Балансувальний верстат СВ910ВХ	1432×1000	1
0,55566	Пневматичний борторозширювач 48ДП.003 100. 000 ВЗ	882×630	1
1,04	Захисна кліть для накачування шин	1600×650	1
0,35375	Стелаж для витратних матеріалів	1415×250	1
1,09802	Обробний верстат ОРГ-1488-01-060А	1085×1012	1
0,2	Контейнер для відходів	500×400	1
21,83	Загальна зайнята площа		

2.2. Визначення просторової структури приміщень проєкту

Відповідно до функціонального призначення площі підприємств автомобільного транспорту поділяються на кілька основних груп [9]. До них належать виробничі площі, у складі яких розміщуються зони технічного обслуговування, поточного ремонту та виробничі дільниці; складські приміщення, призначені для зберігання агрегатів, шин, мастильних матеріалів і запасних частин; площі для зберігання рухомого складу, що включають закриті стоянки та відкриті майданчики; адміністративно-побутові приміщення, до яких відносяться службові кабінети, гардеробні, душові та пункти харчування; технічні приміщення для розміщення компресорного, вентиляційного та енергетичного обладнання; а також зони обслуговування клієнтів, зокрема місця приймання замовлень і зали очікування.

Для станцій технічного обслуговування з невеликою виробничою програмою допускається об'єднання окремих дільниць з однорідним характером робіт, а також суміщення складських і виробничих приміщень, що дозволяє раціональніше використовувати наявні площі та покращувати внутрішню логістику підприємства. Розрахунок площ приміщень може виконуватися двома основними методами. Перший метод базується на використанні питомих нормативних показників і застосовується на стадії техніко-економічного обґрунтування для попереднього визначення потреби у виробничих площах. Другий метод передбачає графічну побудову планувального рішення з урахуванням габаритних розмірів обладнання та необхідних проходів, що використовується на етапі детального проєктування.

Площа виробничої дільниці визначається на основі сумарної площі горизонтальної проєкції встановленого обладнання за такою залежністю:

$$F_d = f_{об} \cdot K_n, \quad (2.2)$$

Значення коефіцієнта K_n залежить від специфіки робіт на дільниці та приймається згідно з нормативними даними (таблиця 2.2).

З метою обчислення площі виробничих просторів на початковому етапі

здійснюється формування переліку устаткування, після чого встановлюється сукупна площа його горизонтальної проєкції, базуючись на габаритних параметрах. Одержаний показник площі піддається корекції з огляду на коефіцієнт компактності розміщення ($f_{об}$), значення якого наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Рекомендовані діапазони щільності розташування технологічного обладнання різних виробничих та функціональних зон

Величина показника K_p	Зони
$4,5 \geq 5,0$	Зварювання та обробки листового металу
$4,0 \geq 4,5$	Агрегатного ремонту, шиномонтажних операцій, а також відновлення виробничого устаткування та інструментарію
$4,5 \geq 5,5$	Ресорні та ковальсько-ресорні виробничі ділянки
$3,5 \geq 4,0$	Механічної обробки, складально-монтажних операцій, виготовлення мідних виробів, ремонту акумуляторів, електроустаткування, вулканізації та малярних робіт

На основі відомості обладнання (табл. 2.1), сумарна площа проєкції становить $21,83 \text{ м}^2$. З урахуванням вантажного профілю ділянки та необхідності вільного маневрування з колесами великого розміру, приймаємо $K_p = 4,0$.

Розрахункова площа ділянки:

$$F_{\partial} = 21,83 \cdot 4,0 = 87,4 \text{ м}^2$$

З урахуванням конфігурації наявних складських боксів та вимог щодо розміщення допоміжних стелажів, остаточно приймаємо площу шиномонтажного відділення - 96 м^2 . Це дозволяє забезпечити раціональну розстановку обладнання з дотриманням норм охорони праці та пожежної безпеки.

2.3. Організаційно-технічні рішення модернізації дільниці

Аналіз існуючого генерального плану підприємства (графічна частина, аркуш 2) показав, що на даний час на об'єкті функціонує шиномонтажна дільниця, призначена переважно для обслуговування легкових автомобілів. Наявна організація виробництва не забезпечує можливості виконання повного комплексу робіт з колесами вантажного транспорту, що обмежує потенціал розширення переліку послуг підприємства. У зв'язку з цим запропоновано провести реконструкцію дільниці шляхом її перенесення до приміщення існуючого складу.

Для реалізації проєкту використовується приміщення загальною площею 96 м², яке складається з двох суміжних боксів та має достатні габарити для розміщення необхідного технологічного обладнання. Запропоноване планувальне рішення передбачає раціональне зонування простору із встановленням внутрішніх перегородок, що дозволяє відокремити основну шиномонтажну зону, вулканізаційну дільницю та допоміжні робочі місця. Обслуговування коліс і демонтаж їх з автомобілів доцільно здійснювати на окремому посту заміни, розташованому зовні приміщення. Таке рішення забезпечує зручний під'їзд великогабаритного транспорту, скорочує час маневрування та підвищує пропускну здатність дільниці. Важливим напрямом модернізації є дооснащення дільниці спеціалізованим обладнанням для роботи з колесами вантажних автомобілів. Передбачається встановлення шиномонтажного стенда підвищеної вантажопідйомності, обладнання ремонту великогабаритних шин, а також допоміжних механізмів для безпечного переміщення коліс. Це дозволить розширити номенклатуру послуг підприємства та залучити нову категорію споживачів.

Запропонована конфігурація приміщення забезпечує впорядкований рух персоналу, матеріалів і вузлів, мінімізує перетин виробничих потоків та сприяє підвищенню рівня безпеки праці. Розміщення обладнання виконано з урахуванням нормативних проходів, вимог охорони праці, пожежної безпеки та

чинних будівельних норм. Детальне технологічне планування реконструйованої шиномонтажної ділянки наведено на другому аркуші графічної частини проєкту. Запропоноване рішення забезпечує ефективне використання наявної площі 96 м² та створює умови для подальшого розвитку виробничої діяльності підприємства.

2.4. Висновки за розділом

За результатами проведеного технологічного проєктування та розробки рішень щодо модернізації шиномонтажної ділянки сформовано такі висновки. У процесі виконання роботи розроблено комплексну технологію проведення шиномонтажних операцій, що охоплює повний цикл обслуговування коліс легкових і вантажних автомобілів. Запропоновані технологічні рішення дають можливість розширити перелік послуг підприємства, підвищити рівень обслуговування споживачів та зміцнити конкурентні позиції підприємства на ринку автосервісних послуг.

Запропоновані організаційно-планувальні рішення сприяють покращенню внутрішньої логістики ділянки, раціональному розподілу виробничих потоків та підвищенню пропускної здатності постів обслуговування. У результаті створюються передумови для зростання продуктивності праці, збільшення доходів підприємства та подальшого розвитку його виробничої діяльності.

РОЗДІЛ 3

ІНЖЕНЕРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ШИН

3.1. Обґрунтування технічної доцільності розробки пристрою

Ефективність функціонування станції технічного обслуговування є інтегральним показником, що характеризує здатність підприємства досягати поставлених виробничих цілей за умови раціонального використання ресурсів. У системі ключових показників ефективності важливе місце посідає рівень трудомісткості технологічних процесів, оскільки саме скорочення витрат часу на виконання операцій сприяє підвищенню продуктивності праці та зростанню рентабельності діяльності підприємства.

У цьому контексті особливої актуальності набуває вдосконалення роботи спеціалізованих дільниць, зокрема тих, що забезпечують обслуговування та ремонт коліс автомобілів. Це пояснюється тим, що технічний стан пневматичних шин безпосередньо впливає на безпеку руху, стійкість транспортного засобу та його паливну економічність. Відповідно, підвищення ефективності виконання шиномонтажних і ремонтних робіт є важливим напрямом розвитку сучасних СТО. Одним із шляхів вирішення даного завдання є впровадження спеціалізованого обладнання, яке дозволяє механізувати та частково автоматизувати виконання технологічних операцій. Застосування таких технічних засобів сприяє не лише зниженню фізичного навантаження на персонал, але й підвищенню якості виконання робіт та скороченню часу обслуговування.

Особливу роль у цьому процесі відіграє пристрій для інспекції та ремонту шин (борторозширювач), використання якого обумовлене технологічними особливостями сучасних методів відновлення коліс. Більшість ремонтних операцій, зокрема при застосуванні двокомпонентних матеріалів або комбінованих технологій, передбачає виконання робіт на внутрішній поверхні

шини, що значно ускладнюється без примусового розведення її бортів. Крім того, застосування такого пристрою забезпечує можливість проведення якісного візуального огляду внутрішнього стану каркаса шини, своєчасного виявлення дефектів, видалення сторонніх предметів із важкодоступних зон, а також об'єктивної оцінки її придатності до подальшої експлуатації або ремонту. При проєктуванні даного обладнання особлива увага приділяється забезпеченню технологічності його виготовлення в умовах підприємства, зручності використання, універсальності щодо різних типорозмірів шин, а також надійності та безпеки в процесі експлуатації.

З метою вибору найбільш ефективного конструктивного рішення доцільно провести аналіз існуючих аналогів і визначити оптимальний варіант пристрою, який найбільш повно відповідає виробничим потребам підприємства

3.2. Порівняльний аналіз технічного рівня конструктивних рішень

У межах визначеної тематики дослідження, основна увага буде приділена ґрунтовному аналізу провідних технічних рішень, призначених для діагностики та відновлення пневматичних шин, розроблених протягом останніх трьох десятиліть. Цей аналіз ґрунтуватиметься на вивченні інноваційних концепцій, зафіксованих у патентах (авторських свідоцтвах), виданих Державним комітетом СРСР у справах винаходів та відкриттів.

Об'єктом подальшого розгляду є пристрій для ремонту шин, деталізований у патенті №1544009 А1. Ця розробка була представлена Проектно-конструкторським бюро Міністерства автомобільного транспорту та шосейних доріг Литовської РСР у 1972 році. Зазначений винахід класифікується як гаражне устаткування, зокрема як спеціалізоване обладнання для локалізованого відновлення пневматичних шин. Основною метою його створення було розширення функціональних та технологічних можливостей. Конструкція цього пристрою візуалізована на рисунку 3.1.

Принцип дії цього механізму полягає в наступному. Початковим етапом є фіксація шини, що передбачає позиціонування тримача на заданій висоті за допомогою електроприводної системи. У цей момент шток пневматичного циліндра перебуває у крайній зовнішній точці криволінійного паза, що спричиняє зміщення рухомого фіксатора у напрямку до нерухомого елемента та центральне переміщення напрямних компонентів. Шляхом маніпуляції тримачем вздовж його осей, фіксатори вводяться у внутрішню порожнину шини. Після цього пневматичний циліндр активується для втягування штока. Одночасно з цим, у процесі переміщення штиря по похилій секції криволінійного паза, напрямні елементи з фіксаторами здійснюють рух до периферійної області, до повного контакту з боковиною шини.

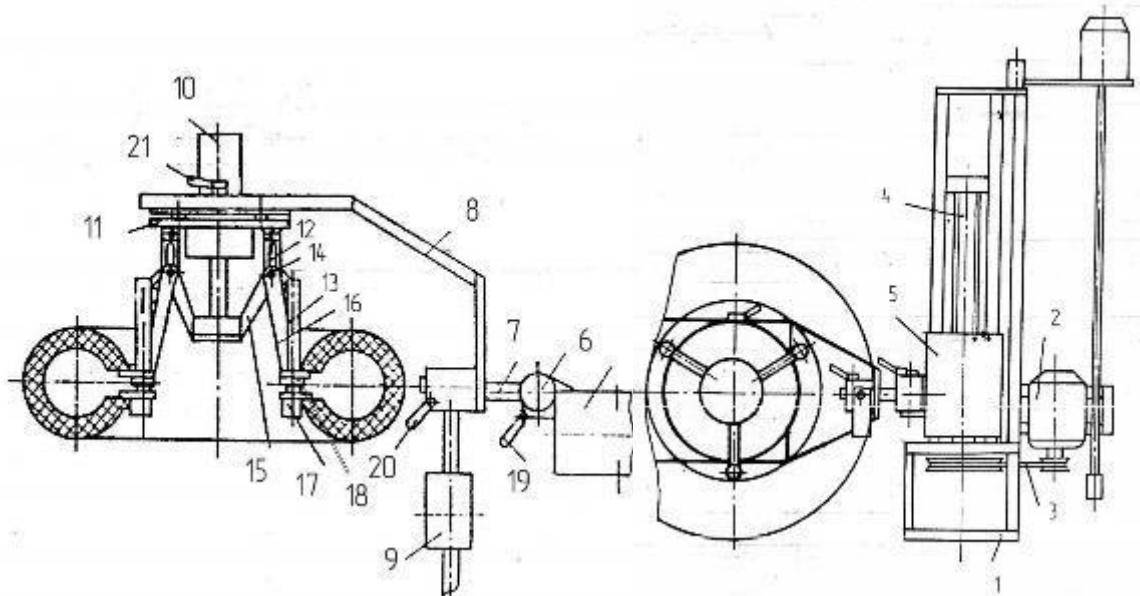


Рис. 3.1. Установка для здійснення діагностично-ремонтних операцій:
 1 - опорна конструкція; 2 - привідний механізм; 3 – ремінна передача; 4 – гвинтовий підйомний механізм; 5 - рухома каретка підйомної системи; 6 – обертовий штифт; 7 – елемент кріплення каретки; 8 - утримувальний пристрій; 9 - урівноважувач; 10 – пневматичний актуатор; 11 – поворотна платформа; 12 - важільні елементи; 13 – центрувальний елемент; 14 – фіксувальний елемент; 15 - захоплювальні пристрої; 16 – напрямні тяги; 17 – обмежувач центрувального елемента; 18 - прижим; 19, 20, 21- керуючі рукоятки

Штифтовий елемент далі переміщується до горизонтального сегмента пазової системи, що ініціює рух обмежувального компонента вздовж напрямної, спричиняючи розведення бортів покритишки. У цьому положенні забезпечується можливість ротації шини навколо її власної осі. За потреби, фіксація положення покритишки може бути здійснена за допомогою відповідних механізмів керування. Оцінюючи конструктивні особливості даної системи, слід відзначити таке. До ключових переваг належить універсальність огляду шини незалежно від її орієнтації, відносна простота виробництва та помірно енергоспоживання. Проте, серед недоліків цього пристрою можна виокремити низьку адаптованість для здійснення ремонтних операцій, обмежений діапазон типорозмірів шин, придатних для інспекції, а також потенційні ризики під час експлуатації.

Предметом подальшого розгляду є пристрій для діагностики та відновлення шин, що описаний у патенті № 478755. Даний винахід був запропонований до промислового впровадження у 1975 році Всесоюзним науково-дослідним і конструкторським інститутом по устаткуванню для шинної промисловості. Зазначена розробка належить до категорії устаткування для ремонту шинних виробів та знаходить застосування як у великомасштабному шинному виробництві, так і в спеціалізованих ремонтних майстернях. Пріоритетною метою даного інженерного рішення є автоматизація процесів демонтажу та подальшої орієнтації покритишок відносно підвісних елементів конвеєра. На рисунку 3.2 представлено апарат для інспекції та відновлення автомобільних шин, конструкція якого захищена авторським свідоцтвом № 478755.

Принцип функціонування апарату полягає в наступному. У момент, коли транспортна підвіска разом із шиною позиціонується в робочій зоні пристрою, шток, обладнаний рейкою, здійснює низхідний рух. Паралельно цьому, рухома каретка, за допомогою ведучої зірочки та ланцюгового приводу, переміщується до крайньої лівої частини горизонтальної напрямної. Телескопічний стрижень приймає таке положення, при якому опорні ролики, закріплені на його

дистальному кінці, розміщуються дещо нижче опорної секції транспортної підвіски. Роликові елементи піднімальної каретки знаходяться на горизонтальній ділянці напрямної. Водночас ролики дугоподібних плечей і хрестоподібного важеля ковзають уздовж напрямної 20. При наближенні каретки до її кінцевого лівого положення, ролики інтегруються всередину посадкового діаметра шини. Після цього, під дією пневматичного циліндра, здійснюється підйом та демонтаж шини з транспортної підвіски конвеєра.

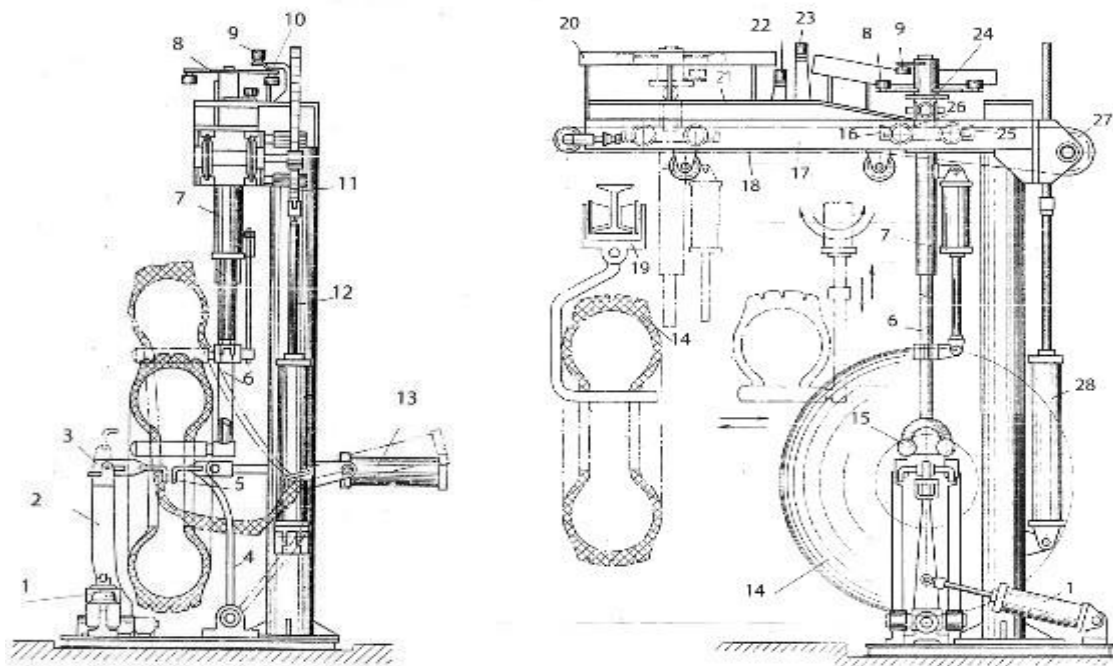


Рис. 3.2. Технічний засіб для комплексного обстеження та відновлення шин:

1,7,13, 28- пневматичні циліндри; 2, 4- важільні механізми; 3, 5- захоплювальні елементи; 6- телескопічний стрижень; 8, 10- дугоподібні плечі хрестоподібного важеля; 9- роликові елементи хрестоподібного важеля; 11- напрямна рейка; 12- шток пневматичного циліндра; 13- опорна стійка; 14- автомобільна шина; 15,25,26- опорні ролики; 16- рухома платформа; 17- напрямна шина; 18- ланцюговий привод; 19- опорний вузол кочення; 20-опори роликів; 21-похила напрямна; 22, 23- обмежувальні елементи; 24-підпружинені ролики; 27- ведуча зірочка

Дугоподібний елемент механізму, що розташований перпендикулярно

до осі переміщення рухомої платформи, вступає в контакт з обмежувальним пристроєм. Під час подальшого поступального руху платформи вправо цей елемент обертається на 90 градусів, спільно з несучим стрижнем та шиною, що забезпечує необхідну орієнтацію шини відносно фіксуючих пристроїв борторозширювача. Стабільність досягнутого положення підтримується за допомогою направляючих роликів, інтегрованих у конструкцію зазначеного елемента, які переміщуються вздовж бічної напрямної рейки. Водночас роликові елементи рухомої платформи, що постійно притискаються пружинними механізмами до опорних напрямних, ковзають по похилій площині. Це зумовлює контрольоване опускання несучого стрижня разом із шиною в робочу зону борторозширювального пристрою. Рухома платформа фіксується в її крайньому правому положенні, яке точно відповідає оптимальній позиції бортів шини відносно затискних механізмів. Наступним етапом є підйом несучого стрижня з опорними роликами та шиною за допомогою пневматичного приводу до рівня затискних механізмів. У цей момент активний затискний елемент здійснює фіксацію правого борту шини.

У випадку виявлення можливого нерівномірного позиціонування шини, за допомогою гідроциліндра забезпечується орієнтація пасивного важеля. Наступним етапом захватний пристрій фіксується за ліву бічну частину посадкового діаметра шини. Після цього здійснюється розведення бортів шини шляхом активації циліндра, при цьому важіль із захватним елементом переміщується у крайнє праве положення. Далі виконуються процедури огляду та ремонту внутрішньої поверхні шини. По завершенні цих операцій борти шини звільняються від захватних пристроїв та у зворотному порядку, а шина, за допомогою циліндра, опускається до необхідного (регульованого) положення. Активація циліндра ініціює переміщення рухомої платформи у лівому напрямку. Під час руху платформи вліво, котки піднімальної каретки взаємодіють з похилою напрямною, що призводить до підйому хрестоподібного важеля та жорстко з'єднаної з ним штанги до певного рівня. В цей момент дугоподібний сегмент плеча хрестоподібного важеля контактує з упором,

ініціюючи обертання всієї системи, що включає штангута шину, на кут 90 градусів. Процес обертання триває до того моменту, коли катки плеча почнуть ковзати вздовж бічної напрямної. У цей момент опорні катки розташовуються дещо вище опорної частини підвіски. Шина, за допомогою циліндра, опускається на опорну частину підвіски, а рухома платформа переміщується вправо на відстань, що відповідає довжині опорних роликів, готуючись до циклічного повторення вищеописаних операцій. Оцінюючи інженерну досконалість даного пристрою, його ключовою перевагою є високий ступінь механізації виконуваних технологічних процесів. Серед недоліків цієї системи слід зазначити конструктивну складність пропонованої розробки та значну собівартість її виготовлення.

Наступним об'єктом розгляду є пристрій, призначений для ремонту пневматичних шин (свідоцтво № 1250480 [12]). Візуалізація даного пристрою представлена на рисунку 3.3. Принцип функціонування даного агрегату описано нижче. Шина, що підлягає інспекції, позиціонується на платформі до моменту її контакту з похилою площиною. Шляхом активації педалі 10 платформа 8 разом із шиною 12 підіймається за допомогою пневмоциліндра. Після досягнення платформою верхнього горизонтального положення шина переміщується з платформи на фіксуючі ролики. На початковому етапі захоплювачі вводяться всередину пневматичної шини, після чого встановлюються обмежувальні кільця. Далі відбувається активація механізму за допомогою ножного приводу. Внаслідок цього пневматичний актуатор ініціює розведення важелів та захоплювачів від бортової частини шини. Згодом, для подальших операцій, здійснюється повторне натискання на ножний привід. Це призводить до зведення важелів та захоплювачів під дією пневматичного актуатора, що, у свою чергу, звільняє бортову частину пневматичної шини.

По завершенні цих дій демонтуються обмежувальні кільця, а захоплювачі вилучаються з шини. Оглянута пневматична шина переміщується з позиційних опорних роликів на транспортувальну платформу. Шляхом натискання на інший ножний привід платформа з шиною опускається. На

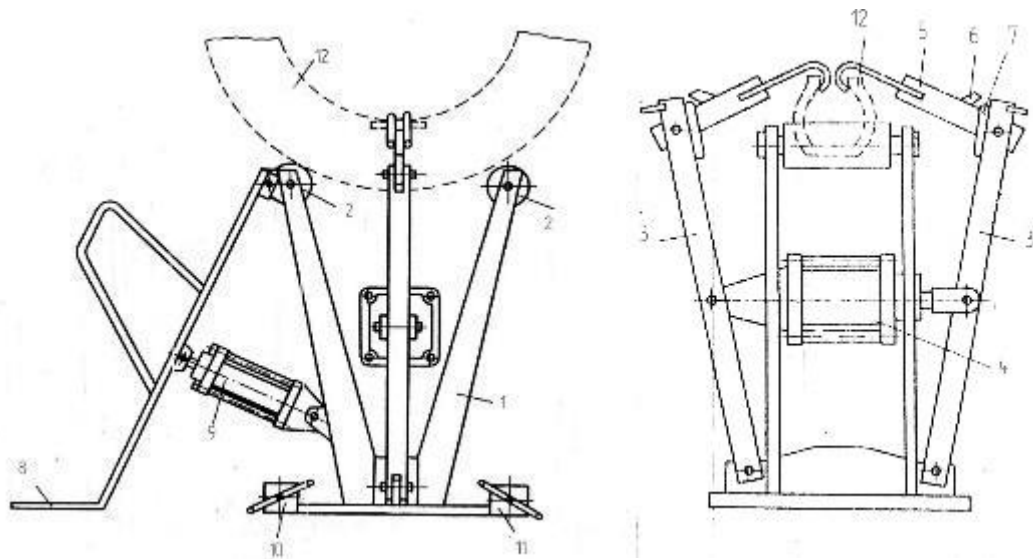


Рис. 3.3. Обладнання для діагностики та обслуговування пневматичних шинних оболонок:

1- основа; 2- позиціонувальні котки; 3- важільні механізми; 4, 9- пневматичні виконавчі пристрої; 5- розтискні фіксатори; 6- обмежувальні елементи; 7- захисне кільцеве пристосування; 8- нахилена робоча платформа; 10, 11- педальні маніпулятори керування; 12- шинна оболонка

цьому технологічний цикл огляду або відновлення завершується. Для підготовки до нового циклу або подальшого транспортування, пневматична шина перекочується з транспортувальної платформи на позиційні опорні ролики. Характеризуючи представлену конструкцію, відзначимо наступні переваги: простота виготовлення, підвищена безпека в роботі, низька енергоємність і висока надійність; недоліки - неможливість просторового огляду покриття. Аналізуючи дану конструкцію, можна виокремити такі переваги: відносна легкість у виготовленні, підвищений рівень експлуатаційної безпеки, знижене енергоспоживання та значна надійність. Водночас, серед недоліків слід зазначити обмеження у просторовому візуальному контролі поверхні покриття.

Таким чином, за результатами порівняльного аналізу трьох варіантів пристроїв, було встановлено, що найбільш оптимальним рішенням є модель, захищена авторським свідоцтвом 1250480 А1.43. Надалі буде представлено

розгорнуту характеристику запропонованої конструкції, а також виконано технологічний і міцнісний розрахунки її ключових компонентів.

3.3. Технологічна концепція та кінематика роботи пристрою

З метою розробки модернізованого обладнання, як базис було обрано діагностичний апарат для виявлення дефектів пневматичних шин, описаний в авторському свідоцтві № 1250480. Загальна конфігурація випробувального стенда та його ключові функціональні компоненти ілюстровані на рисунку 3.4.

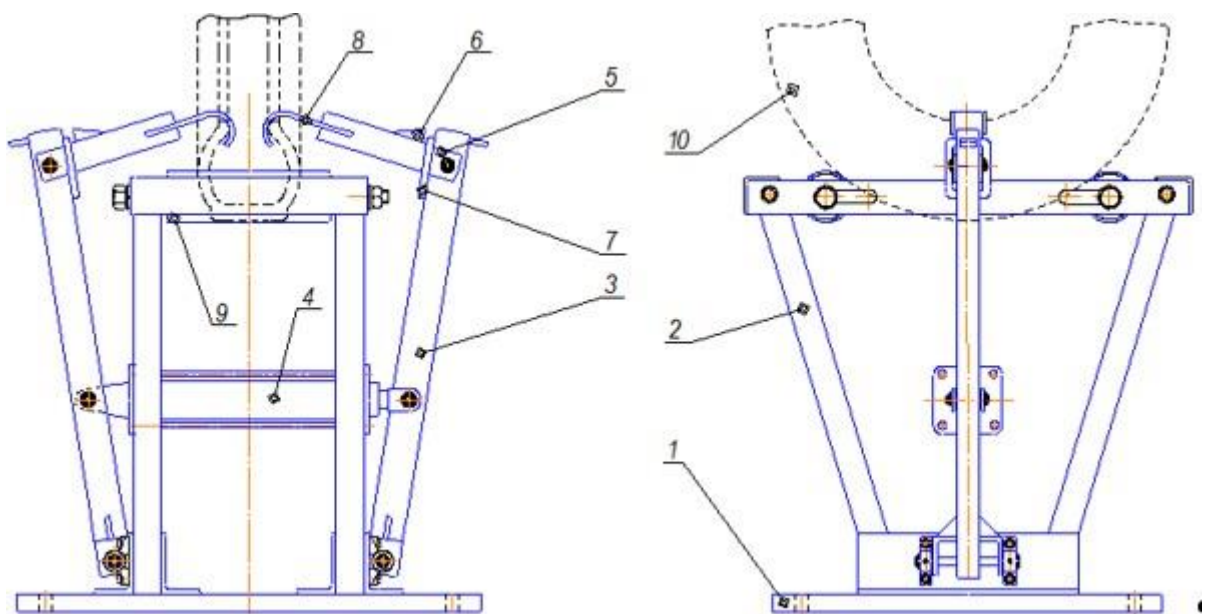


Рис. 3.4. Установка для діагностики дефектів шин:

1 — підставка; 2 — зварена рама; 3 — важелі розведення бортів; 4 — силовий циліндр; 5 — важелі захватів; 6 — упори; 7 — запобіжні кільця; 8 — розширювальні захвати; 9 — опорні ролики; 10 — пневматична шина

Конструкція даного обладнання розроблена на базі міцної опорної платформи, на якій інтегрована каркасна система зі звареного металу, що включає механізм опорних роликів. Пристрій для розподілу бортів реалізований за допомогою двох важелів, розміщених на каркасі з торцевих сторін цих роликів. Фіксуючі елементи приєднані до основних важелів за допомогою шарнірного з'єднання, що забезпечує їхню здатність адаптуватися

до конфігурації шини.

Ключовою особливістю цієї розробки є оптимізований рівень експлуатаційної безпеки: на важелях фіксуючих елементів вільно розташовані страхувальні кільця, а на визначеній відстані від шарнірних з'єднань закріплені обмежувачі. Такий комплекс компонентів запобігає несанкціонованому вивільненню бортів під час функціонування під навантаженням. Принцип дії пристрою та послідовність технологічних процедур є наступними. Автомобільну покришку, призначену для діагностики або відновлення, позиціонують на каркас та закріплюють між опорними роликами. Далі робочі фіксуючі елементи вводяться за бокові стінки покришки, і блокувальні кільця встановлюються у робоче положення. Активація силового механізму відбувається після переміщення важеля гідравлічної системи у фазу розширення. Під час робочого циклу гідравлічний привід, шарнірно інтегрований із важелями, генерує розтягуюче зусилля. Це спричиняє розширення фіксуючих елементів одночасно з боковими частинами покришки. Взаємодія обмежувачів зі страхувальними кільцями гарантує стабільне утримання та мінімізує ймовірність зміщення фіксуючих пристроїв. Після завершення діагностичних або ремонтних робіт відбувається декомпресія гідравлічної системи шляхом активації гідравлічного розподільника у фазу стиснення, після чого всі функціональні блоки реверсивно повертаються у початкову конфігурацію.

З метою забезпечення багатофункціональності стенда інтегрована функція налаштування міжосьової відстані опорних роликів у діапазоні від 350 до 500 міліметрів, що сприяє ефективному сервісному обслуговуванню різноманітного асортименту габаритів коліс.

3.4. Інженерні розрахунки робочих параметрів і силових характеристик

Для ефективної розробки та впровадження гідравлічної системи

критично важливою умовою є встановлення ключових характеристик її функціонального режиму. Це охоплює як ідентифікацію величини тягового чи штовхаючого зусилля, що генерується штоком гідравлічного циліндра, так і визначення швидкісних показників його поступального переміщення.

Динамічне навантаження, створюване штоком, базується на аналізі крутного моменту, який діє відносно осі обертання відповідного важеля. Згідно з представленою розробленою аналітичною моделлю, деталі якої відображені на рисунку 3.5, чисельне значення цього обертального моменту, що вимірюється у стандартизованих одиницях (Ньютон-метрах), обчислюється за допомогою відповідного математичного співвідношення:

$$M = AC \cdot P \cdot \sin\alpha \quad (3.1)$$

Де P - позначає силу, яка спричиняє розширення бічних частин (бортів) шини, Н.

AC - радіус-вектором від осі обертання до точки прикладання діючої сили, м.

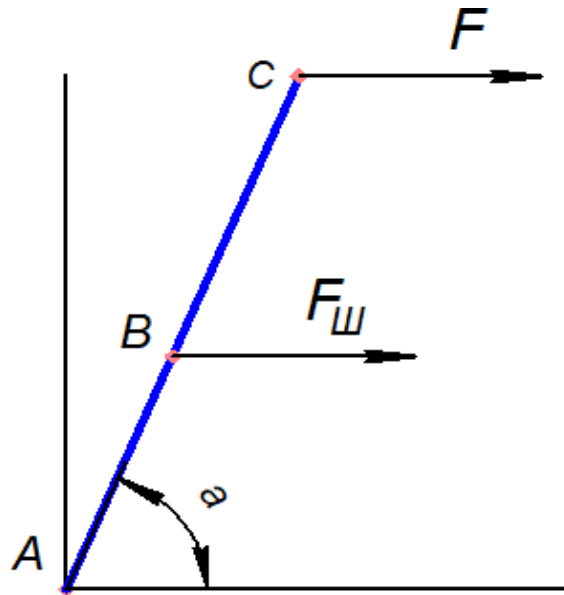


Рис. 3.5. Аналітична модель для обчислення осьового зусилля у штоці

Де AC – слугує позначенням для загальної протяжності розглядуваного важеля, що застосовується для ефективного розсування бортів автомобільної шини, вимірюється в метрах;

AB – ключовий інтервал, що простягається від нижнього опорного пункту

згаданого важеля для розсування бортів шини до певної точки з'єднання робочого штока гідравлічного циліндра. Ця дистанція фіксується в метричних одиницях;

Виходячи з припущень, що розтискне зусилля, призначене для відокремлення бортів шини, фіксується на рівні 1000 Ньютонів, і що вектор радіусу-відстані від осі обертання до точки прикладання цієї сили (позначений як АС) складає 0,716 метра, причому це відбувається за умов досягнення максимально можливого кута відхилення, проводиться ретельний розрахунок результуючого моменту сили М. Важливо підкреслити, що числове значення даного моменту демонструє постійність протягом всього діапазону переміщення вказаного розтискного зусилля вздовж осі дії механічного важеля, відносно його головної опорної точки, розташованої знизу. Отримані висновки знаходять своє повне обґрунтування та підтвердження у математичній залежності, яка детально представлена у вигляді розрахункової формули (3.1), що має такий вигляд:

$$M = 1000 \times 0,716 \times \sin 70^0 = 673H \times m.$$

Подальшим визначальним кроком у межах даного дослідження стає процедура ретельного обчислення величини осьового навантаження, що ефективно передається на шток виконавчого елемента гідравлічного циліндра. Виконання цього критично важливого розрахунку реалізується шляхом застосування спеціально наведеної аналітичної формули:

$$P_{ш} = \frac{M}{AB \times \sin \alpha} \quad (3.2)$$

Виходячи з гіпотези, що модуль радіус-вектора, позначеного як АВ, має значення 0,29 метра, тоді для визначення числового показника силового впливу на шток необхідно застосувати наступний аналітичний вираз:

$$P_{ш} = \frac{673}{0,29 \times \sin 70^0} = 2492H$$

Встановлюється значення осевого навантаження на шток гідроциліндра $P_{ш}$, що дорівнює 2500 Н.

Швидкість переміщення штока гідроциліндра обчислюється згідно з виразом [13]:

$$V_{ш} = l/t \quad (3.3)$$

Де l – згальна протяжність лінійного робочого ходу поршневого штока гідрравлічного циліндра, що стандартизовано вимірюється в метрах;

t – проміжок часу, відведений на виконання операції згідно з технічним завданням, сек.

Наприклад, якщо прийняти довжину ходу штока 0,2 м та тривалість виконання операції 4,0 сек, то значення швидкості його переміщення може бути визначено:

$$V_{ш} = \frac{0,2}{4,0} = 0,05 \frac{м.}{сек.}.$$

Визначення значення потужності гідрравлічного приводу, яка виражається у кіловатах, проводиться за допомогою наведеної нижче математичної формули:

$$N_{Г.Р.} = K_{з.у.} \times K_{з.с.} \times P_{ш} \times V_{ш}, \quad (3.4)$$

Де $K_{з.у.}$, $K_{з.с.}$ – коефіцієнти запасу відповідно за зусиллям та швидкістю.

Припустимо, що коефіцієнт запасу за зусиллям становить 1,25, а коефіцієнт запасу за швидкістю — 1,4. У такому випадку, можна обчислити відповідне значення потужності:

$$N_{Г.Р.} = 1,25 \times 1,4 \times 2,5 \times 0,05 = 0,22 кВт$$

Виходячи з ретельно обчисленої величини потужності, що була отримана на попередніх етапах, встановлюється розрахунковий тиск робочого середовища ($G_{ном}$) на фіксованому рівні 1,6 МПа. Далі, шляхом застосування належних інженерних залежностей та спеціалізованих математичних формул, проводиться серія обчислень з метою детального визначення корисної площі гідрравлічного циліндра, а також його оптимального внутрішнього діаметра:

$$F_{ц} = \frac{K_{з.у.} \times P_{ш}}{P_{ном.}}, \quad (3.5)$$

$$D = 1,13\sqrt{F_{ц}}. \quad (3.6)$$

Відповідно до розрахунків, виконаних згідно з формулами (3.5) і (3.6), були отримані наступні значення:

$$F_{ц} = \frac{1,25 \times 2500}{1,6 \times 10^6} = 0,00195 \text{ м}^2,$$

$$D = 1,13\sqrt{0,00195} = 0,049 \text{ м}.$$

Для визначення необхідної продуктивності насоса Q (у $\text{м}^3/\text{с}$) застосовується наступна формула:

$$Q = K_{з.у.} \times F_{ц} \times V_{ш}. \quad (3.7)$$

Таким чином, з використанням раніше визначених параметрів та формули (3.7), продуктивність насоса становить:

$$Q = 1,25 \times 0,00195 \times 0,05 = 0,12 \times 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{сек.}}$$

Отримане значення округлюється до найближчого стандартного показника номінальної витрати, який становить $0,32 \text{ дм}^3/\text{с}$.

На наступному етапі здійснюється уніфікація діаметрів циліндра та штока відповідно до стандартного ряду геометричних розмірів силових гідроциліндрів. Таким чином, приймаються такі параметри: діаметр циліндра $D = 0,050 \text{ м}$, діаметр штока $d_{ш} = 0,02 \text{ м}$, хід поршня $= 0,40 \text{ м}$.

Подальшим етапом є вибір насосного агрегату відповідно до заданих показників номінального робочого тиску та необхідної продуктивності. Для цього було обрано модель НМШ-25, яка характеризується такими технічними параметрами:

- робочий об'єм: $0,025 \text{ м}^3$;
- номінальна витрата (подача): $0,53 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$;
- експлуатаційний тиск нагнітання: $1,6 \text{ МПа}$;
- номінальна частота обертання: 1500 хв^{-1} [13].

Для забезпечення точного контролю та управління інтенсивністю потоку робочої рідини в гідравлічній системі інтегрується спеціалізований гідравлічний розподільний пристрій, сконструйований за принципом кранового типу. Окрім функціонального забезпечення, невід'ємною частиною інженерного проектування є проведення ретельного інженерного розрахунку штока (стержня) гідравлічного циліндра на предмет його стійкості до поздовжнього вигину. Зокрема, критичне осьове стискаюче навантаження, що може призвести до деформації елемента, визначається за наступною фундаментальною формулою:

$$P_a = \frac{10^6 \times K \times \pi^2 \times E \times I}{L^2}, \quad (3.8)$$

Де I – мінімальний момент інерції поперечного перерізу штока, м^4 ;

P_a – мінімальне осьове стискаюче навантаження, одиниці виміру, Н;

E – модуль пружності матеріалу, одиниці виміру: МПа (наприклад, для сталі його значення приймається як 22×10^4 МПа);

K – коефіцієнт, що відображає особливості умов закріплення кінців штока (для випадку шарнірного закріплення його значення дорівнює одиниці);

L – розрахункова довжина елемента, м.

Величина моменту інерції суцільного поперечного перерізу конструктивного елемента визначається як:

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64}. \quad (3.9)$$

Здійснюючи підстановку відповідних числових значень у математичні формули (3.8) та (3.9), ми отримуємо наступні результати:

$$I = \frac{3,14 \times 0,020^4}{64} = 1 \times 10^{-8} \text{ м}^4,$$

$$P_a = \frac{10^6 \times 1 \times 3,14^2 \times 22 \times 10^4 \times 1 \times 10^{-8}}{0,8^2} = 33892,4 \text{ Н}.$$

Величина осевого стискаючого зусилля повинна перевищувати або дорівнювати фактичному робочому навантаженню на штоку гідравлічного циліндра ($F_a \geq F_{III}$). Аналіз співвідношень між зазначеними силами (33892,4 Н та 2500 Н) дає підстави стверджувати про відсутність ризику вигину штока гідравлічного циліндра під час його функціонування. У рамках розрахункового аналізу даної конструкції застосовується гідравлічний привід відкритого типу. Принцип функціонування даної системи передбачає, що насосний агрегат здійснює забір робочого середовища з гідравлічного резервуара та подає його до однієї з камер гідравлічного циліндра за посередництвом гідророзподільника. По завершенні робочого циклу робоче середовище відводиться із протилежної камери гідравлічного циліндра, проходячи через розподільний пристрій та фільтрувальний елемент, і повертається зворотно до резервуара. З метою запобігання надмірному тиску та перевантаженням у гідросистемі інтегровано запобіжний клапан.

Наступним етапом є виконання розрахунку на міцність важільного елемента, функціональне призначення якого полягає у розведенні бортів пневматичної шини, з урахуванням згинального навантаження. З цією метою ідентифікуються всі зовнішні силові фактори, що прикладаються до важеля, а також реакції опор. Відповідно, розробляється розрахункова модель та генеруються епюри внутрішніх силових факторів які представлені на рисунку 3.6. За результатами аналізу сформованої розрахункової моделі встановлено, що важіль піддається дії напружень, зумовлених поздовжньою силою в межах сегмента АВ, поперечною силою по всій довжині елемента, та згинальним моментом М, який набуває максимального значення в точці В. Враховуючи, що вектор прикладання сили від штока гідроциліндра орієнтований під кутом до осі важеля, здійснюється розкладання її значення на горизонтальну та вертикальну складові згідно з наведеними залежностями:

$$P_{III}^F = P_{III} \times \cos \alpha \quad , \quad (3.10)$$

$$P_{III}^B = P_{III} \times \sin \alpha \quad . \quad (3.11)$$

Шляхом підстановки відповідних величин встановлено:

$$P_{III}^{\Gamma} = 2500 \times \cos 70^{\circ} = 850 \text{ H} ,$$

$$P_{III}^B = 2500 \times \sin 70^{\circ} = 2350 \text{ H}.$$

P_{III}^{Γ} - це поздовжня сила що характеризується позитивним знаком, оскільки її вплив викликає розтягуючу деформацію в межах ділянки АВ балки АС, причому її чисельне значення зафіксовано на рівні $N=850$ Ньютонів.

Наступним ключовим етапом дослідження є визначення опорних реакцій у вузлах кріплення відповідного важеля. З метою реалізації цього завдання необхідно скласти та успішно розв'язати систему рівнянь статичної рівноваги моментів відносно цих характерних точок, застосовуючи нижченаведені теоретичні залежності та принципи:

$$\sum M_A = 0 , \quad (3.12)$$

$$R_C \times AC - P_{III}^B \times AB = 0 , \quad (3.13)$$

$$\sum M_C = 0 , \quad (3.14)$$

$$R_A \times AC - P_{III}^B \times BC = 0 , \quad (3.15)$$

На наступному етапі, оперуючи попередньо встановленими величинами, ми здійснюємо необхідні математичні обчислення, застосовуючи відповідні аналітичні вирази для детального визначення реакційних зусиль в опорних вузлах елемента конструкції:

$$R_C \times 0,72 - 2350 \times 0,29 = 0$$

$$R_C = \frac{2350 \times 0,29}{0,72} = 947 \text{ H}$$

$$R_A \times 0,72 - 2350 \times 0,43 = 0$$

$$R_A = \frac{2350 \times 0,43}{0,72} = 1403 \text{ H}$$

Для підтвердження коректності та достовірності виконаних інженерних обчислень, є абсолютно необхідним визначити алгебраїчну суму проекцій усіх зовнішніх та внутрішніх силових факторів, що прикладені до даної конструктивної системи, на вертикальну координатної вісь. Згідно з

фундаментальними принципами статичної рівноваги, ця результуюча сума має тотожно дорівнювати нульовому значенню, що слугує критерієм збалансованості системи. Зокрема, у розглядуваному випадку це підтверджується таким розрахунком:

$$R_{AC} + R_{III} - P^B = 1403H + 947H - 2350H = 0.$$

З метою виведення аналітичних виразів для визначення величини поперечної сили Q та згинального моменту M , що діють у будь-якому поперечному перерізі елемента, який піддається навантаженню, застосовується метод перерізів. Для цього ми здійснюємо уявне розсічення, обираючи довільний поперечний переріз, який позначається як 1. Цей переріз розташований у межах ділянки між опорними точками A та B і відстоїть від початкового кінця A на змінній відстані x_1 .

Для обчислення поперечної сили Q у даному перерізі є доцільним аналіз лівої ділянки розсіченої конструкції, що зумовлено меншою кількістю зовнішніх навантажень, які на неї впливають.

Таким чином, одержуємо вираз для поперечної сил $Q_1 = +R_A = 1403H$.

Визначення моментів у перерізах 1 та 2 виконується шляхом алгебраїчного підсумовування діючих на них силових чинників:

$$M_1 = R_A \times x_1, \quad (3.16)$$

$$M_2 = R_C \times x_2. \quad (3.17)$$

Було здійснено обчислення величин згинаючих моментів, які виникають у розглядуваному перерізі.

Для згинаючого моменту M_1 отримані наступні значення:

$$M_1 = 1403 \times 0 = 0H \cdot m$$

$$M_1 = 1403 \times 0,29 = 407H \cdot m$$

Аналогічно, для згинаючого моменту M_2 результати розрахунків становлять:

$$M_2 = 947 \times 0 = 0H \cdot m$$

$$M_2 = 947 \times 0,43 = 407H \cdot m$$

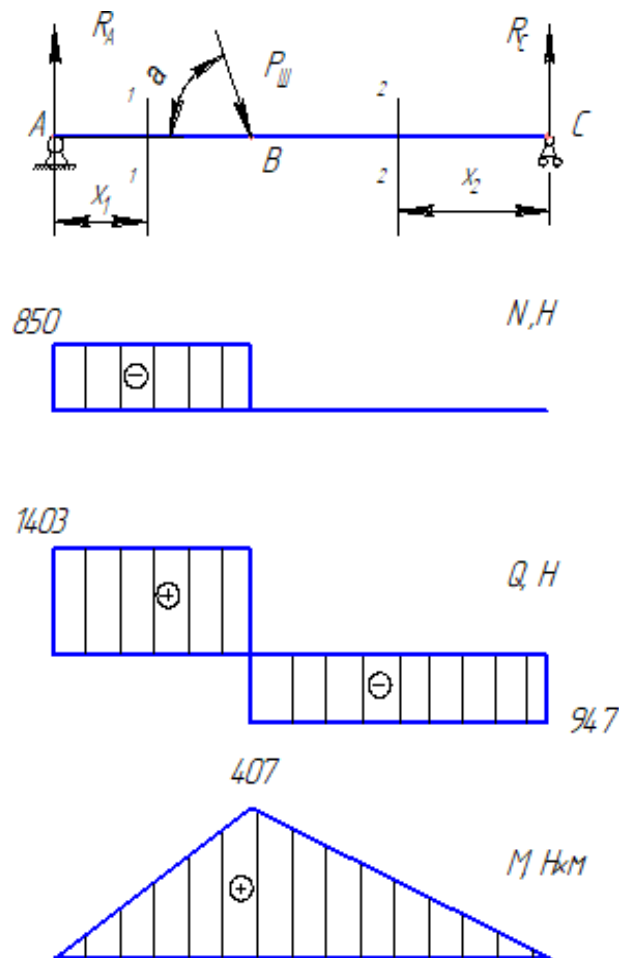


Рис.3.6. Принципова схема для аналізу розподілу силових факторів, що діють на поперечний переріз

Задля гарантування структурної цілісності та здатності витримувати експлуатаційні навантаження для відповідного компонента конструкції, проводиться його всебічний аналіз та оцінка, керуючись такими основоположними принципами:

$$\sigma_{\max} = |\sigma_p + \sigma_i| \leq [\sigma] \quad (3.18)$$

Де σ_p — нормальне (осьове) напруження, яке може бути розтягуючим або стискаючим, Н/мм²;

σ_i — напруження, що виникає внаслідок згинального моменту, Н/мм²;

$[\sigma]$ — гранично допустиме (дозволене) напруження для матеріалу, Н/мм².

Розрахунок напружень вигину здійснюється за такою формулою:

$$\sigma_{ii} = \frac{M}{W_y}; \quad (3.19)$$

$$W = J_z / z_{\max} = (B \cdot H^3 - b \cdot h^3) / (6H) \quad (3.20)$$

$$J_z = (B \cdot H^3 - b \cdot h^3) / 12 = 1/12 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3) \quad (3.21)$$

Де W_y – момент опору поперечного перерізу, виміряний у мм³;

M – величина згинального моменту, що діє у критичному, або небезпечному поперечному перерізі;

B – величина меншої зовнішньої сторони поперечного перерізу, у міліметрах;

J_z – осьовий момент інерції площі поперечного перерізу коробчастого профілю, виміряний у мм⁴;

H – величина більшої зовнішньої сторони поперечного перерізу, у міліметрах;

$Z_{\max}$ – максимальне віддалення від нейтральної осі поперечного перерізу до його крайнього волокна, виражене у міліметрах.

b – величина меншої внутрішньої сторони поперечного перерізу, у міліметрах;

h – величина більшої внутрішньої сторони поперечного перерізу, у міліметрах.

Для подальших розрахунків приймаються наступні габаритні та внутрішні розміри елементів перерізу: 40х30х60 мм.

Передбачається проведення ґрунтового дослідження з метою визначення характеру та величини напружень, які утворюються внаслідок впливу згинальних моментів:

$$J_z = \frac{1}{12} \times (40 \times 60^3 - 30 \times 50^3) = 407,5 \times 10^3 \text{ мм}^4$$

$$W_y = \frac{40 \times 60^3 - 30 \times 50^3}{6 \times 60} = 13,6 \times 10^3 \text{ мм}^3 ,$$

$$\sigma_H = \frac{407,5 \times 10^3}{13,6 \times 10^3} = 29,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} .$$

$$\sigma_p = N / F = N / [(B \cdot H - b \cdot h) - d \cdot (B - b)] , \quad (3.22)$$

Де F - позначає площу поперечного перерізу, мм²;

N - величина осьового розтягувального зусилля, що діє на цей переріз, Н;

d - діаметр технологічного отвору, призначеного для встановлення шворня.

Враховуючи, що номінальний діаметр отвору для шворня становить 14 мм, даний поперечний переріз розглядається як потенційно ослаблений. Відтак, виникає обґрунтована необхідність у детальному розрахунку механічної напруги саме в цій критичній ділянці:

$$\sigma_p = 850 / ((40 \times 60 - 30 \times 50) - 14 \times (40 - 30)) = 1,1 \text{ Н/мм}^2$$

3.5. Висновки за розділом

Аналіз розрахованих значень дотичних напружень підтверджує їх відповідність встановленим критеріям міцності. Таким чином, за результатами проведених міцнісних розрахунків установки для ремонту шин, можна констатувати виконання всіх вимог щодо міцності, що свідчить про її повну готовність до експлуатації. Очікується, що впровадження даної конструкції сприятиме значному підвищенню якості та ефективності процесів діагностики та відновлення шин.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ НА ШИНОМОНТАЖНІЙ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Діагностика виробничих небезпек та умов праці на дільниці

Комплексний аналіз умов праці на дільниці шиномонтажу здійснюється з метою виявлення потенційно небезпечних та шкідливих виробничих чинників, верифікації відповідності виробничих приміщень санітарно-гігієнічним нормативам, а також оцінки ступеня забезпечення персоналу індивідуальними засобами захисту та належним інструментарієм.

Функціонування шиномонтажної дільниці безпосередньо пов'язане з виконанням робіт підвищеної небезпеки. До основних видів таких робіт належать монтаж, демонтаж і накачування шин, що потребують особливої обережності у зв'язку з ризиком розриву шини під тиском, вильоту замкових кілець або пошкодження обладнання. Значну небезпеку також становлять вулканізаційні роботи, які передбачають термічне відновлення гумових виробів за умов підвищених температур і тиску, що створює ризик отримання опіків.

Окрему групу небезпечних факторів формують роботи із застосуванням хімічних речовин, зокрема полімерних клеїв і розчинників, які можуть чинити токсичний вплив на організм працівників. У зв'язку з цим особливого значення набуває дотримання вимог до вентиляції та обов'язкове використання засобів індивідуального захисту органів дихання і шкіри. Крім того, експлуатація ручних електричних і пневматичних інструментів (гайковертів, шліфувальних машин, дрилів) супроводжується ризиками електротравматизму, впливу шуму та вібрації, а також механічних ушкоджень у разі їх несправності або неправильного використання. Важливим аспектом є виконання вантажно-розвантажувальних робіт, пов'язаних із переміщенням коліс і агрегатів значної маси. За відсутності належної організації таких процесів зростає ймовірність травмування опорно-рухового апарату та виникнення фізичних перевантажень у працівників.

У результаті проведеного аналізу стану охорони праці на дільниці було виявлено низку суттєвих недоліків. Зокрема, в організаційній сфері спостерігаються порушення періодичності проходження медичних оглядів та проведення інструктажів з техніки безпеки, а також відсутність наочних інструкцій безпосередньо на робочих місцях. Виробничі недоліки проявляються у незадовільному стані виробничої дисципліни, що включає захаращення робочих зон та використання працівниками непристосованого інструменту через нестачу штатного оснащення. Технічний стан дільниці також потребує вдосконалення, оскільки значна частина обладнання є морально застарілою або несправною. Особливу увагу слід приділити електробезпеці, адже встановлено невідповідність опору заземлюючого контуру чинним нормативним вимогам, що створює потенційну загрозу ураження електричним струмом.

Щодо параметрів виробничого середовища, дільниця має габаритні розміри 9000×10000×4000 мм. Необхідні мікрокліматичні умови забезпечуються системою водяного опалення та припливно-витяжною вентиляцією. Однак, незважаючи на наявність інженерних систем, загальний рівень безпеки праці не є достатнім і потребує комплексного вдосконалення, зокрема шляхом модернізації технічного оснащення та підвищення ефективності системи управління охороною праці.

4.2. Проектування системи безпечного виконання шиномонтажних робіт

Процес виконання шиномонтажних робіт супроводжується впливом ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести як до травмування працівників, так і до пошкодження обладнання. Зокрема, до таких ризиків належать можливе вискакування або руйнування замкових кілець під час накачування шин, їх розрив під тиском, падіння коліс чи шин, а також травмування персоналу внаслідок неправильного виконання операцій. Додаткову небезпеку становлять можливе самовільне переміщення

транспортного засобу, ураження електричним струмом та вплив несприятливих температурних умов.

У разі виникнення нещасного випадку або ситуації, що загрожує життю і здоров'ю, працівники зобов'язані негайно повідомити керівника робіт. У свою чергу, керівник повинен оперативно організувати надання першої медичної допомоги, забезпечити транспортування постраждалого до медичного закладу та проінформувати роботодавця. Безпечне виконання шиномонтажних робіт значною мірою залежить від дотримання вимог перед початком робіт. Перед демонтажем коліс необхідно перевірити правильність встановлення стопорного кільця, послабити кріпильні гайки та підняти транспортний засіб за допомогою відповідного підйомного обладнання. При цьому автомобіль має бути встановлений на рівній поверхні, двигун вимкнений, передача увімкнена, а колеса зафіксовані противідкатними упорами. Підйомні пристрої слід встановлювати лише у передбачених конструкцією місцях, а домкрат — на стійкій і неслизькій поверхні.

Для виконання робіт під піднятим транспортним засобом обов'язково використовуються страхувальні підставки, які встановлюються відповідно до технічної документації. Перед зняттям колеса необхідно повністю спустити повітря з шини. Демонтаж шин, що щільно прилягають до обода, повинен виконуватися із застосуванням спеціалізованого обладнання. Перед монтажем необхідно перевірити технічний стан обода, борту та стопорного кільця, не допускаючи використання деформованих або пошкоджених елементів. Під час виконання робіт особливу увагу слід приділяти дотриманню технології безпеки. Накачування шин на підприємстві повинно здійснюватися виключно із застосуванням захисних пристроїв, які запобігають травмуванню у разі розриву шини. У дорожніх умовах доцільно використовувати переносні захисні пристрої або розміщувати колесо стопорним кільцем донизу.

Забороняється застосовувати ударні інструменти демонтажу шин, виконувати роботи без належної фіксації транспортного засобу, встановлювати шини на несправні або невідповідні диски, а також регулювати положення

стопорних кілець під тиском. Окремо слід зазначити, що переміщення коліс масою понад 20 кг повинно здійснюватися механізовано. Процес накачування шин повинен здійснюватися поетапно: спочатку до невеликого тиску з контролем положення стопорного кільця, а потім до робочого значення. У разі виявлення відхилень необхідно припинити операцію, усунути недоліки та повторити процедуру. Робочі місця мають бути оснащені манометрами або регуляторами тиску, а під час огляду шин працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту.

Таким чином, комплексне дотримання вимог безпеки на всіх етапах виконання шиномонтажних робіт забезпечує зниження виробничого травматизму та створює безпечні умови праці персоналу.

4.3. Висновки за розділом

У розділі проведено комплексний аналіз та проєктування системи безпеки на ділянці шиномонтажу. За результатами діагностики встановлено, що загальний стан охорони праці на підприємстві є задовільним: ведеться необхідна документація, проводиться реєстрація інструктажів у відповідних журналах, а фінансування заходів із безпеки здійснюється на регулярній основі, хоча і потребує збільшення для повної модернізації технічної бази.

Основними технічними проблемами, що потребують негайного вирішення, визначено невідповідність опору заземлюючого контуру нормативним показникам та наявність морально застарілого обладнання. У ході роботи було детально розроблено вимоги до безпечного виконання технологічних операцій, зокрема встановлено критичну необхідність використання захисних кліток при накачуванні шин та суворого дотримання правил вивішування транспортних засобів.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПРОЄКТУ

Цей розділ присвячений всебічному аналізу дієвості та ефективності ключових техніко-економічних показників функціонування шиномонтажного відділення після успішного завершення його реконструкції та модернізації.

Основною задачею проведених обчислень є встановлення економічної обґрунтованості та виробничої доцільності організації оновленої ділянки, яка охоплює загальну площу у 96 м². Зазначена ділянка характеризується річним обсягом трудових затрат, що становить 4210 людино-годин, що, своєю чергою, еквівалентно виконанню 14 стандартизованих умовних ремонтних операцій. Всі вихідні параметри та первинні дані, необхідні для детального розрахунку фінансової та економічної ефективності цього проекту, систематизовано та представлено у табличній формі в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Необхідні вхідні параметри проєкту

Індекс	Найменування показника	Значення
$C_{ел}$	Вартість одиниці електричної енергії, грн.	6,00
$K_{пр}$	Штатна чисельність основного виробничого персоналу, осіб	2
$C_{ум. рем.}$	Оціночна вартість однієї умовної ремонтної операції, грн.	63300,00
$B_{пр}$	Капітальні витрати на придбання виробничого обладнання, грн.	612000,00
$Q_{ел}$	Річний обсяг споживання електричної енергії, кВт/год.	23652
Q	Загальний обсяг робіт з ремонту та технічного обслуговування, умовних одиниць	14
$ЗП_{ср}$	Середня заробітна плата виробничого персоналу, грн.	15000,00

Для оцінки економічної доцільності даного проекту передбачається розрахунок таких ключових показників, як: витрати на виконання ремонтних робіт, операційні видатки та період окупності інвестицій [17, 18].

Обчислення вартості проведених ремонтних робіт здійснюється за наступною формулою, у гривнях:

$$B_{пр} = Q \cdot C_{ум.рем.} \quad (5.1)$$

$$B_{np} = 14 \cdot 63300,00 = 886200,00 \text{ грн.}$$

$\Pi_{ум.рем.}$ - вартісний показник, що відображає обсяг фінансових витрат, необхідних для виконання однієї умовної одиниці ремонтних робіт, грн.

Нижче наведено формулу для розрахунку експлуатаційних витрат, що охоплюють комплекс витрат, пов'язаних з управлінням діяльністю підприємства та забезпеченням виробничих процесів:

$$EB = 3П + A + B_{ел} + B_{рем} + IB, \quad (5.2)$$

Де $B_{рем}$ - вартість матеріалів, використаних для проведення ремонтних робіт, грн.;

$3П$ – витрати на оплату праці виробничого персоналу, грн.;

$B_{ел}$ - витрати на спожиту електричну енергію, грн.;

IB – інші операційні витрати, що не віднесені до попередніх категорій, грн.

A – амортизаційні відрахування на основні засоби (устаткування, будівлі та споруди), грн.;

$$3П = 3П_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12, \quad (5.3)$$

$$3П = 15000 \cdot 2 \cdot 12 = 360000,00 \text{ грн,}$$

Слід зазначити, що число 12 репрезентує кількість операційних місяців у річному періоді..

Для обчислення амортизаційних відрахувань за матеріальними основними засобами (будівлями, спорудами та обладнанням) застосовується наступна формула:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100}, \quad (5.4)$$

Де λ – означає норму амортизації, виражену у відсотках.

$$A = \frac{612000,0 \cdot 21,93}{100} = 134211,6 \text{ грн.};$$

Обсяг фінансових витрат за спожиту електричну енергію, грн.:

$$B_{ел} = Q_{ел} \cdot C_{ел}, \quad (5.5)$$

$$B_{ел} = 23652 \cdot 6,00 = 141912,0 \text{ грн.}$$

Видатки, пов'язані з придбанням матеріалів для ремонтних робіт, що охоплюють поточний ремонт та регламентне технічне обслуговування. Як правило, величина цих видатків становить 30% від суми нарахованої амортизації:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

$$B_{рем} = \frac{134211,6 \cdot 30}{100} = 40263,5 \text{ грн.}$$

Додаткові непередбачені видатки. Зазвичай, ці невраховані видатки оцінюються на рівні 3% від загального обсягу експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{(ЗП + A + B_{ел} + B_{рем}) \cdot 3}{100}, \quad (5.7)$$

$$IB = \frac{(360000,00 + 134211,6 + 141912,00 + 40263,5) \cdot 3}{100} = 20291,6 \text{ грн.};$$

Обчислення показників експлуатаційних витрат:

$$EB = 360000,0 + 134211,6 + 141912,00 + 40263,5 + 20291,6 = 696678,7, \text{ грн.};$$

Здійснено обчислення повної собівартості ремонтних робіт у межах підприємства

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.8)$$

$$ПС = 696678,7 \cdot 1,02 = 710612,3 \text{ грн.};$$

Відтак, очікуваний річний прибуток суб'єкта господарювання, отриманий від надання послуг технічного обслуговування та виконання ремонтних робіт:

$$П = B_{пр} - ПС, \quad (5.9)$$

Де $B_{пр}$ - позначає обсяг грошових затрат, спрямованих на здійснення відновлювальних заходів.

$$\Pi = 886200,0 - 710612,3 = 175587,7 \text{ грн};$$

Далі, для комплексної оцінки ефективності господарської діяльності, ми розраховуємо коефіцієнт рентабельності підприємства (Р). Цей показник демонструє, яку частку прибутку приносить кожна одиниця понесених витрат (або повної собівартості). Згідно з формулою (5.10), рентабельність визначається шляхом ділення отриманого чистого прибутку на повну собівартість та множенням на 100%:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100}{\Pi C} = \frac{175587,7 \cdot 100}{710612,3} = 24,7\% . \quad (5.10)$$

Це свідчить про достатній рівень прибутковості діяльності.

Наступним кроком є визначення періоду окупності додаткових капітальних вкладень (T_o). Цей інвестиційний показник має критичне значення для оцінки ефективності нових проектів і показує, за який проміжок часу початкові інвестиції будуть повністю відшкодовані за рахунок генерованого річного прибутку. Згідно з формулою (5.11), термін окупності обчислюється як відношення обсягу додаткових інвестицій до річного чистого прибутку:

$$T_o = \frac{B}{\Pi} = \frac{612000,0}{175587,7} = 3,5 \text{ років} , \quad (5.11)$$

Таким чином, вкладені кошти повернуться протягом трьох з половиною років.

Всі отримані розрахункові результати та числові значення детально представлені та візуалізовані у вигляді графічних матеріалів, які розміщено на аркуші 5 графічної частини поточного проектного завдання.

Підсумовуючи, проведена всебічна економічна оцінка даного проекту переконливо засвідчує його значну обґрунтованість та високу перспективність. Це пояснюється тим, що очікувана прибутковість від запланованих ремонтно-відновлювальних заходів сягає майже чверті, або близько 25 відсотків, тоді як прогнозований термін повернення інвестованих коштів становить всього лишень близько трьох з половиною років.

ВИСНОВКИ

Одним із пріоритетних напрямів підвищення ефективності діяльності визначено реконструкцію шиномонтажної дільниці з метою організації повноцінного технічного обслуговування та ремонту коліс, зокрема вантажних автомобілів. У процесі дипломного проєктування для досягнення поставленої мети було послідовно вирішено комплекс взаємопов'язаних завдань.

Наступним етапом стала розробка технологічного процесу, в межах якої сформовано ефективну та послідовну технологію виконання шиномонтажних робіт, що відповідає сучасним вимогам до якості та продуктивності. Паралельно було здійснено конструкторську розробку спеціалізованого пристрою для огляду та ремонту шин — борторозширювача, застосування якого дозволяє підвищити зручність виконання операцій і рівень безпеки праці. Важливою складовою проєкту стало забезпечення належного рівня охорони праці. У роботі розроблено комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на дотримання вимог безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки, що дозволяє мінімізувати ризики виробничого травматизму. Завершальним етапом стало економічне обґрунтування запропонованих рішень. Проведені розрахунки підтвердили доцільність реалізації проєкту: рівень рентабельності ремонтних робіт становить 24,7%, а термін окупності додаткових капіталовкладень — близько 3,5 років.

Таким чином, результати виконаного проєктування свідчать про технічну можливість і економічну ефективність модернізації шиномонтажної дільниці, що, у свою чергу, створює передумови для зміцнення конкурентних позицій на ринку автосервісних послуг та забезпечує зростання прибутковості проектного підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Укрстатистика офіційний сайт [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 5.05.2024).
2. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення 5.05.2024).
3. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник / М. І. Черновол, В. Ю. Черкун. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Кіровоград : КОД, 2010. – 320 с.
4. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.
5. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. – Запоріжжя, 2012. – Т. 2. – С. 88-90.
6. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. - К.: Знання, 2004. – 478 с.
8. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.
9. Дирда В. І. Ремонт машин та обладнання. Підручник для вищих навчальних закладів [Текст] /. В. І. Дирда, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. – Днівськ, Журофонд, 2015. – 292 с.
10. Пат. 100401 Україна, МПК (2006.01) G01N 3/46. Спосіб визначення енергії руйнування гумових футерівок / Дирда В. І., Калганков Є. В, Черній О.

- А., Цаніді І. (Україна); № u 2015 00639; заявл. 27.01.2015; опубл. 27.07.15, Бюл. № 14. - 4 с.
11. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калган-ков Є.В.; Грачова В.М.; Косенко А.В. - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.
12. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
13. Кобец А.С. Энергетическая оценка износа антифрикционных материалов / Кобец А.С., Дырда В.И., Калганков Е.В., Цаниди И.Н. //Геотехническая механика. 2012. Вып. 106. С. 78–90.
14. Економіка ремонтного підприємства: підручник. / [Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П. та інші] – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 374 с.