

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО – ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно – технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ЗОНИ ПОТОЧНОГО
РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА СЕРВІСНИХ
ПІДПРИЄМСТВАХ**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Сиротенко Микита Сергійович

Керівник: _____ Мельянцов Петро Тимофійович

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО – ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В. Ю.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Сиротенко Микиті Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Технологічне переоснащення зони поточного ремонту вантажних автомобілів на сервісних підприємствах»

керівник роботи Мельянцов Петро Тимофійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2026 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту Характеристика автопарку (марки, кількість, типи вантажних автомобілів, умови експлуатації). Дані про існуючу виробничу базу (планування зони, площі, обладнання, рівень завантаження). Технологічні процеси поточного ремонту (перелік операцій, трудомісткість, тривалість). Інформація про несправності та частоту відмов вузлів і агрегатів.

4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1.Аналіз стану технологічних процесів сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів. 2. Аргументація проектних

рішень та план виконання робіт. 3. Розрахунково-конструкторське обґрунтування стенду для демонтажу і монтажу коробок зміни передач. 4. Охорона праці. 5 Економічні показники. Основні висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Схема процесу (А1). 2. Технологічне планування зони ПР (А1). 3. Операційна карта. 4. Стенд для демонтажу і монтажу КЗП (А1). 5. Робочі креслення деталей та складальної одиниці (А1). 6. Економічні розрахунки (А1)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 - 4	Мельянцов П. Т., доцент		
нормоконтроль	Івлєв В. В., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 05.05.2026 р.	Виконано
2	Технологічний	до 15.05.2026 р.	Виконано
3	Конструктивний	до 28.05.2026 р.	Виконано
4	Охорона праці	до 01.06.2026 р.	Виконано
5	Економічний	до 04.06.2026 р.	Виконано
6	Графічна частина	до 05.06.2026 р.	Виконано

Студент

(підпис)

Сиротенко М. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мельянцов П. Т.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Сиротенко М. С. «Технологічне переоснащення зони поточного ремонту вантажних автомобілів на сервісних підприємствах» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Технічний сервіс»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проекті розглянуто питання підвищення ефективності технологічних процесів сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів. Проведено аналіз сучасного стану технічного сервісу, організації ремонтних робіт та технологічної підготовки виробництва. Обґрунтовано доцільність впровадження прогресивних методів ремонту, зокрема агрегатного підходу та потоково-постової організації робіт.

Розроблено технологічний процес поточного ремонту вантажних автомобілів, виконано розрахунок річної трудомісткості, визначено кількість виробничих постів, персоналу та площу ремонтної зони. Запропоновано конструкцію спеціалізованого стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач, проведено аналіз аналогів та виконано технічні розрахунки його основних елементів.

Розглянуто питання охорони праці, проведена техніко-економічна оцінка запропонованих рішень.

Ключові слова: вантажні автомобілі, поточний ремонт, сервісне підприємство, технологічний процес, трудомісткість, виробнича ділянка, коробка зміни передач, стенд для демонтажу, механізація робіт.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ З РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	8
1.1 Актуальність сервісних послуг з відновлення працездатного стану вантажних автомобілів	8
1.2 Аналіз технологічної підготовки сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів	9
1.3 Аналіз технологічних процесів з ремонту вантажних автомобілів на сервісних підприємствах	12
1.4 Організація робіт на сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів	14
1.5 Основні висновки та задачі проекту	16
2. АРГУМЕНТАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ	19
2.1 Обґрунтування прогресивних технологій з ремонту вантажних автомобілів для сервісних підприємств	19
2.2 Розробка загального технологічного процесу ремонту автомобілів	21
2.3 Обґрунтування оптимальної програми робіт сервісного центру та їх річна трудомісткість	24
2.4 Розподіл річної трудомісткості за технологічними групами робіт	26
2.5 Розрахунок технічного забезпечення виробничих ділянок сервісного підрозділу	28
2.6 Розрахунок кількості постів зони ПР	31
2.7 Розрахунок потреби в ремонтних робочих зони поточного ремонту	32
2.8 Визначення площі зони поточного ремонту	33
3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКЕ ОБґРУНТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ДЕМОНТАЖУ І МОНТАЖУ КОРОБОК ЗМІНИ ПЕРЕДА	36
3.1 Обґрунтування актуальності розробки	36
3.2 Аналіз прототипів стенду	37

	6
3.3 Будова та принцип роботи стенда для демонтажу й монтажу КЗП	41
3.3.1 Технічні розрахунки елементів стенда	43
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕК	53
4.1 Організація охорони праці сервісному підрозділі з ремонту вантажних автомобілів	53
4.2 Заходи безпеки при експлуатації стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач	55
4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у виробничому приміщенні	57
5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ	60
ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	66
ЛІТЕРАТУРА	68
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Ефективність використання рухомого складу прямо корелює з рівнем технічної готовності парку, що визначається якістю функціонування системи ТО та Р (технічного обслуговування і ремонту) [1].

На сучасному етапі виробничо-технічна база більшості АТП характеризується критичним зносом основних фондів та невідповідністю пропускної спроможності постів фактичним потребам. Ключовими проблемами є дефіцит спеціалізованих ділянок, низький рівень впровадження засобів діагностування (D-1, D-2) та недостатня механізація трудомістких операцій, зокрема мийно-очисних та підйомно-транспортних робіт.

Технологічне відставання сервісних підприємств особливо помітне на фоні інтенсивної інтеграції в автопарк іноземних машин, оснащених складними електронними системами керування, паливною апаратурою Common Rail та адаптивними трансмісіями. Вирішення цієї невідповідності потребує модернізації постів капітального і поточного ремонту із впровадженням агрегатно-вузлового методу відновлення [2].

Незважаючи на циклічні коливання в економіці, забезпечення заданих коефіцієнтів надійності вимагає переходу від реактивного обслуговування до стратегії превентивного сервісу.

Необхідно розробити та реалізувати науково обґрунтовану модель управління технічним станом парку, на основі добре продуманої системи поточного ремонту автомобільного парку, повною мірою враховуючу складну ситуацію експлуатації автомобілів (категорії доріг, кліматичні чинники, режими навантаження).

1. АНАЛІЗ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ З РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Актуальність сервісних послуг з відновлення працездатного стану вантажних автомобілів

Ефективність використання автомобільного парку безпосередньо залежить від стану організації технічного обслуговування (ТО) і ремонту, а також від рівня розвитку ремонтно-обслуговуючої бази підприємства. У сучасних умовах логістичної системи України роль вантажного транспорту є стратегічною, проте результативність роботи багатьох автотранспортних підприємств (АТП) стримується через критичний рівень фізичного та морального зносу рухомого складу.

Стан матеріально-технічної бази багатьох сервісних центрів часто не відповідає нормативним вимогам: спостерігається дефіцит виробничих площ, недостатній рівень механізації та автоматизації технологічних процесів. Це створює суттєвий розрив між потребами сучасного автомобільного парку, який активно насичується складними імпортними технічними системами (Euro-5/6, Common Rail, EBS), та реальними можливостями сервісних підприємств щодо їх відновлення [3].

Актуальність вдосконалення зони поточного ремонту (ПР) вантажних автомобілів підтверджується аналізом показників надійності, наведених у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Зміна показників надійності та витрат на експлуатацію вантажних автомобілів залежно від пробігу

Пробіг автомобіля, тис. км	Коефіцієнт технічної готовності (КТГ)	Питома кількість відмов на 1000 км пробігу	Витрати на ТО та ПР (% від вартості авто/рік)	Час перебування в ремонті (днів/рік)
0 – 150 (Нові)	0,95 – 0,98	0,02 – 0,05	2 – 4%	3 – 5
150 – 300	0,88 – 0,92	0,08 – 0,15	5 – 8%	7 – 12
300 – 500	0,80 – 0,85	0,20 – 0,35	10 – 15%	15 – 22
Понад 500 (Зношені)	0,70 – 0,75	0,45 – 0,70	20 – 30%	25 – 40

Аналіз (таблиці 1.1) свідчить про те, що при досягненні пробігу понад 500 тис. км інтенсивність відмов зростає майже вдесятеро. Це призводить до зниження коефіцієнта технічної готовності (КТГ) до рівня 0,70–0,75, що вимагає розширення пропускної здатності зони поточного ремонту та впровадження нових методів діагностики (D-1, D-2).

В умовах побудови нових економічних відносин закупівля нового рухомого складу іноземного виробництва потребує значних капіталовкладень з тривалим терміном окупності (5–8 років). Натомість, підтримка працездатності наявних автомобілів у заданих межах надійності є економічно доцільнішою. Сумарні витрати на якісний поточний ремонт складають лише 20–30% від вартості нової техніки на рік, що дозволяє підприємству зберігати платоспроможність у період стабілізації економіки.

Важливе місце в рішенні проблеми поліпшення ремонтної бази займає вдосконалення організації поточного ремонту через впровадження агрегатно-вузлового методу. Це дозволяє замінювати несправні компоненти на відремонтовані з обмінного фонду, скорочуючи час простою на 40–50% [4].

Отже, розробка та впровадження науково обґрунтованої системи технічного сервісу, що враховує складні умови експлуатації та високий рівень зносу парку, є пріоритетним завданням. Це не лише підвищує надійність вантажних перевезень, а й забезпечує безпеку дорожнього руху та екологічну відповідність транспорту сучасним вимогам.

1.2 Аналіз технологічної підготовки сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів

Технологічна підготовка сервісного підприємства є складним комплексом заходів, що забезпечує готовність виробництва до виконання робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР). Для вантажних автомобілів цей процес має специфічні особливості, пов'язані з великими габаритними розмірами, значною вагою агрегатів та високою складністю бортових систем.

Ефективність технологічного процесу безпосередньо залежить від раціонального планування зони поточного ремонту. Аналіз типових сервісних підприємств показує, що пропускна здатність часто лімітується кількістю універсальних та спеціалізованих постів. Для вантажного сервісу критично важливим є використання постів тупикового та проїзного типу, оснащених оглядовими канавами або великотоннажними підйомниками (канавними пересувними або стаціонарними електрогідравлічними).

Технологічна підготовка передбачає: Оптимізацію логістики всередині цеху: мінімізацію маневрових операцій великогабаритного транспорту, що знижує загальну тривалість простою; Забезпечення вантажопідйомним обладнанням: наявність кран-балок або мобільних кранів-гусаків вантажопідйомністю від 1 до 3 тонн для демонтажу КПП, редукторів та елементів двигуна [5].

Сучасна технологічна підготовка неможлива без глибокого впровадження методів інструментального контролю. Діагностика вантажних автомобілів поділяється на: Загальну (D-1): перевірка вузлів, що впливають на безпеку (гальмівна система на роликівих стендах, люфти рульового керування); Поглиблену (D-2): використання сканерів для зчитування кодів помилок ЕБК (електронних блоків керування), аналіз параметрів роботи паливної системи Common Rail та систем очищення відпрацьованих газів (AdBlue/DPF).

Недоліком багатьох вітчизняних підприємств є відсутність замкненого циклу діагностики, що призводить до помилкових замін справних вузлів та необґрунтованого збільшення витрат клієнта.

Основним методом відновлення працездатності вантажівок на сучасних сервісних підприємствах є агрегатний метод. Він передбачає заміну несправних агрегатів на нові або заздалегідь відремонтовані з обмінного фонду. Це дозволяє розділити технологічний процес на два незалежні потоки.

Це організація постових робіт, демонтаж/монтаж агрегатів, регулювальні операції та дільничних робіт де проводиться ремонт

демонтованих вузлів у спеціалізованих цехах (агрегатному, паливному, електротехнічному) [6].

Такий підхід дозволяє максимально використовувати обладнання постів і скоротити час перебування автомобіля на робочому місці.

Важливим показником підготовки є рівень механізації праці. Використання пневматичних та електричних гайковертів з високим моментом затяжки є обов'язковим для роботи з ходовою частиною вантажівок (колісні гайки, стрем'янки ресор). Крім того, аналіз показує необхідність широкого спектра спеціального інструменту: знімачів підшипників, пристроїв для запресовування сайлентблоків, оправлення для встановлення сальників. Відсутність належної оснастки призводить до порушення технології та передчасного виходу з ладу нових запчастин.

Сучасна технологічна підготовка включає доступ до спеціалізованих баз даних (наприклад, Autodata, WorkshopData або дилерських порталів MAN, Volvo, Scania). Це дозволяє технічному персоналу дотримуватися регламентних моментів затяжки різьбових з'єднань, використовувати рекомендовані типи мастильних матеріалів та дотримуватися часових нормативів (нормо-годин).

Завершальним етапом технологічної підготовки є організація контролю якості після ремонту. Це включає обкатку агрегатів під навантаженням та повторне діагностування. Також аналіз підготовки підприємства має враховувати систему утилізації відходів: збір відпрацьованих мастил, антифризів та фільтрів, що є обов'язковою вимогою сучасних стандартів екологічного менеджменту.

Проведений аналіз свідчить, що технологічна підготовка сервісних підприємств з ремонту вантажівок має базуватися на принципах максимальної механізації, використання високоточного діагностичного обладнання та впровадження агрегатного методу. Основним шляхом підвищення ефективності зони поточного ремонту є усунення технологічних розривів між складністю конструкції автомобілів та рівнем технічного оснащення постів.

1.3 Аналіз технологічних процесів з ремонту вантажних автомобілів на сервісних підприємствах

Технологічний процес ремонту вантажних автомобілів на сервісному підприємстві являє собою впорядковану систему взаємопов'язаних операцій, метою яких є відновлення технічного стану та експлуатаційних властивостей транспортного засобу. Рівень організації цього процесу безпосередньо впливає на продуктивність роботи підприємства та формування собівартості ремонтних послуг [7].

Стандартна схема технологічного процесу на сервісних підприємствах з ремонту вантажних автомобілів передбачає кілька основних етапів.

Першим етапом є приймання автомобіля, під час якого здійснюється його зовнішній огляд, перевіряється комплектність та фіксується інформація від водія щодо характеру несправностей, таких як сторонні звуки, погіршення динамічних показників або підвищена витрата мастильних матеріалів.

Наступним важливим етапом є проведення мийно-очисних робіт. Для вантажних транспортних засобів цей процес має особливе значення, оскільки значні забруднення елементів ходової частини та силового агрегату ускладнюють доступ до вузлів і знижують точність діагностики. З цією метою застосовуються стаціонарні або пересувні установки високого тиску, часто з функцією підігріву води.

Попередня діагностика виконується з метою визначення обсягу необхідних ремонтних робіт. На сучасних підприємствах вона базується на використанні електронних діагностичних пристроїв, що підключаються до стандартних інтерфейсів OBD-II або J1939 і дозволяють оцінити роботу двигуна, трансмісії та систем безпеки.

Поточний ремонт вантажних автомобілів спрямований на усунення несправностей, що виникають під час експлуатації, а також на запобігання більш серйозним відмовам. Практика показує, що на сервісних

підприємствах використовуються два основні підходи до організації ремонтних робіт.

Перший - це метод універсальних постів, при якому всі операції виконуються однією бригадою на одному робочому місці. Такий підхід є характерним для невеликих станцій, однак має обмежену ефективність через нераціональне використання обладнання та виникнення простоїв.

Другий підхід - метод спеціалізованих постів, що передбачає розподіл робочих місць за видами виконуваних робіт (наприклад, ремонт двигуна, ходової частини чи гальмівної системи). Це дає можливість застосовувати спеціалізоване обладнання та підвищувати професійний рівень персоналу.

Найбільш ефективним вважається агрегатний метод ремонту, сутність якого полягає у заміні несправного агрегату (двигуна, коробки передач або редуктора) на попередньо відремонтований або новий. Такий підхід дозволяє значно скоротити час перебування автомобіля в ремонті, оскільки основні роботи виконуються поза межами ремонтної зони. Крім того, це створює умови для формування обмінного фонду агрегатів.

Дослідження трудомісткості ремонтних робіт показує, що значну частку часу (до 30%) займають операції розбирання. На багатьох підприємствах досі застосовуються застарілі методи демонтажу, що можуть призводити до пошкодження деталей. Сучасний підхід передбачає використання спеціалізованих інструментів, таких як гідравлічні знімачі, індукційні нагрівачі та стенди для фіксації агрегатів.

Важливим етапом є дефектування, під час якого визначається технічний стан деталей. Використання вимірювальних приладів (мікрометрів, нутромірів) та засобів неруйнівного контролю дозволяє обґрунтовано приймати рішення щодо подальшого використання, ремонту або заміни елементів [8].

Особливу увагу приділяють складальним і регулювальним операціям. Для вантажних автомобілів критично важливим є дотримання необхідних моментів затягування різьбових з'єднань, що забезпечується застосуванням динамометричних ключів. Після складання проводиться регулювання

основних параметрів, зокрема теплових зазорів клапанів, системи впорскування палива та пневматичного обладнання.

Завершальним етапом є контроль якості виконаних робіт. Він може включати стендові випробування агрегатів, дорожні випробування автомобіля та повторну комп'ютерну діагностику для перевірки відсутності помилок у системах керування.

Проведений аналіз показує, що підвищення ефективності роботи зони поточного ремонту для сервісних підприємств можливе за рахунок переходу до спеціалізованої організації робіт із активним використанням агрегатного методу. Важливим напрямком удосконалення є також розвиток діагностичних процедур, що дозволяє зменшити кількість повторних ремонтів і підвищити надійність експлуатації вантажних автомобілів.

1.4 Організація робіт на сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів

Організація робіт на сервісних підприємствах, що здійснюють технічне обслуговування і ремонт вантажних автомобілів, є важливою складовою ефективного функціонування транспортної інфраструктури. Від правильності побудови виробничого процесу залежить якість виконання ремонтних робіт, рівень технічної готовності автопарку, а також економічні показники діяльності підприємства.

Сучасні вантажні автомобілі, зокрема такі моделі, як Volvo FH, DAF XF та MAN TGX, характеризуються складною конструкцією та високим рівнем технічної оснащеності. Це обумовлює необхідність впровадження раціональної організації ремонтних робіт із застосуванням сучасних технологій та обладнання.

Організація робіт на сервісному підприємстві передбачає раціональне поєднання виробничих процесів, трудових ресурсів, обладнання та виробничих площ. Основною метою є забезпечення безперервності та

ритмічності ремонтного процесу, скорочення часу простою транспортних засобів і підвищення продуктивності праці [6].

Важливим елементом організації є вибір методу виконання ремонтних робіт. На практиці застосовуються два основних підходи: індивідуальний (універсальний) та спеціалізований. При індивідуальному методі всі операції виконуються однією бригадою на одному посту, що спрощує управління процесом, однак знижує ефективність використання обладнання. Натомість спеціалізований метод передбачає поділ ремонтного процесу на окремі операції, які виконуються на відповідних постах, оснащених спеціалізованим обладнанням. Такий підхід сприяє підвищенню продуктивності та якості виконання робіт.

Одним із ключових напрямків удосконалення організації є впровадження агрегатного методу ремонту. Його застосування дозволяє скоротити тривалість ремонту за рахунок заміни несправних агрегатів на заздалегідь відновлені. При цьому ремонт знятих вузлів виконується у спеціалізованих підрозділах, що забезпечує вищу якість робіт та можливість використання високоточного обладнання.

Організація робіт також включає раціональне планування виробничих зон. На сервісних підприємствах виділяють такі основні ділянки: зона приймання та діагностики; зона технічного обслуговування; зона поточного ремонту; спеціалізовані дільниці (ремонт двигунів, агрегатів, електрообладнання); склад запасних частин.

Раціональне розміщення цих зон забезпечує оптимальний рух транспортних засобів і мінімізацію внутрішньовиробничих переміщень.

Особливе значення має організація праці персоналу. Вона передбачає визначення кількісного та кваліфікаційного складу працівників, розподіл обов'язків між ними та встановлення режиму роботи. Для забезпечення високої якості ремонтних робіт необхідно залучати кваліфікованих спеціалістів, здатних працювати з сучасними діагностичними системами та обладнанням.

Важливою складовою організації є використання сучасних засобів діагностики, зокрема обладнання таких виробників, як Bosch та Launch. Це дозволяє оперативно виявляти несправності, скорочувати час ремонту та підвищувати точність виконання робіт.

Крім того, організація робіт повинна передбачати впровадження заходів з охорони праці та техніки безпеки. Робота з великогабаритною технікою, підйомними механізмами та енергетичним обладнанням потребує суворого дотримання нормативних вимог для запобігання виробничому травматизму.

Важливим фактором підвищення ефективності є застосування елементів наукової організації праці, зокрема нормування часу виконання операцій, оптимізація робочих місць та впровадження сучасних методів управління виробничими процесами.

Таким чином, ефективна організація робіт на сервісних підприємствах з ремонту вантажних автомобілів базується на комплексному підході, який включає раціональне планування виробничих зон, застосування сучасних методів ремонту, використання високотехнологічного обладнання та кваліфікованого персоналу. Удосконалення організації виробничих процесів є важливим резервом підвищення продуктивності підприємства та якості надання сервісних послуг.

1.5 Основні висновки та задачі проекту

Проведений аналіз стану технологічних процесів сервісних підприємств з ремонту вантажних автомобілів показав, що в сучасних умовах експлуатації транспортних засобів проблема підтримання їх працездатності набуває особливої актуальності.

Встановлено, що зі збільшенням пробігу автомобілів суттєво погіршуються показники надійності: знижується коефіцієнт технічної готовності, зростає інтенсивність відмов та витрати на технічне обслуговування і ремонт. Особливо критичним є експлуатаційний інтервал

понад 500 тис. км, при якому витрати на утримання техніки можуть досягати 20–30% її вартості на рік.

Аналіз технологічної підготовки сервісних підприємств показав, що їх матеріально-технічна база часто не відповідає сучасним вимогам. Основними проблемами є: недостатній рівень механізації та автоматизації робіт; обмежена кількість спеціалізованих постів; невідповідність обладнання складності сучасних вантажних автомобілів.

Дослідження технологічних процесів ремонту встановило, що на багатьох підприємствах переважають застарілі підходи до організації робіт, зокрема використання універсальних постів та недосконалих методів демонтажу і дефектування. Це призводить до збільшення трудомісткості ремонту, підвищення ризику пошкодження деталей і зниження якості виконаних робіт.

Водночас визначено, що найбільш ефективним напрямком розвитку є впровадження агрегатного методу ремонту, який дозволяє скоротити час простою автомобілів на 40–50%, підвищити якість відновлення агрегатів та оптимізувати використання виробничих ресурсів.

Таким чином, існує об'єктивна необхідність технологічного переоснащення зон поточного ремонту вантажних автомобілів, що дозволить підвищити продуктивність роботи сервісних підприємств, зменшити простої транспортних засобів та забезпечити необхідний рівень їх технічної готовності.

На основі проведеного аналізу в дипломному проекті необхідно вирішити такі основні задачі:

1. Скласти єдиний технологічний регламент з ремонту автомобілів з врахуванням передових методів роботи.
2. Сформулювати річний графік планово-попереджувальних робіт відповідно до складу транспортних засобів і знайти загальну трудомісткість запланованих операцій.
3. Оптимізувати організаційну структуру проведенням розрахунків необхідної кількості персоналу, та основного обладнання.

4. Розробити раціональне технологічне планування зони поточного ремонту автомобілів з урахуванням сучасних вимог до організації виробничих процесів.

5. Обґрунтувати та розрахувати впровадження стенду для демонтажу й монтажу коробок зміни передач.

6. Оцінити економічну ефективність запропонованих заходів.

2. АРГУМЕНТАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ

2.1 Обґрунтування прогресивних технологій з ремонту вантажних автомобілів для сервісних підприємств

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту характеризується значним ускладненням конструкції вантажних автомобілів, підвищенням вимог до їх надійності, економічності та екологічності. Використання електронних систем керування, високоточних паливних систем, а також складних систем очищення відпрацьованих газів обумовлює необхідність впровадження прогресивних технологій ремонту на сервісних підприємствах.

Вантажні автомобілі нового покоління, такі як Volvo FH, MAN TGX та DAF XF, оснащені електронними блоками керування, системами Common Rail, EBS, SCR та іншими високотехнологічними компонентами. Це значно ускладнює процес діагностики та ремонту, що вимагає переходу від традиційних методів до сучасних, науково обґрунтованих технологічних рішень.

Одним із ключових напрямків удосконалення технології ремонту є широке впровадження агрегатного методу. Його сутність полягає у заміні несправних агрегатів на заздалегідь відновлені або нові. Такий підхід дозволяє істотно скоротити тривалість ремонту, підвищити коефіцієнт використання ремонтних постів та зменшити простої транспортних засобів. Крім того, агрегатний метод забезпечує можливість виконання складних ремонтних операцій у спеціалізованих умовах із використанням високоточного обладнання.

Важливим елементом прогресивних технологій є впровадження сучасних систем діагностики. На відміну від традиційних методів, що базуються на візуальному контролі та досвіді механіка, сучасна діагностика використовує електронні сканери, які дозволяють отримувати інформацію безпосередньо з електронних блоків керування. Використання обладнання

таких виробників, як Bosch та Launch, дає можливість швидко і точно визначати причини несправностей, що значно скорочує час ремонту та підвищує його якість.

Однією з важливих складових прогресивних технологій є впровадження потоково-постового методу організації виробництва. Сутність цього методу полягає у розподілі технологічного процесу на окремі операції, які виконуються на спеціалізованих постах. Це забезпечує раціональне використання обладнання, зменшення простоїв і підвищення продуктивності праці.

Не менш важливим напрямком є підвищення рівня механізації та автоматизації ремонтних робіт. Використання сучасного підйомно-транспортного обладнання (електрогідравлічні підйомники, кран-балки), пневматичного інструменту, а також спеціалізованих пристроїв для демонтажу та монтажу агрегатів дозволяє значно знизити трудомісткість робіт та підвищити безпеку праці.

Сучасні технології ремонту також передбачають використання спеціалізованого інструменту та оснащення. До них належать гідравлічні знімачі, індукційні нагрівачі для демонтажу закипілих з'єднань, стенди для перевірки та регулювання агрегатів. Це дозволяє уникнути пошкодження деталей і забезпечити високу якість виконання ремонтних робіт.

Важливу роль у підвищенні ефективності ремонтного процесу відіграє впровадження інформаційних технологій. Використання електронних баз даних, таких як Autodata, WorkshopData або дилерських інформаційних систем, забезпечує доступ до технічної документації, нормативів часу, моментів затягування та рекомендацій виробників. Це сприяє стандартизації ремонтних операцій і зменшенню впливу людського фактора.

Крім того, прогресивні технології передбачають удосконалення системи контролю якості. Вона включає застосування стендових випробувань, повторної діагностики та пробігових тестів після виконання ремонту. Це дозволяє своєчасно виявляти недоліки та запобігати повторним відмовам.

Значну увагу слід приділяти екологічним аспектам ремонтної діяльності. Використання сучасних технологій утилізації відходів, очищення стічних вод, а також застосування екологічно безпечних матеріалів дозволяє знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Таким чином, впровадження прогресивних технологій ремонту вантажних автомобілів на сервісних підприємствах є необхідною умовою підвищення їх ефективності. Основними напрямками вдосконалення є застосування агрегатного методу, спеціалізація ремонтних постів, підвищення рівня механізації та автоматизації, а також використання інформаційних технологій. Реалізація зазначених заходів дозволить зменшити тривалість ремонту, підвищити якість обслуговування та забезпечити високий рівень технічної готовності вантажного автопарку.

2.2 Розробка загального технологічного процесу ремонту автомобілів

Розробка загального технологічного процесу поточного ремонту вантажних автомобілів виконується з урахуванням раціональної послідовності виробничих операцій, що забезпечують мінімізацію простоїв транспортних засобів та підвищення ефективності ремонтних робіт. Запропонований технологічний процес базується на агрегатному методі ремонту та відповідає сучасним вимогам до організації сервісного виробництва (рисунок 2.1).

Відповідно до розробленої схеми технологічного процесу (рисунок 2.1), ремонт автомобіля здійснюється у певній логічній послідовності.

Першим етапом технологічного процесу є миття автомобіля. Дана операція виконується з метою видалення забруднень з поверхні кузова, шасі та агрегатів. Особливо важливим є очищення нижньої частини автомобіля, оскільки накопичення бруду ускладнює доступ до вузлів і знижує точність подальшої діагностики.

Для виконання робіт застосовуються установки високого тиску, часто з підігрівом води та використанням мийних засобів.

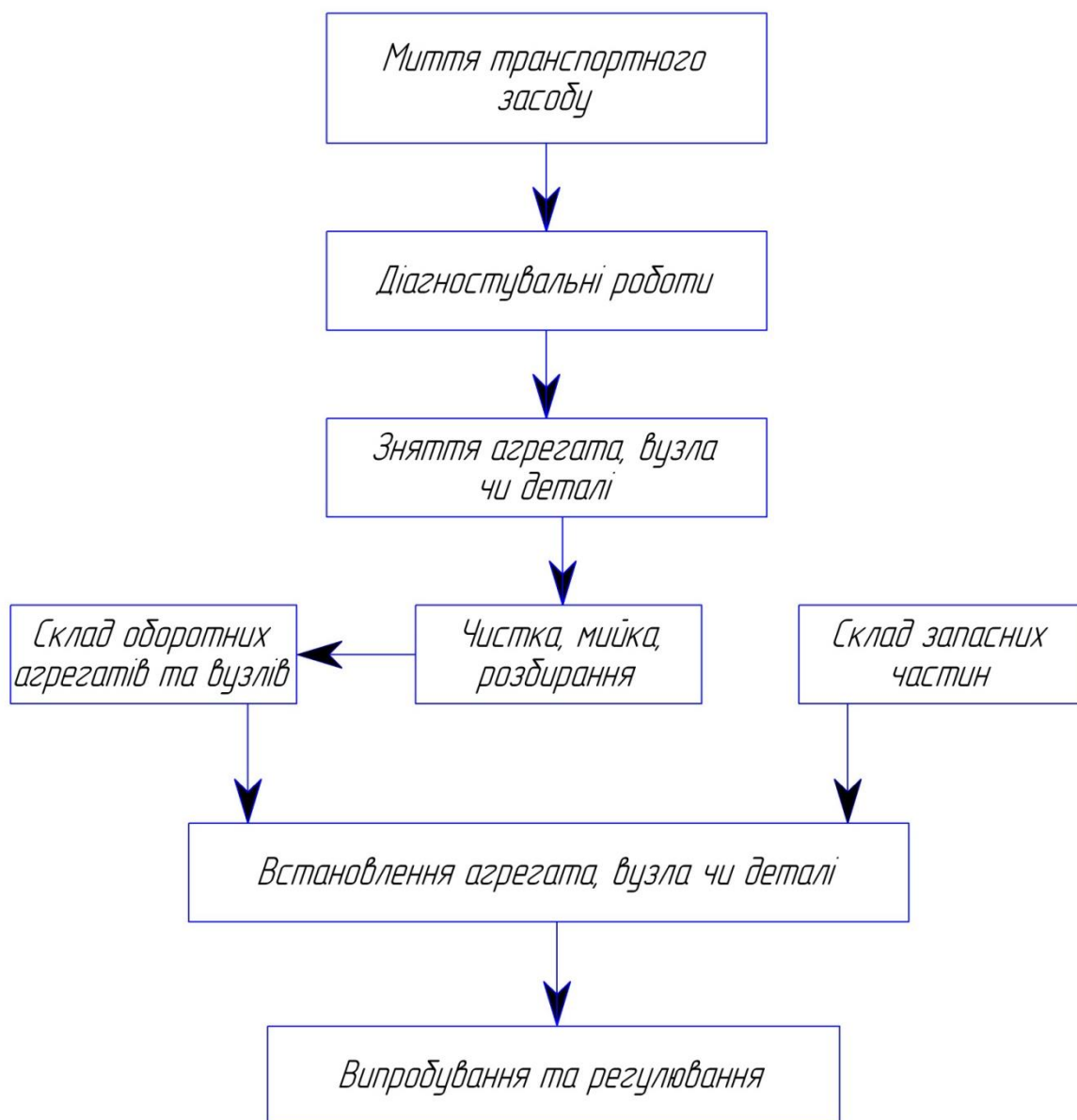


Рисунок 2.1 - Схема технологічного процесу ремонту автомобілів

Після миття автомобіль направляється на діагностування. На цьому етапі визначається технічний стан основних систем і агрегатів. Діагностика може включати: комп'ютерне зчитування кодів несправностей; перевірку гальмівної системи; контроль параметрів двигуна та трансмісії.

Результати діагностики є основою для прийняття рішення щодо обсягу ремонтних робіт.

На основі діагностичних даних виконується демонтаж несправних агрегатів або вузлів. Для цього використовуються підйомні механізми, кран-балки, спеціалізовані знімачі та інструмент.

Даний етап є одним із найбільш трудомістких і потребує дотримання технологічної дисципліни для уникнення пошкодження деталей.

Зняті агрегати надходять на ділянку розбирання, де виконуються: очищення від забруднень; мийка деталей; повне або часткове розбирання вузлів.

Цей етап забезпечує можливість якісного дефектування та підготовки деталей до ремонту або заміни.

Згідно зі схемою, технологічний процес передбачає два варіанти відновлення працездатності: використання агрегатів зі складу оборотних вузлів, що характерно для агрегатного методу; застосування деталей зі складу запасних частин.

Такий підхід дозволяє значно скоротити тривалість ремонту, оскільки відсутня необхідність очікування відновлення демонтованого агрегату.

Після підготовки або отримання справного агрегату виконується його монтаж на автомобіль. При цьому особлива увага приділяється: правильності встановлення; дотриманню моментів затягування; використанню необхідного інструменту

Якість виконання цієї операції безпосередньо впливає на надійність подальшої експлуатації транспортного засобу.

Завершальним етапом технологічного процесу є контроль якості виконаних робіт. Він включає: перевірку роботи агрегатів; регулювання систем автомобіля; пробний запуск і тестування під навантаженням; повторну діагностику.

Метою даного етапу є підтвердження повної працездатності автомобіля та відсутності залишкових несправностей.

Запропонований технологічний процес має такі переваги: чітка послідовність виконання робіт; скорочення часу простою автомобіля; ефективне

використання агрегатного методу; можливість паралельного виконання операцій; підвищення якості ремонту за рахунок контролю на кожному етапі.

Таким чином, розроблений технологічний процес відповідає сучасним вимогам до організації ремонту вантажних автомобілів і є основою для подальшого вдосконалення зони поточного ремонту та підвищення ефективності сервісного підприємства.

2.3 Обґрунтування оптимальної програми робіт сервісного центру та їх річна трудомісткість

Обґрунтування річної виробничої програми сервісного центру є необхідним етапом проектування, оскільки дозволяє визначити обсяг ремонтних робіт, завантаження виробничих потужностей та чисельність персоналу. Основою для розрахунку є кількість обслуговуваних автомобілів, їх середній річний пробіг та нормативи трудомісткості технічного обслуговування і ремонту. Структура рухомого складу, який усереднено закріплюється за сервісним центром наводиться в (табл.2.1).

Таблиця 2.1. - Структура рухомого складу

Марка автомобіля	Кількість (од.)	Середньорічний пробіг 1 авто, км	Загальний річний пробіг групи (L_{pik}), км
MAN TGX 18.440 (Євро-6)	30	110 000	3 300 000
Volvo FH12 (Середній вік)	30	95 000	2 850 000
КамАЗ-6520 (СНД, самоскид)	30	65 000	1 950 000
МАЗ-5440 (СНД, тягач)	30	80 000	2 400 000
РАЗОМ	120	-	10 500 000

Поточний ремонт визначається через норматив трудомісткості на 1000 км пробігу за виразом [8]:

$$T_{np} = \frac{N_{авт} \cdot L_{pik} \cdot t_{np}}{1000}, \quad (2.1)$$

де n - кількість автомобілів відповідної марки, од; t_{np} - середньорічний пробіг 1 авто, км.; T_{np} - питома трудомісткість ПР, люд-год/1000 км.

Наприклад для автомобіля марки КамАЗ-6520 середньорічний пробіг становить 65 000 км., а питома трудомісткість поточного ремонту становить $t_{np} = 7,2 - 8,5$ люд-год/1000 км. За сервісним центром закріплено тридцять автомобілів даної модифікації ($N_{авт} = 30$ од.). Тоді згідно (2.1) річна трудомісткість (T_{np}) поточного ремонту для автомобілів даної марки визначиться:

$$T_{np} = \frac{30 \cdot 65000 \cdot 8,5}{1000} = 16\,575 \text{ люд.-год.}$$

Проведемо аналогічні розрахунки для автомобілів інших марок а результати розрахунків представимо в (таблиці 2.2).

Таблиця 2.2 – Розрахунки трудомісткості поточних ремонтів вантажних автомобілів сервісного центру

Марка автомобіля	Кількість (од.)	Середньорічний пробіг 1 авто, км	Питома трудомісткість ПР, (t_{np}) люд-год/1000 км	Річна трудомісткість ПР (T_{np}), люд-год
MAN TGX 18.440 (Євро-6)	30	110 000	4,8	15 840
Volvo FH12 (Середній вік)	30	95 000	5,5	15 675
КамАЗ-6520 (СНД, самоскид)	30	65 000	8,5	16 575
МАЗ5440 (СНД, тягач)	30	80 000	7,2	17 280
РАЗОМ	120	-	-	65 370

Таким чином річна трудомісткість сервісного підрозділу з поточного ремонту вантажних автомобілів буде становити $T_p = 65370$ люд.-год., що є вихідною точкою для розрахунку постів, кількості обладнання та основних робочих.

2.4 Розподіл річної трудомісткості за технологічними групами робіт

Для більш обґрунтованого планування виробничого процесу загальна трудомісткість робіт (65370 люд.-год.) у зоні поточного ремонту розподіляється за технологічними групами робіт відповідно до характеру виконуваних операцій.

Розподіл виконано на основі типової структури ремонтних робіт для вантажних автомобілів з урахуванням їх технологічної послідовності та трудомісткості і його результати наводиться в (таблиці 2.3).

Таблиця 2.3 – Розподіл річної трудомісткості за технологічними групами робіт

Технологічна група робіт	Частка, %	Трудомісткість, люд.-год
Діагностичні роботи	8	5230
Мийно-очисні роботи	5	3269
Розбірно-складальні роботи	20	13074
Механічні роботи (ремонт агрегатів і вузлів)	30	19611
Електротехнічні роботи	10	6537
Зварювально-кузовні роботи	15	9806
Регульовально-випробувальні роботи	7	4576
Допоміжні роботи	5	3269
Разом	100	65370

Аналіз отриманого розподілу показує, що найбільшу частку трудомісткості становлять механічні роботи (30%) та розбірно-складальні роботи (20%), що пояснюється значним обсягом операцій з ремонту та відновлення агрегатів і вузлів вантажних автомобілів.

Досить значну частку займають також зварювально-кузовні роботи (15%) та електротехнічні роботи (10%), що відображає складність конструкції сучасних транспортних засобів та наявність електронних систем керування.

Діагностичні, мийно-очисні, регульовально-випробувальні та допоміжні роботи забезпечують технологічний супровід основного ремонту, контроль якості виконаних операцій та підготовку автомобілів до ремонту і видачі.

Таким чином, виконаний розподіл річної трудомісткості є основою для подальшого проектування виробничої структури зони поточного ремонту вантажних автомобілів.

Представлене розподілення трудомісткості в вигляді лінійчатої гістограми на (рисунку 2.2) дає більш наглядну картину.

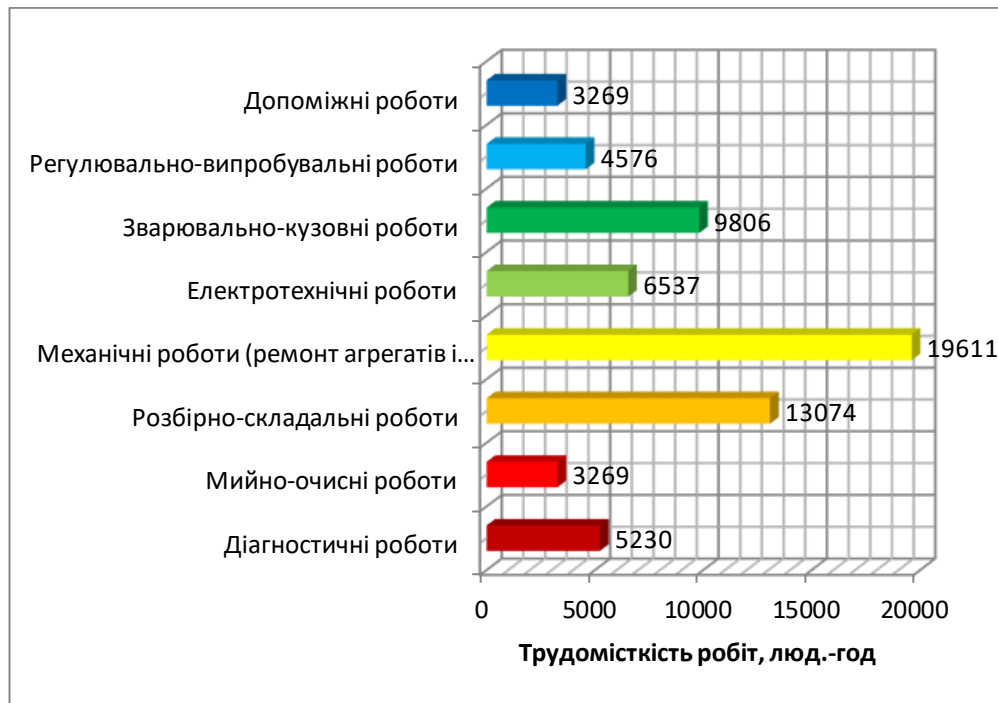


Рисунок 2.2 – Лінійчата гістограма розподілення трудомісткості ремонтних робіт за їх видами

Із аналізу гістограми чітко проглядаються резерви скорочення тривалості знаходження автомобіля в ремонті. До них слід віднести поєднання операцій діагностування з операціями регулювання.

Актуальним являється поєднання операцій комплектування з операціями розбирання для знятих вузлів з агрегатів після проведення їх розбирання.

Необхідно максимально забезпечити паралельність робіт для механічно-відновлювальних операцій, трудомісткість яких максимальна (19611 люд.-год), що в цілому скоротить тривалість знаходження автомобіля в ремонті.

2.5 Розрахунок технічного забезпечення виробничих дільниць сервісного підрозділу

Розрахунок кількості технологічного обладнання виконується на основі річної трудомісткості робіт, що виконуються в зоні поточного ремонту вантажних автомобілів, з урахуванням режиму роботи підприємства, фонду робочого часу та коефіцієнта використання обладнання.

Перед поступанням до зони поточного ремонту автомобіль проходить зовнішнє очищення на мийних постах. Їх кількість визначається за виразом:

$$X = \frac{N_{авт} \cdot \varphi}{D_{роб} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot P_n \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

де $N_{авт}$ - кількість автомобілів, що потрапляють до зони поточного ремонту, од.; φ - (коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости $\varphi=1,15$); $D_{роб}$ - кількість робочих днів на рік при 5-денному тижні, ($D_{роб}=253$ дні); $T_{зм}$ - тривалість зміни, год. ($T_{зм}=8$ год); C - кількість змін - зазвичай для миття приймають 1 зміну, ($C=1$ зм.); P_n - кількість робітників, які на робочому місці одночасно, ($P_n=1$ роб.); η - ступінь завантаження авторемонтного поста за часом., ($\eta=0,9$).

При середньому річному пробігу на рік 80000 – 100 000 км норматив кількість автомобілів $n_{пр}$, що потрапить до зони поточного ремонту може бути визначена за коефіцієнтом охоплення:

$$n_{пр} = N_{авт} \cdot \kappa_{ох}, \quad (2.3)$$

Де $N_{авт}$ - кількість автомобілів, що закріплені за сервісним центром, од. ($N_{авт}=120$ од.); $\kappa_{ох}$ - коефіцієнт охоплення, ($\kappa_{ох}=2,5$).

$$n_{np} = 120 \cdot 2,5 = 300 \text{ авт.}$$

Тоді згідно (2.2) кількість мийних постів складе

$$X = \frac{300 \cdot 1,15}{253 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,2 \approx 1,0 \text{ пост}$$

Отже для зовнішнього очищення приймаємо автоматичну порталну мийну установку для вантажних автомобілів типу Karcher ТВ.

Для очищення агрегатів і деталей застосовуються передвижні мийні установки. Їх кількість визначається за виразом [8]:

$$N_{my} = \frac{T_{рик} \cdot \varphi}{D_{роб} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot \eta}, \quad (2.4)$$

де N_{my} - кількість передвижних мийних установок, од.; $T_{рик}$ - річна трудомісткість мийно-очисних робіт, ($T_{рик} = 3269 \text{ люд.} - \text{год}$); φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, ($\varphi = 1,1$); η - (коефіцієнт використання робочого часу обладнання, ($\eta = 0,85 \dots 0,9$)).

$$N_{my} = \frac{3269 \cdot 1,1}{253 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9} = 1,97 \approx 2 \text{ уст.}$$

Приймаємо дві установки. Перша установка Nilfisk МН 5М-210/1100 використовується на пості зовнішнього очищення автомобіля перед розбиранням. Вона працює в парі з порталною машиною (для миття важкодоступних місць: рами, колісних арок, двигуна знизу).

Друга установка УПМ – 210/350 Використовується безпосередньо в зоні поточного ремонту або в агрегатному цеху. Вона необхідна для локального очищення вузлів безпосередньо на автомобілі або на стендах перед дефектуванням.

Кількість устаткування, що використовується періодично, установлюється комплектом по таблицю встаткування даної ділянки (агрегатної, ремонту двигунів, акумуляторної, ремонту паливної апаратури, електротехнічного й т.д.). Перелік устаткування, оснащення й інвентарю представлений у (таблиці 2.4.)

Таблиця 2.4 – Перелік устаткування, оснащення й інвентарю

№ з/п	Найменування	Тип або модель	Кількість	Площа обладнання, м²	Загальна площа, м²
1	Ящик для інструмента	-	6	0,504	3,024
2	Підйомник накатний	GD200-2	1	0,6	0,6
3	Підставка під ноги при в оглядовій канаві	Власного вигот.	4	0,5	2,0
4	Бак для розподілу масла пересувний	ROD-30 Rudetrans	1	0,42	0,42
5	Пост слюсаря - авторемонтника	P-506	3	0,404	1,21
6	Гайковерт для гайок коліс	И-303М	1	0,5	0,5
7	Бак для заправлення гальмовою рідиною переносний	"РАСО" Мод. 326	1	0,07	0,07
8	Стенд для перевірки гальмових систем автомобілів	"РАСО" Мод. 332	1	2,32	2,32
9	Підвісна кран-балка	Q=2т	2	-	-
10	Стелаж для коліс	YD-WL-TR7022	1	10,2	10,2
11	Підйомник гідравлічний	-	1	-	-
12	Візок для зняття й установки коліс автомобілів	1115М	1	1,16	1,16
13	Перехідний місток знімний	-	3	0,86	2,58
14	Слюсарний верстат	СД-3701-04	5	1,0	5,0
15	Стелаж для деталей	ОРГ 230А	2	0,7	1,4
16	Бак для збору масел, що відробили, пересувний	"Аурас", тип 18-ООКО-8210	1	0,34	0,34
17	Бак для збору масел, що відробили, пересувний	"Аурас", тип 18-ООКО-8210	1	0,34	0,34
18	Візок слюсаря з ремонту двигуна	МВА-14	1	0,28	0,28
19	Піднімальний механізм для зняття та установки агрегатів вантажних автомобілів на канаві	Власного вигот.	1	1,86	1,86

Закінчення табл.2.4

20	Підставка під двигун	МОД. 5150А	1	0,9	0,9
21	Стенд пересувної для перевірки електроустаткування безпосередньо на автомобілі	Є-205	1	0,47	0,47
22	Пристосування для зняття	Власного вигот.	1	1,85	1,85
23	Шланг для відводу газів, що відробили	-	1	-	-

2.6 Розрахунок кількості постів зони ПР

Необхідне число постів для проведення ПР визначають по формулі:

$$X_{np} = \frac{T_{np} \cdot \varphi}{D_{роб} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot M_n \cdot \eta}, \quad (2.5)$$

де T_{np} - річний обсяг робіт, виконуваних на постах ПР, люд. - год (за розрахунком 65 370 люд. - год); φ - коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости (приймаємо $\varphi = 1,2$); M_n - число робітників на посту (для вантажних автомобілів приймаємо $M_n = 3$ чол.); η - коефіцієнт використання робочого часу поста (приймаємо 0,9).

Тоді

$$X_{np} = \frac{65370 \cdot 1,2}{319 \cdot 8,2 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 0,9} = 6,9 \approx 7 \text{ пост.}$$

Приймаємо 7 постів для зони поточного ремонту. Кількість постів очікування (підпору) перед зоною ПР приймається у розмірі 10–20% від загальної кількості робочих постів:

$$X_{no} = X_{np} \cdot 0,15 = 7 \cdot 0,15 \approx 1 \text{ пост}, \quad (2.6)$$

Приймаємо один пост очікування.

2.7 Розрахунок потреби в ремонтних робочих зони поточного ремонту

Для розрахунку кількості персоналу для сервісного підрозділу з ремонту автомобілів використаємо вихідні дані: річна трудомісткість $T_{річ} = 65370 \text{ люд.} - \text{год.}$; номінальний фонд часу - $\Phi_n = 2015 \text{ люд.} - \text{год.}$; дійсний фонд часу $\Phi_o \approx 1840 \text{ люд.} - \text{год.}$; коефіцієнт виконання норми - $K_{вн} = 1,05$.

Для визначення кількості робітників використовуємо дві величини: технологічно необхідну (явочну) та штатну (спискову).

Явочна чисельність ($N_{я}$):

$$N_{я} = \frac{T_{річ}}{\Phi_n \cdot K_{вн}} = \frac{65370}{2015 \cdot 1,05} = 30,8 \approx 31 \text{ роб.}, \quad (2.6)$$

Приймаємо 31 робочого.

Штатна чисельність ($N_{шт}$):

$$N_{шт} = \frac{T_{річ}}{\Phi_o \cdot K_{вн}} = \frac{65370}{1840 \cdot 1,05} = 33,8 \approx 33 \text{ роб.}, \quad (2.7)$$

Приймаємо 33 осіб.

Отже технологічно необхідна кількість основних робітників для сервісного підрозділу складе 33 особи. В відповідності до виду робіт та їх трудомісткості проведемо розподілення робочих за робочими постами (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 - Розрахунок кількості робітників за видами робі

№ з/п	Найменування (робіт)	Трудомісткість, люд.-год	Розрахункова кількість (Рт)	Прийнята кількість (Рп)
1	Діагностичні роботи	5230	2,7	3
2	Мийно-очисні роботи	3269	1,7	2
3	Розбірно-складальні роботи	13074	6,8	6
4	Механічні роботи (ремонт агрегатів і вузлів)	19611	10,15	10
5	Електротехнічні роботи	6537	3,38	3
6	Зварювально-кузовні роботи	9806	5,07	5

Закінчення табл.2.5

7	Регулювально-випробувальні роботи	4576	2,36	2
8	Допоміжні роботи	3269	1,7	2
Усього		65370	33,8	33

З проведених розрахунків випливає, що для рівномірного розподілення навантаження між слюсарями необхідно провести залучання слюсарів до виконання суміжних робіт згідно технології.

Один із слюсарів, що виконує мийно-очисні операції буде залучатися до розбирально-складальних робіт до повного його завантаження.

Слюсар із виконання допоміжних робіт буде також залучатися до розбирально-складальних робіт для 100% завантаження на протязі зміни.

2.8 Визначення площі зони поточного ремонту

Визначення загальної площі виробничої зони ПР базується на сумарних габаритах встановленого устаткування та площі, яку займає рухомий склад на постах. Згідно з методикою [8], розрахунок проводиться за формулою:

$$F = K_{nl} \cdot (F_a \cdot \Pi + \sum F_{об}), \quad (2,8)$$

де $\sum F_{об}$ - сумарна площа горизонтальної проєкції обладнання, м² (згідно зі специфікацією становить 25,34 м²); K_{nl} - коефіцієнт, що враховує щільність компонування постів та безпечні проходи (для зон ПР вантажних авто $K_{nl} = 4 - 5$); Π - кількість робочих постів ($\Pi = 8 од.$); F_a - габаритна площа транспортного засобу в плані, м².

Площа автомобілів МАЗ-5340В3-740-000, МАЗ-6312W6-8421-000 та МАЗ-4371W1-429-000 дорівнюють відповідно $F_a = 21,0 м^2$, $F_a = 24,9 м^2$, $F_a = 21,24 м^2$ Розрахунок ведемо по найбільшій площі.

$$F = 4 \cdot (24,9 \cdot 8 + 25,34) = 898 м^2$$

Приймаємо площу поточного ремонту 890 м².

Технологічне планування зони поточного ремонту наведено на рисунку

2.3.

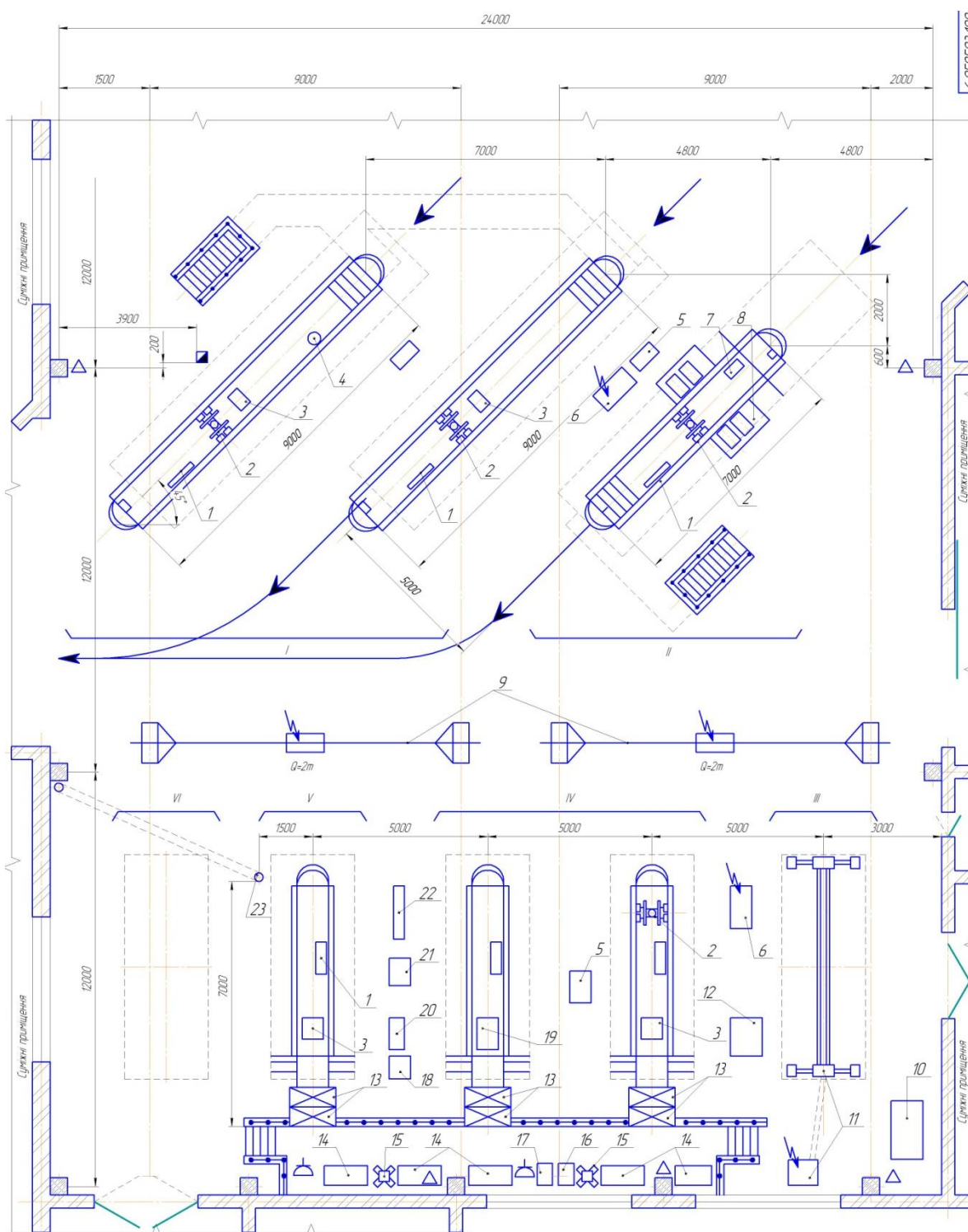


Рис. 2.3 - Технологічне планування зони поточного: I - пост ремонту автопоїздів; II - пост і перевірки й регулювання гальмових систем; III - пост перемонтажу шин; IV - пост ремонту ходової частини автомобіля; V - пост ремонту двигуна і його систем; VI - пост очікування

Висновки по розділу.

1. У результаті аналізу встановлено, що впровадження прогресивних технологій ремонту вантажних автомобілів, зокрема агрегатного методу, сучасних діагностичних систем та потоково-постової організації робіт, є необхідною умовою підвищення ефективності функціонування сервісних підприємств. Це дозволяє значно скоротити тривалість ремонту та підвищити якість виконання робіт.

2. Розроблений загальний технологічний процес поточного ремонту забезпечує раціональну послідовність виконання операцій, мінімізацію простоїв автомобілів та можливість паралельного виконання окремих видів робіт. Використання агрегатного методу дозволяє підвищити пропускну здатність ремонтної зони.

3. Проведені розрахунки річної виробничої програми показали, що загальна трудомісткість робіт у зоні поточного ремонту становить 65370 люд.-год, що свідчить про значне навантаження на виробничі потужності та необхідність їх раціонального використання.

4. Розподіл трудомісткості за видами робіт показав, що найбільшу частку займають механічні (30%) та розбірно-складальні роботи (20%), що визначає необхідність концентрації технічних ресурсів саме на цих напрямках та впровадження засобів механізації для зниження трудових витрат.

5. На основі виконаних розрахунків визначено основні параметри зони поточного ремонту: кількість постів (7), чисельність виробничого персоналу (33 особи) та площу виробничої зони (890 м²). Це забезпечує ефективну організацію виробничого процесу та створює умови для підвищення продуктивності праці і якості ремонту.

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ДЕМОНТАЖУ І МОНТАЖУ КОРОБОК ЗМІНИ ПЕРЕДА

3.1 Обґрунтування актуальності розробки

Сучасні умови експлуатації вантажних автомобілів характеризуються високою інтенсивністю їх використання, значними навантаженнями на агрегати та складними дорожніми умовами. Одним із найбільш навантажених і відповідальних вузлів трансмісії є коробка зміни передач (КПП), яка забезпечує передачу крутного моменту від двигуна до ведучих коліс та впливає на ефективність роботи транспортного засобу в цілому.

У процесі експлуатації вантажних автомобілів, таких як Volvo FH, MAN TGX, DAF XF та ін., коробки передач зазнають значного зносу, що обумовлює необхідність їх регулярного технічного обслуговування та ремонту. Найбільш трудомісткими операціями при цьому є демонтаж та монтаж КПП, які пов'язані з необхідністю роботи з важкими агрегатами (маса яких може досягати 200–400 кг), обмеженим доступом до вузлів та необхідністю високої точності позиціонування при встановленні.

Аналіз існуючих технологічних процесів показує, що на багатьох сервісних підприємствах демонтаж і монтаж коробок передач виконується із застосуванням універсальних підйомних засобів (кран-балок, домкратів, підставок), які не забезпечують достатньої точності та зручності виконання робіт. Це призводить до збільшення трудомісткості операцій, підвищення ризику пошкодження агрегатів, а також створює небезпечні умови праці для персоналу.

Особливої актуальності проблема набуває в умовах впровадження агрегатного методу ремонту, коли швидкість демонтажно-монтажних операцій безпосередньо впливає на загальну тривалість перебування автомобіля в зоні поточного ремонту. У таких умовах виникає потреба у спеціалізованому обладнанні, яке забезпечує механізацію процесу, точність встановлення агрегатів та безпеку виконання робіт.

Розробка спеціалізованого стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач дозволяє вирішити ряд важливих виробничих задач. Зокрема, застосування такого стенда забезпечує: зниження фізичних навантажень на робітників за рахунок механізації процесу підйому та переміщення агрегату; підвищення точності встановлення КПП відносно двигуна та інших елементів трансмісії; скорочення часу виконання демонтажно-монтажних робіт; зменшення ймовірності пошкодження деталей при виконанні операцій; підвищення рівня безпеки праці в зоні ремонту.

Крім того, використання спеціалізованого стенда дозволяє підвищити рівень організації виробничого процесу, що є важливим фактором для сучасних сервісних підприємств. Це особливо актуально в умовах зростання вимог до якості ремонту та скорочення часу обслуговування транспортних засобів.

Необхідно також враховувати економічний аспект. Зменшення трудомісткості операцій та скорочення часу простою автомобіля безпосередньо впливають на зниження собівартості ремонтних робіт і підвищення рентабельності підприємства. Таким чином, розробка та впровадження спеціалізованого стенда є економічно доцільним рішенням.

Отже, актуальність розробки стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач обумовлена необхідністю підвищення ефективності ремонтних робіт, зниження їх трудомісткості, забезпечення безпечних умов праці та відповідності сучасним вимогам до технічного сервісу вантажних автомобілів. Реалізація даного технічного рішення сприятиме вдосконаленню зони поточного ремонту та підвищенню загальної ефективності діяльності сервісного підприємства.

3.2 Аналіз прототипів стенду

Для зняття і установки коробок зміни передач широко використовуються гідравлічний трансмісійний домкрат (Transmission Jack).

На рисунку 3.1 наведено гідравлічну стійку, яка широко реалізується в ремонтному виробництві.



Рисунок 3.1 – Гідравлічна стійка (Transmission Jack)

Даний тип обладнання призначений для підйому, опускання та утримання коробки передач під автомобілем. Оснащується гідравлічним приводом, регульованою платформою та колесами. До основних параметрів слід віднести вантажопідйомність: 300–500 кг, висота підйому: до 1,8 м.

Такі пристрої широко застосовуються через простоту конструкції та доступність, відносно низька вартість, можливістю роботи без демонтажу інших вузлів.

До недоліків слід віднести недостатню стійкість при роботі з важкими КПП вантажівок; обмежену точність позиціонування агрегату; відсутність фіксації в декількох площинах; складність монтажу при точному суміщенні з двигуном. Головний мінус - це фактично допоміжний пристрій, а не повноцінний стенд.

Більш конструктивно вдалим рішенням для демонтажа і монтажу коробок зміни передач являється універсальний поворотний стенд (Swivel Gearbox Stand) загальний вид якого наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 - Універсальний поворотний стенд (Swivel Gearbox Stand)

Стенд із можливістю повороту агрегату на 360° та фіксації у різних положеннях. Оснащений регульованими кронштейнами для кріплення КПП.

До основних параметрів слід віднести вантажопідйомність до 450–700 кг, поворот головки на (360°), можливість у регульовані лапи кріплення та мобільну базу. Такі стенди дозволяють обертати агрегат і забезпечують доступ до всіх його елементів.

До недоліків конструкції слід віднести його не пристосованість для роботи безпосередньо під автомобілем, що потребує попереднього демонтажу КПП, а також складність точного монтажу назад на автомобіль. Основний недолік - відсутність функції монтажу на автомобіль.

На рисунку 3.3 наведена конструкція стенда, яка являє собою пересувний ремонтний стенд універсального типу, призначений для встановлення, фіксації та обертання агрегатів (двигунів, коробок передач) під час їх демонтажу, ремонту або монтажу.

Стенд складається з рами П-подібної форми, виконана зі сталевого профілю, що забезпечує стійкість. Чотири поворотні колеса, які дозволяють переміщувати стенд у межах робочої зони. На вертикальній стійці закріплена поворотна планшайба (фланець) з регульованими кріпильними лапами для

фіксації агрегату. Механізм обертання (ручний), що дозволяє змінювати положення агрегату та фіксувати його під потрібним кутом.



Рисунок 3.3 - Поворотний стенд (Swivel Gearbox Stand)

До переваги конструкції слід віднести мобільність - завдяки колесам стенд легко переміщується по робочій зоні. Відсутність складних механізмів спрощує експлуатацію та обслуговування. Регульовані лапи дозволяють встановлювати різні типи агрегатів, а можливість обертання агрегату полегшує доступ до всіх поверхонь при ремонті.

До недоліки конструкції слід віднести обмежену вантажопідйомність - не підходить для важких коробок передач вантажних автомобілів. Відсутність гідравлічного підйому - монтаж/демонтаж агрегату потребує додаткового підйомного обладнання. Недостатня жорсткість для великих вузлів - при роботі з масивними агрегатами можливі вібрації. При цьому ручне обертання потребує фізичних зусиль оператора.

Таким чином, проведений аналіз існуючих конструкцій обладнання для демонтажу та монтажу коробок зміни передач показав, що жоден із розглянутих варіантів не забезпечує повного комплексу необхідних функцій для ефективного обслуговування вантажних автомобілів.

У зв'язку з цим виникає обґрунтована необхідність розробки нової конструкції спеціалізованого стенда, який би поєднував функції підйому, точного позиціонування, надійної фіксації та можливості обертання агрегату. Такий стенд повинен бути адаптований до роботи з коробками передач вантажних автомобілів, мати підвищену вантажопідйомність, забезпечувати високу стійкість та безпеку виконання робіт, а також дозволяти проводити монтаж і демонтаж безпосередньо в зоні ремонту.

Розробка подібної конструкції дозволить підвищити ефективність технологічного процесу, скоротити трудомісткість робіт, зменшити фізичне навантаження на персонал та покращити якість виконання ремонтних операцій, що є актуальним завданням даного дипломного проекту.

3.3 Будова та принцип роботи стенда для демонтажу й монтажу КЗП

У сучасній практиці технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів застосовується значна кількість спеціалізованих пристроїв для демонтажу і монтажу коробок зміни передач. Проте більшість із них орієнтовані на обслуговування агрегатів певного типу або конкретних моделей автомобілів, що суттєво обмежує сферу їх використання. Навіть універсальні рішення, які представлені на ринку, часто не забезпечують необхідної функціональності, характеризуються конструктивною складністю або мають обмежену надійність та недостатню пристосованість в відповідності до умов їх використання.

У цьому контексті вкрай актуальним стає розробка універсального стенда, який би забезпечував можливість роботи з коробками передач різних типів вантажних автомобілів, поєднуючи при цьому надійність, зручність експлуатації та достатню вантажопідйомність.

Запропонована конструкція стенда (рисунок 3.4) відрізняється підвищеним рівнем універсальності, що досягається завдяки використанню змінних підставок для обслуговування коробок передач автомобілів типу МАЗ, та імпортних автомобілів. Це дозволяє застосовувати стенд у різних умовах експлуатації без необхідності використання додаткового спеціалізованого обладнання.

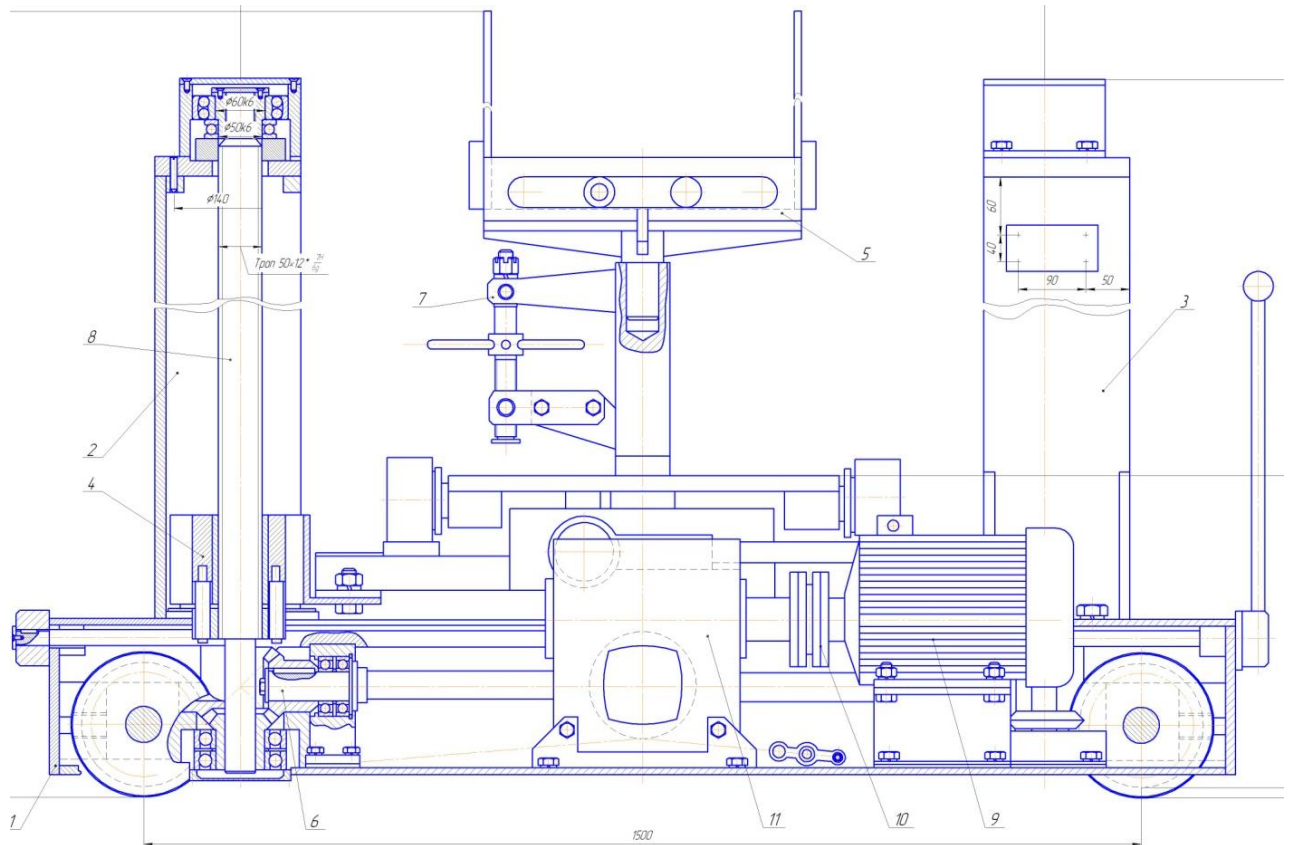


Рисунок 3.4 – Стенд для зняття та установки КЗП вантажних автомобілів: 1 – рама; 2, 3 – стійки; 4 – повзун; 5 - підставка для зняття КЗП; 6 - конічні шестірні; 7 - механізм переміщення; 8 – гвинт; 9 – електродвигун; 10 – з’єднувальна муфта; 11 - черв’ячний редуктор

Стенд включає такі основні конструктивні елементи: раму, дві вертикальні стійки, повзун, траверсу з підставкою для коробки передач, а також механізми підйому та переміщення. Основою конструкції є рама 1, на якій жорстко закріплені стійки 2 і 3. Підйомний механізм приводиться в дію електродвигуном 9, який через з’єднувальну муфту 10 передає обертання на черв’ячний редуктор 11.

Передача крутного моменту до гвинтових пар 8 здійснюється через систему конічних шестерень 6, що забезпечує синхронне переміщення повзунів 4. Повзуни, у свою чергу, здійснюють вертикальне переміщення траверси разом із встановленою підставкою 5 для коробки передач. Додаткове регулювання положення агрегату виконується за допомогою механізму переміщення 7.

Конструкція стенда передбачає можливість як підйому та опускання коробки передач, так і переміщення самого стенда в межах робочої зони. Для цього

використовується електропривід, який через відповідні механізми передає рух на ходові колеса. Керування роботою здійснюється за допомогою кнопочового пульта, що забезпечує зручність і безпечність експлуатації.

Електрична частина стенда включає автоматичний вимикач, магнітний пускач та систему кінцевих вимикачів, які обмежують крайні положення рухомих елементів і запобігають перевантаженню обладнання.

Таким чином, запропонована конструкція стенда забезпечує виконання основних операцій з демонтажу та монтажу коробок зміни передач, поєднуючи функції підйому, позиціонування та транспортування агрегату, що значно підвищує ефективність ремонтного процесу.

3.3.1 Технічні розрахунки елементів стенда

Розрахунок гвинта стенда.

Для виготовлення вантажного гвинта та гайки необхідно обґрунтовано підібрати матеріали, які забезпечать достатню міцність і зносостійкість вузла. Як матеріал гвинта доцільно застосувати якісну вуглецеву сталь 45 згідно з ДСТУ 1050-98, що піддається термічній обробці (загартуванню). Для виготовлення гайки обирається антифрикційний чавун марки АЧС-1 за ДСУ 1585-95, який має добрі властивості тертя та зносостійкості.

Середній діаметр різьблення (d_2) визначається з умови забезпечення довговічності різьбових витків за формулою [8]:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \varphi_r \cdot \varphi_h \cdot [q]}}, \quad (3.1)$$

де Q - осьове навантаження, що діє на гвинт. З урахуванням маси коробки передач, допоміжних підставок та траверси загальне навантаження становить 6800 Н. З урахуванням коефіцієнта перевантаження ($k = 1,3$), навантаження на один гвинт визначається як:

$$Q = \frac{k \cdot Q}{2} = 1,3 \cdot \frac{6800}{2} = 4420 \text{ Н}, \quad (3.2)$$

Допустимий питомий тиск між витками приймається ($[q] = 8$) МПа .

Коефіцієнт висоти гайки приймається ($\varphi_{\Gamma} = 1,5$), а коефіцієнт висоти профілю різьби ($\varphi_h = 0,5$).

Підставивши значення у формулу (3.1), отримуємо:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4420}{\pi \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 8}} = 32,27 \text{ мм}$$

Профіль трапецеїдальної різьби представлений на (рисунку 3.5).

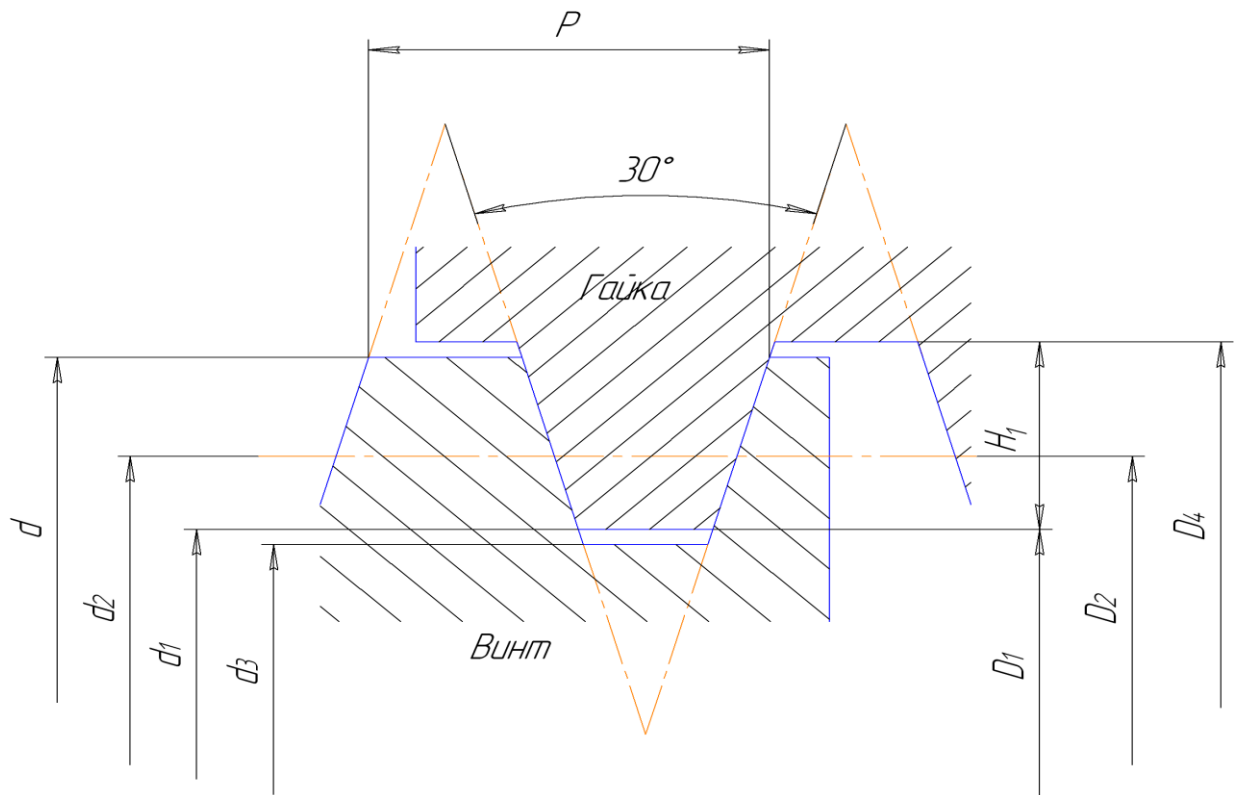


Рисунок 3.5 - Профіль трапецеїдального різьблення: d – зовнішній діаметр зовнішнього різьблення (гвинта), d_2 – середній діаметр зовнішнього різьблення, d_3 – внутрішній діаметр зовнішнього різьблення, D_1 – внутрішній діаметр внутрішнього різьблення, D_2 – середній діаметр внутрішнього різьблення, D_4 – зовнішній діаметр внутрішнього різьблення, P – крок різьблення, H_1 – робоча висота профілю різьблення

Далі визначається внутрішній діаметр гвинта (d_3), виходячи з умов міцності на розтяг із врахуванням крутного навантаження. При цьому враховується коефіцієнт ($\beta = 1,3$), який характеризує вплив крутіння, а допустиме напруження для сталі становить $[\sigma] = 130$) МПа :

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot \beta \cdot n}{\pi \cdot [\sigma_{cm}]}} \quad (3.3)$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4420 \cdot 1,3 \cdot 4}{3,14 \cdot 130}} = 29,52 \text{ мм}$$

За результатами розрахунків обирається стандартна трапецеїдальна різьба з такими параметрами: середній діаметр $d_2 = 34,5$ мм, крок $P = 3$ мм, внутрішній діаметр $d_3 = 30,5$ мм та зовнішній діаметр $d = 34$ мм. Позначення різьби: для гвинта - $Tr34 \times 3 - 7e$, для гайки - $Tr34 \times 3 - 7H$. З'єднання виконується із зазором і має позначення $Tr34 \times 3 - 7H / 7e$.

Наступним етапом є перевірка умови самогальмування різьбової пари:

$$\gamma < \rho, \quad (3.4)$$

де: γ - кут підйому гвинтовий лини різьблення, градус; ρ - кут тертя.

Кут підйому гвинтової лінії визначається за формулою:

$$\gamma = \arctan\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right), \quad (3.5)$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{3}{\pi \cdot 34,5}\right) = 1,35^\circ$$

$$\rho = \arctan\left(\frac{f}{\cos(\alpha / 2)}\right)$$

Кут тертя обчислюється як:

$$\rho = \arctan\left(\frac{f}{\cos(\alpha / 2)}\right), \quad (3.6)$$

де коефіцієнт тертя $f = 0,12$, а кут профілю різьби ($\alpha = 30^\circ$):

$$\rho = \arctan\left(\frac{0,12}{\cos(15^\circ)}\right) = 7,08^\circ$$

Оскільки $\gamma = 1,35^\circ < \rho = 7,08^\circ$, умова самогальмування виконується, що забезпечує надійність роботи механізму.

Момент тертя у різьбі визначається за формулою:

$$T = 0,5 \cdot Q \cdot d_2 \cdot \tan(\gamma + \rho), \quad (3.7)$$

$$T = 0,5 \cdot 4420 \cdot 34,5 \cdot \tan(1,35^\circ + 7,08^\circ) = 198662 \text{ Нмм}$$

Коефіцієнт корисної дії гвинтової передачі визначається:

$$\eta = \varphi \cdot \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho)}, \quad (3.8)$$

де $\varphi = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує втрати в опорах:

$$\eta = 0,9 \cdot \frac{\tan 1,35^\circ}{\tan(1,35^\circ + 7,08^\circ)} \approx 0,2$$

Отримане значення ККД свідчить про значні втрати на тертя, що є характерним для самогальмівних гвинтових механізмів, проте забезпечує їх надійність і безпечність експлуатації.

Перевірка гвинту на сталість.

Оцінка стійкості гвинта виконується шляхом визначення його гнучкості. Гнучкість стрижня визначається як відношення розрахункової довжини до радіуса інерції:

$$\lambda = \frac{l}{i}, \quad (3.9)$$

де $l = 2050 \text{ мм}$ - довжина гвинта, ($i = 15 \text{ мм}$) - радіус інерції перерізу.

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

Оскільки отримане значення гнучкості перевищує допустимі межі, подальша перевірка проводиться за формулою Ейлера для визначення критичного навантаження:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 E \cdot I_{розр}}{l^2}, \quad (3.10)$$

де $E = (8,1 \dots 10) \cdot 10^3 \text{ МПа}$ - модуль пружності матеріалу; $I_{розр}$ - момент інерції поперечного перерізу гвинта.

Момент інерції визначається за відомою залежністю для круглого перерізу:

$$j_{розр} = 0,01 \cdot \left(3 \cdot \frac{d}{d_1} \right) \cdot d_1^4, \quad (3.11)$$

$$j_{розр} = 0,01 \cdot \left(3 \cdot \frac{d}{d_1} \right) \cdot d_1^4 = 0,01 \cdot \left(3 \cdot \frac{34}{30,5} \right) \cdot 30,5^4 = 28940,1 \text{ мм}^4$$

$$P_{кр} = \frac{3,14^2 \cdot 8,1 \cdot 10^3 \cdot 28940,1}{540^2} = 7926 \text{ Н}$$

Після обчислення критичного зусилля визначається коефіцієнт запасу стійкості:

$$n_{стал} = \frac{P_{кр}}{Q} \geq 2, \quad (3.12)$$

$$n_{стал} = \frac{7926}{4420} = 1,79 \leq 2$$

Розрахунок показав, що умова стійкості не виконується, тобто існуючі геометричні параметри гвинта не забезпечують необхідної жорсткості конструкції.

У зв'язку з цим приймається рішення про збільшення діаметра гвинта. Відповідно до ДСТУ 24737-91 обирається стандартна трапецеїдальна різьба з параметрами: середній діаметр $d_2 = 58,5 \text{ мм}$, крок $P = 3 \text{ мм}$, внутрішній діаметр $d_3 = 56,5 \text{ мм}$, зовнішній діаметр $d = 60 \text{ мм}$. Позначення різьби: для гвинта — Tr60×3-7e, для гайки - Tr60×3-7H, а різьбове з'єднання має позначення Tr60×3-7H/7e.

Для нового гвинта визначається кут підйому гвинтової лінії:

$$\gamma = \arctan\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right) = \arctan\left(\frac{3}{\pi \cdot 58,5}\right) = 4,06^\circ$$

Оскільки отримане значення кута підйому менше за кут тертя $\rho = 7,08^\circ$, виконується умова самогальмування, що гарантує надійність роботи механізму.

Момент тертя у різьбі визначається за формулою (3.7):

$$T = 0,5 \cdot Q \cdot d_2 \cdot \tan(\gamma + \rho)$$

$$T = 0,5 \cdot 4420 \cdot 58,5 \cdot \tan(4,06^\circ + 7,08^\circ) = 1504349 \text{ Нмм}$$

Коефіцієнт корисної дії гвинтової пари розраховується як:

$$\eta = \varphi \cdot \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho)} = 0,9 \cdot \frac{\tan 4,06^\circ}{\tan(4,06^\circ + 7,08^\circ)} \approx 0,3$$

Виконуємо перевірку гвинта на сталість

$$J_{розр} = 0,01 \cdot \left(3 \cdot \frac{d}{d_1}\right) \cdot d_1^4 = 0,01 \cdot \left(3 \cdot \frac{60}{56,5}\right) \cdot 56,5^4 = 324652 \text{ мм}^4$$

$$P_{кр} = \frac{3,14^2 \cdot 8,1 \cdot 10^3 \cdot 324652}{540^2} = 28914 \text{ Н}$$

Запас сталості:

$$n_{стал} = \frac{P_{кр}}{Q} = \frac{28914}{4420} = 6,54 \geq 2$$

Розрахунок показує, що нове значення коефіцієнта запасу відповідає нормативним вимогам, тобто умова стійкості виконується.

Отже, збільшення діаметра гвинта дозволило забезпечити необхідну жорсткість і надійність конструкції, що підтверджує правильність прийнятого конструктивного рішення.

Розрахунок гайки.

Для забезпечення надійної та довговічної роботи гвинтового механізму необхідно визначити основні геометричні параметри гайки, а також перевірити передачу на зносостійкість і ефективність роботи. Особливу увагу приділяють висоті гайки, умовам роботи різьбової пари та допустимим навантаженням у зоні контакту витків.

Висота гайки (H) визначається залежно від кількості робочих витків різьби за формулою:

$$H = z \cdot P, \quad (3.13)$$

де z - кількість витків гайки.

За результатами розрахунків приймається остаточне значення висоти гайки:

$$H = 24 \cdot 3 = 72 \text{ мм}$$

Далі виконується перевірка гвинтової передачі на зносостійкість. Для пари «сталевий гвинт – гайка з антифрикційного матеріалу» (бронза або спеціальний чавун) умова зносостійкості визначається порівнянням розрахункового тиску з допустимим:

$$P \leq [P], \quad (3.14)$$

де P - фактичний контактний тиск у різьбі; $[P]=8\text{МПа}$ - допустиме значення.

Розрахунковий тиск визначається за формулою:

$$P = \frac{Q}{\pi \cdot \psi \cdot \xi \cdot d_{\text{сер}}^2}, \quad (3.15)$$

де ψ - показник, що враховує конструктивну висоту гайки; ξ - показник пропорції між висотою профілю та кроком нарізі; $d_{\text{сер}}=0,0585\text{ м}$ - середній діаметр різьби, м.

Висота робочого профілю різьби становить:

$$\psi = \frac{h_z}{d_{\text{сер}}}, \quad (3.16)$$

$$\psi = \frac{h_z}{d_{\text{сер}}} = \frac{0,1}{0,0585} = 1,71$$

$$\xi = \frac{h_P}{P}, \quad (3.17)$$

де $h_P = 0,0075$ - висота робочого профілю різьби, м.

$$\xi = \frac{h_P}{P} = \frac{0,0075}{0,003} = 2,5$$

$$P = \frac{7480}{3,14 \cdot 1,71 \cdot 2,5 \cdot 0,0585^2} = 0,5 \text{ МПа} \leq [P] = 8\text{МПа}$$

Умова виконується, отже зносостійкість передачі забезпечена.

Зовнішній діаметр гайки:

$$D_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_{\Pi}]} + d^2}, \quad (3.18)$$

$$D_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4420}{\pi \cdot 30} + 60^2} = 60,1 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 65$ мм.

ККД передачі гвинт-гайка:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\varphi + \rho)} \cdot \chi, \quad (3.19)$$

де χ - коефіцієнт, який враховує затрати потужності на тертя в передачі. $\chi = 0,8 \dots 0,95$ [5]; ρ - кут тертя у гвинтовій парі ($\rho = 5,43^\circ$).

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} 1,6}{\operatorname{tg}(2 + 5,4)} \cdot 0,8 = 0,86$$

Отримане значення ККД підтверджує, що передача працює з відносно невисокою ефективністю, що є характерним для самогальмівних гвинтових механізмів. Водночас це забезпечує їхню надійність і безпечність, оскільки виключає самовільне переміщення навантаження.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують правильність вибору геометричних параметрів гайки та працездатність гвинтової передачі за умовами зносостійкості й ефективності.

Висновки по розділу.

1. Аналіз умов експлуатації коробок зміни передач вантажних автомобілів та існуючих технічних засобів показав, що застосування універсальних підйомних пристроїв не забезпечує необхідної точності позиціонування та безпечності виконання робіт. Встановлено, що при масі

агрегатів до 200–400 кг такі засоби не гарантують стабільності та надійної фіксації, що призводить до підвищення трудомісткості операцій і ризику пошкодження вузлів. Це підтверджує необхідність створення спеціалізованого стенда з розширеними функціональними можливостями.

2. Розроблена конструкція стенда забезпечує комплексну механізацію процесів демонтажу і монтажу КПП за рахунок використання електроприводу, гвинтового механізму підйому та системи точного позиціонування. Запропоноване технічне рішення дозволяє здійснювати синхронне переміщення робочого органу, підвищує точність суміщення агрегатів та знижує фізичне навантаження на персонал, що в цілому сприяє скороченню тривалості ремонтних операцій.

3. Розрахунок гвинтового механізму показав, що при початкових параметрах не забезпечувалась умова стійкості, оскільки коефіцієнт запасу був меншим за допустимий. У результаті оптимізації конструкції прийнято стандартну різьбу типу $Tg60 \times 3$, що дозволило підвищити жорсткість гвинта та забезпечити виконання умови стійкості за критичним навантаженням. При цьому підтверджено виконання умови самогальмування ($\gamma < \phi$), що виключає самовільне переміщення навантаження та підвищує безпеку експлуатації.

4. Розрахунки гайки та різьбової пари засвідчили, що контактні напруження не перевищують допустимих значень, тобто умова зносостійкості виконується. Отримане значення ККД гвинтової передачі є відносно невисоким, що характерно для самогальмівних механізмів, однак це компенсується підвищеною надійністю та стабільністю роботи. Таким чином, обрані конструктивні параметри забезпечують працездатність, довговічність і безпечну експлуатацію стенда в умовах ремонтного виробництва.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕК

4.1 Організація охорони праці сервісному підрозділі з ремонту вантажних автомобілів

Організація охорони праці в сервісному підрозділі, що виконує технічне обслуговування та ремонт вантажних автомобілів, є невід’ємною складовою ефективної діяльності підприємства. Вона спрямована на гарантування належних та безпечних умов діяльності робітників підприємства, запобіганню професійним захворюванням, а також на мінімізацію впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Система охорони праці на підприємстві організовується на підставі вимог чинного нормативно-правового поля України, зокрема Закону України «Про охорону праці» [9], а також галузевих нормативних документів і стандартів. Основою її функціонування є комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів.

У сервісному підрозділі відповідальність за стан охорони праці покладається на керівника підприємства та безпосередньо на керівника ремонтної дільниці. Вони забезпечують створення безпечних умов праці, контроль за дотриманням вимог безпеки, а також організацію навчання і перевірки знань працівників з питань охорони праці. Для цього на підприємстві може створюватися служба охорони праці або призначатися відповідальна особа.

Одним із ключових елементів організації охорони праці є проведення інструктажів. Обов'язковим етапом для кожного співробітника є проходження вступного та первинного інструктажів на робочому місці, а згодом - планових повторних, позапланових та цільових навчань з техніки безпеки. Пріоритетом системи безпеки є захист здоров'я фахівців, які проводять небезпечні види робіт — від маніпуляцій із великоваговими

вузлами та механізмами підйому до застосування промислового електроінструменту.

У процесі ремонту вантажних автомобілів на працівників можуть впливати різноманітні небезпечні та шкідливі фактори. До основних з них належать: значні фізичні навантаження, робота з важкими вузлами (зокрема коробками передач), ризик травмування при використанні підйомного обладнання, підвищений рівень шуму і вібрації, наявність мастильних матеріалів і технічних рідин, а також небезпека ураження електричним струмом. Тому організація робочих місць повинна передбачати заходи щодо усунення або зниження впливу цих факторів.

Важливу роль відіграє раціональне планування виробничих приміщень. Робочі місця повинні бути обладнані таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до об'єктів ремонту, безпечне переміщення персоналу та транспортних засобів, а також достатнє освітлення і вентиляцію. Зона ремонту повинна бути оснащена справними підйомно-транспортними засобами, спеціалізованими стендами, інструментом та пристроями, що відповідають вимогам безпеки.

Особливе значення має застосування засобів колективного та індивідуального захисту. До колективних засобів належать огороження рухомих частин обладнання, вентиляційні системи, сигналізація, блокувальні пристрої та інші технічні рішення, що забезпечують безпеку праці. Індивідуальні засоби захисту включають спецодяг, захисне взуття, рукавиці, окуляри, каски та інші засоби, які видаються працівникам відповідно до характеру виконуваних робіт.

Контроль технічного стану обладнання є ще одним важливим аспектом організації охорони праці. Усі механізми, підйомні пристрої та електрообладнання повинні проходити регулярні огляди, технічне обслуговування та перевірку на справність. Використання несправного обладнання категорично забороняється.

Значна увага приділяється також питанням пожежної безпеки. У ремонтному підрозділі повинні бути передбачені первинні засоби

пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити), розроблені та доведені до персоналу інструкції з дій у разі виникнення пожежі, а також забезпечений вільний доступ до евакуаційних виходів. Працівники повинні знати правила поводження з легкозаймистими та горючими матеріалами.

Не менш важливою складовою є медичне забезпечення працівників. Передбачаються періодичні медичні огляди, контроль за станом здоров'я персоналу, а також наявність аптечок першої допомоги у виробничих приміщеннях. У разі виникнення нещасного випадку повинна бути організована оперативна допомога потерпілому та проведене розслідування причин події.

Таким чином, ефективна організація охорони праці в сервісному підрозділі з ремонту вантажних автомобілів базується на системному підході, що включає дотримання нормативних вимог, впровадження сучасних технічних рішень, навчання персоналу та постійний контроль за умовами праці. Це дозволяє забезпечити безпеку працівників, підвищити якість виконання робіт і зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій.

4.2 Заходи безпеки при експлуатації стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач

Експлуатація стенда для демонтажу і монтажу коробок зміни передач характеризується проведенням операцій підвищеної небезпеки, так-як передбачає переміщення важких агрегатів, використання електроприводу та взаємодію з рухомими механізмами. Це потребує додаткову організацію технологічних заходів направлених для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

До початку роботи зі стендом працівник повинен пройти відповідний інструктаж з охорони праці та ознайомитися з правилами експлуатації обладнання. До роботи допускаються лише особи, які мають відповідну кваліфікацію та навички роботи з підйомно-транспортними механізмами. Перед запуском стенда необхідно перевірити його технічний стан, справність

електроприводу, відсутність видимих пошкоджень конструкції, а також надійність кріплення всіх вузлів і деталей.

Особливу увагу слід приділяти перевірці гвинтового механізму підйому, оскільки він є основним елементом, що сприймає навантаження. Не допускається експлуатація стенда при наявності зносу різьби, деформації гвинта або гайки, а також при недостатньому рівні мастила. Регулярне технічне обслуговування повинно включати очищення різьбових з'єднань, їх змащування та контроль зносу.

Перед підйомом коробки передач необхідно переконатися у правильності її встановлення на підставці стенда. Агрегат повинен бути надійно зафіксований, щоб виключити його зміщення або падіння під час підйому. Центрування коробки передач відносно платформи стенда є обов'язковою умовою безпечної роботи, оскільки нерівномірне навантаження може призвести до перекосу конструкції та аварійної ситуації.

Під час роботи стенда забороняється перебування сторонніх осіб у зоні його дії. Оператор повинен знаходитися на безпечній відстані та керувати обладнанням за допомогою пульта управління. Забороняється виконувати будь-які регулювання або ремонтні роботи під час руху механізмів. У разі виникнення сторонніх шумів, вібрацій або інших ознак несправності стенд необхідно негайно зупинити та провести його огляд.

Електробезпека є важливим аспектом експлуатації стенда. Усі електричні елементи повинні бути надійно ізольовані, а корпус обладнання – заземлений. Керування стендом повинно здійснюватися через справний пульт із кнопками «Пуск» і «Стоп», а також аварійною кнопкою зупинки. Забороняється експлуатація обладнання при пошкодженні електропроводки або відсутності заземлення.

Для запобігання перевантаженню конструкції необхідно суворо дотримуватися встановлених значень вантажопідйомності стенда. Перевищення допустимого навантаження може призвести до руйнування елементів конструкції або втрати стійкості. Також важливо забезпечити рівномірний розподіл навантаження на опорні елементи стенда.

З метою підвищення безпеки доцільно передбачити використання кінцевих вимикачів, які обмежують крайні положення рухомих елементів, а також системи захисту від перевантаження електродвигуна. Це дозволяє запобігти виходу обладнання з ладу та знизити ризик аварійних ситуацій.

Обов'язковою умовою є використання працюючими спеціального одягу, взуття із захисним металевим носком, трикотажних чи шкіряних рукавиць і, за потреби, індивідуальних захисних окулярів.

Забороняється працювати у вільному одязі або з незакріпленими елементами, які можуть потрапити в рухомі частини механізму.

Після завершення роботи стенд необхідно вимкнути від електромережі, очистити від забруднень та перевірити його стан. Усі рухомі частини повинні бути приведені у безпечне положення. Регулярне проведення технічного обслуговування та дотримання правил експлуатації є запорукою довговічної та безпечної роботи обладнання.

Таким чином, впровадження комплексу організаційних і технічних заходів безпеки при роботі зі стендом дозволяє значно знизити ризик травматизму, забезпечити надійність обладнання та створити безпечні умови праці для персоналу ремонтного підрозділу.

4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у виробничому приміщенні

Під час виконання ремонтних робіт у сервісному підрозділі можливе виникнення аварійних ситуацій технічного характеру: відмова обладнання, коротке замикання, падіння агрегатів, пожежа або витік паливно-мастильних матеріалів. У таких випадках дії персоналу повинні бути чіткими, послідовними та спрямованими на локалізацію небезпеки.

При виникненні несправності обладнання або аварійної ситуації необхідно негайно зупинити роботу механізмів і відключити електроживлення за допомогою аварійного вимикача. Забороняється продовжувати експлуатацію стенда або іншого обладнання при наявності сторонніх шумів, вібрацій чи ознак перевантаження. Про інцидент слід

повідомити відповідальну особу.

У разі пожежі необхідно оперативно відключити електроживлення ділянки, повідомити пожежну службу та розпочати гасіння осередку займання первинними засобами пожежогасіння відповідного типу. При загрозі поширення вогню організовується евакуація персоналу згідно з планом евакуації.

При ураженні електричним струмом першочерговим є знеструмлення обладнання. Потерпілого звільняють від дії струму із застосуванням ізолюючих засобів, після чого надають домедичну допомогу та викликають медичну службу.

У випадку механічних пошкоджень (падіння коробки передач, руйнування вузлів) необхідно негайно зупинити обладнання, виключити можливість повторного руху механізмів і надати допомогу постраждалим. Зона аварії повинна бути огорожена.

При витокі технічних рідин слід усунути джерело витoku, обмежити розповсюдження рідини та забезпечити вентиляцію приміщення. Забороняється використання відкритого вогню до повного усунення небезпеки.

Після ліквідації наслідків аварії обладнання підлягає технічному огляду, а подальша експлуатація допускається лише після усунення несправностей і дозволу відповідальної особи.

Таким чином, дотримання чітких алгоритмів дій у надзвичайних ситуаціях забезпечує швидку локалізацію небезпеки та мінімізацію ризиків для персоналу і обладнання.

Висновки до розділу.

1. Проведений аналіз організації охорони праці у сервісному підрозділі показав, що забезпечення безпечних умов праці досягається за рахунок комплексного підходу, який включає дотримання нормативних вимог, правильну організацію робочих місць, використання засобів захисту та постійний контроль технічного стану обладнання. Запропоновані заходи дозволяють знизити вплив небезпечних і шкідливих факторів на персонал та

підвищити рівень виробничої безпеки.

2. Розроблені заходи безпеки при експлуатації стенда та алгоритми дій у надзвичайних ситуаціях забезпечують надійну та безпечну роботу обладнання, мінімізують ризик травматизму і аварій. Їх впровадження сприяє підвищенню ефективності ремонтного процесу, збереженню здоров'я працівників і стабільній роботі сервісного підприємства.

5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ

Економічна оцінка виконується для визначення доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу з ремонту вантажних автомобілів. Річна трудомісткість: (базова - $T_{річ}^б = 52296 \text{ люд.} - \text{год.}$, проектна - $T_{річ}^п = 65370 \text{ люд.} - \text{год.}$). Кількість робітників: (базова - 27 осіб, проектна - 33 особи).

1. Загальні виробничі витрати:

$$C_B = Z_{\Pi} + A + E + C_{об} + C_{зч} + C_{ін}, \quad (5.1)$$

де Z_{Π} – повний заробіток; A – амортизація; E – кошти на оплату енергоспоживання; $C_{об}$ – витрати на регламентне обслуговування та ремонт технічного парку; $C_{зч}$ – кошторис запасних частин, грн; $C_{ін}$ – сукупність інших супутніх витрат.

Повний заробіток :

$$Z_{\Pi} = Z_{CP} \cdot N_P \cdot 12 + Z_H, \quad (5.2)$$

де Z_{CP} - середня заробітна плата, грн ($Z_{CP}^б = Z_{CP}^п = 18000 \text{ грн}$);

N_P - склад слюсарів ($N_P^б = 4 \text{ чол.}$, $N_P^п = 5 \text{ чол.}$);

Z_H - нарахування, грн ($Z_H = 0,22 \cdot (Z_{CP} \cdot N_P \cdot 12)$).

$$Z_{CP}^б = 18000 \cdot 27 \cdot 12 = 5832000 \text{ грн},$$

$$Z_H^б = 5832000 \cdot 0,22 = 1283040 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^б = 5832000 + 1283040 = 7115040 \text{ грн},$$

$$Z_{CP}^п = 18000 \cdot 33 \cdot 12 = 7128000 \text{ грн},$$

$$Z_H^п = 7128000 \cdot 0,22 = 1565308,8 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^п = 7128000 + 1565308,8 = 8693308,8 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання.

$$A_{обл} = \frac{C_{Б.ОБ.} \cdot H_A}{100}, \quad (5.3)$$

де $C_{Б.ОБ.}$ - кошторис виробничого обладнання, ($C_{Б.ОБ.}^Б = 400000$ грн.,
 $C_{Б.ОБ.}^П = 500000$ грн.)

H_A - амортизаційні нарахування, % ($H_A = 10,0\%$).

$$A_{ОБ}^Б = \frac{400000 \cdot 10,0}{100} = 40000,0 \text{ грн.}$$

$$A_{ОБ}^П = \frac{500000 \cdot 10,0}{100} = 500000,0 \text{ грн.}$$

На амортизацію споруди затрати визначаються:

$$A_B = \frac{B_B \cdot H_B}{100}, \quad (5.4)$$

де B_B – балансова вартість споруди, грн. ($B_B = 2000000$ грн.);

H_B - нормативний коефіцієнт, ($H_B = 7,76\%$).

Тоді

$$A_B = \frac{2000000 \cdot 7,76}{100} = 155200,0 \text{ грн.}$$

Сумарна амортизація:

$$A = A_{ОБ} + A_B, \quad (5.5)$$

$$A^Б = 40000,0 + 155200,0 = 195200,0 \text{ грн.}$$

$$A^П = 50000,0 + 155200,0 = 205200,0 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

$$E = Q_{ЕЛ} \cdot B_E, \quad (5.6)$$

де E - витрати електроенергії, кВт/год. ($Q_{EI}^B = 235332,0 \text{ кВт/год.}$,
 $Q_{EI}^П = 25000 \text{ кВт/год.}$);

B_E - вартість однієї кВт/год. ($C_{EI} = 6,9 \text{ грн.}$)

$$B_{EI}^B = 235332,0 \cdot 6,9 = 1623790,8 \text{ грн.}$$

$$B_{EI}^П = 294165,0 \cdot 6,9 = 2029738,5 \text{ грн.}$$

Обслуговування обладнання:

$$C_{OB} = \frac{A_{обл} \cdot 5}{100}, \quad (5.7)$$

$$C_{об}^B = \frac{400000,0 \cdot 5}{100} = 20000,0 \text{ грн.}$$

$$C_{об}^П = \frac{50000,0 \cdot 5,0}{100} = 25000,0 \text{ грн.}$$

Ціна на запасні частини:

$$C_{зч} = 0,5 \cdot 3_{\Pi}, \quad (5.8)$$

$$C_{зч}^B = 0,5 \cdot 7128000,0 = 3564000,0 \text{ грн}$$

$$C_{зч}^П = 0,5 \cdot 8693308,8 = 4346654,4 \text{ грн}$$

Відсоток на інші затрати:

$$C_{ин} = 0,05 \cdot (3_{\Pi} + A + E + C_{об} + C_{зч}) \quad (5.9)$$

$$C_{ин}^B = 0,05 \cdot (7128000,0 + 195200,0 + 1623790,8 + 20000,0 + 3564000,0) = 626549,5 \text{ грн}$$

$$C_{ин}^П = 0,05 \cdot (8693308,8 + 205200,0 + 2029738,5 + 25000,0 + 4346654,4) = 764995,1 \text{ грн}$$

Загальні витрати:

$$C_B^B = 17128000,0 + 195200,0 + 1623790,8 + 20000,0 + 3564000,0 + 626549,5 = 13157540,3 \text{ грн.}$$

$$C_B^П = 8693308,8 + 205200,0 + 2029738,5 + 25000,0 + 4346654,4 + 764995,1 = 16064896,0 \text{ грн}$$

2. Собівартість ремонту:

$$C_P = E_B \cdot 1,02 \quad (5.10)$$

$$C_P^B = 13157540,3 \cdot 1,02 = 13420691,0 \text{ грн}$$

$$C_P^П = 16064896,0 \cdot 1,02 = 16386194,0 \text{ грн}$$

3. Річна вартість ремонтних робіт сервісного центру розраховується на основі трудомісткості та середньої вартості однієї нормо-години

$$B_{річ} = T \cdot C_{нг} + C_{зч}, \quad (5.11)$$

де T - трудомісткість робіт, ($T_p^B = 52296 \text{ люд.} - \text{год}$, $T_p^П = 65370 \text{ люд.} - \text{год}$).

$C_{нг}$ - середня вартість однієї нормо-години послуг без урахування матеріалів ($C_{нг} = 300 \text{ грн/год}$); $C_{зч}$ - вартість запасних частин та витратних матеріалів, ($C_{зч}^B = 3564000,0 \text{ грн}$, $C_{зч}^П = 4346654,4 \text{ грн}$)

$$B_{річ}^B = 52296 \cdot 300 + 3564000,0 = 19252800,0 \text{ грн.}$$

$$B_{річ}^П = 65370 \cdot 300 + 4346654,4 = 23957654,4 \text{ грн.}$$

4. Інтегральний прибуток (Π):

$$\Pi_{3AG} = B_P - C_P, \quad (5.12)$$

$$\Pi_{3AG}^B = 19252800,0 - 13420691,0 = 5832109,0 \text{ грн}$$

$$\Pi_{3AG}^{\Pi} = 23957654,4 - 16386194,0 = 7571460,4 \text{ грн}$$

5. Прибуток:

$$D_{\Pi} = \Pi_{3AG}^{\Pi} - \Pi_{3AG}^B, \quad (5.13)$$

$$D_{\Pi} = 7571460,4 - 5832109,0 = 1739351,4 \text{ грн}$$

6. Час, необхідний для виходу на самоокупність.

$$T_o = \frac{C_{OB.}}{D_{\Pi}}, \quad (5.14)$$

$$T_o = \frac{900000,0}{1739351,4} = 0,6 \text{ року}$$

Результати розрахунку техніко-економічних критеріїв подано у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Зведені показники економічного ефекту

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид роботи	ремонт	ремонт
Обсяг, люд.-год.	52296	65370
Робітники, осіб.	27	33
Капіталовкладення, грн.	400000	500000
Цехові витрати, всього, грн.	13157540,3	16064896,0
- за робітня платня, грн.	7128000,0	8693308,8
- амортизація, грн.	195200,0	205200,0
- електроенергія, грн.	1623790,8	2029738,5
- сервісні витрати, грн.	20000,0	25000,0
- витрати на покращення умов праці, грн.	626549,5	764995,1
Річна собівартість об'єктів ремонту, грн.	13420691,0	16386194,0
Сумарний прибуток, грн.	5832109,0	7571460,4
Отриманий прибуток, грн.	-	+1739351,4
Строк за який окупляться матеріальні вкладення, роки	-	0,5

Висновок по розділу.

Проведена техніко-економічна оцінка підтвердила, що впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту вантажних автомобілів є економічно доцільним, оскільки дозволяє збільшити обсяг виконуваних робіт, підвищити річний прибуток підприємства на 1739351,4 грн та забезпечити короткий термін окупності капіталовкладень на рівні близько 0,5 року, що свідчить про високу ефективність запропонованих технічних рішень.

ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Аналіз показав, що впровадження сучасних технологій ремонту (агрегатний метод, діагностика, потоково-постова організація) підвищує ефективність сервісних підприємств за рахунок скорочення часу ремонту та покращення якості робіт.

2. Розроблений технологічний процес забезпечує раціональну організацію ремонту, мінімізацію простоїв і можливість паралельного виконання операцій, що підвищує пропускну здатність дільниці.

3. Встановлено, що річна трудомісткість поточного ремонту становить 65370 люд. - год, що підтверджує значне навантаження на виробничу систему та необхідність її оптимізації.

4. Основна частка трудовитрат припадає на механічні та розбірно-складальні роботи, що обґрунтовує доцільність їх механізації.

5. Визначено основні параметри дільниці: 7 постів, 33 працівники та площа 890 м², що забезпечує ефективну організацію виробництва.

6. Аналіз умов експлуатації коробок зміни передач вантажних автомобілів та існуючих технічних засобів показав, що застосування універсальних підйомних пристроїв не забезпечує необхідної точності позиціонування та безпечності виконання робіт. Встановлено, що при масі агрегатів до 200–400 кг такі засоби не гарантують стабільності та надійної фіксації, що призводить до підвищення трудомісткості операцій і ризику пошкодження вузлів. Це підтверджує необхідність створення спеціалізованого станда з розширеними функціональними можливостями.

7. Розроблена конструкція станда забезпечує комплексну механізацію процесів демонтажу і монтажу КПП за рахунок використання електроприводу, гвинтового механізму підйому та системи точного позиціонування. Запропоноване технічне рішення дозволяє здійснювати синхронне переміщення робочого органу, підвищує точність суміщення

агрегатів та знижує фізичне навантаження на персонал, що в цілому сприяє скороченню тривалості ремонтних операцій.

8. Розрахунок гвинтового механізму показав, що при початкових параметрах не забезпечувалась умова стійкості, оскільки коефіцієнт запасу був меншим за допустимий. У результаті оптимізації конструкції прийнято стандартну різьбу типу Tr60×3, що дозволило підвищити жорсткість гвинта та забезпечити виконання умови стійкості за критичним навантаженням. При цьому підтверджено виконання умови самогальмування ($\gamma < \phi$), що виключає самовільне переміщення навантаження та підвищує безпеку експлуатації.

9. Розрахунки гайки та різьбової пари засвідчили, що контактні напруження не перевищують допустимих значень, тобто умова зносостійкості виконується. Отримане значення ККД гвинтової передачі є відносно невисоким, що характерно для самогальмівних механізмів, однак це компенсується підвищеною надійністю та стабільністю роботи. Таким чином, обрані конструктивні параметри забезпечують працездатність, довговічність і безпечну експлуатацію стенда в умовах ремонтного виробництва

10. Організація охорони праці базується на комплексному підході, що забезпечує зниження виробничих ризиків та підвищення безпеки персоналу.

11. Запропоновані заходи безпеки та алгоритми дій у НС мінімізують ризики травматизму та забезпечують стабільну роботу обладнання.

12. Проведена техніко-економічна оцінка підтвердила, що впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту вантажних автомобілів є економічно доцільним, оскільки дозволяє збільшити обсяг виконуваних робіт, підвищити річний прибуток підприємства на 1739351,4 грн та забезпечити короткий термін окупності капіталовкладень на рівні близько 0,5 року, що свідчить про високу ефективність запропонованих технічних рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. Транспорт і зв'язок України 2024 : статистичний збірник. Київ : Держстат України, 2025. 180 с.
2. Кузьмінський Р. Б., Шарибура А. Й. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів. Львів: Сполом, 2021. 376 с.
3. Поліщук В. М. Експлуатація, діагностика та ремонт автомобілів. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 320 с.
4. Кравченко О. П., Бойко В. С. Організація технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Харків: ХНАДУ, 2021. 280 с.
6. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків : ХНАДУ, 2019. 400 с.
7. Кузьмін О. Є., Мельник О. Г. Організація виробництва на підприємствах автосервісу. Львів : Львівська політехніка, 2018. 320 с.
8. Дирда В. І. Технологія ремонту машин [підручник] / А. С. Кобець, В. І Дирда., С. П. Сокол, П. Т.Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. 4 особи //— Дніпро: Журфонд, 2017.—160 с.
9. Ремонт машин. Дипломне проектування. Навчально-методичний посібник / За ред. А. С. Кобця, В. І Дирди, С. П. Сокола та ін. — Дніпропетровськ : Журфонд, 2016. — 284 с.
10. Закон України «Про охорону праці». — Відомості Верховної Ради України, — 1992, № 49. — 668 с.

ДОДАТКИ

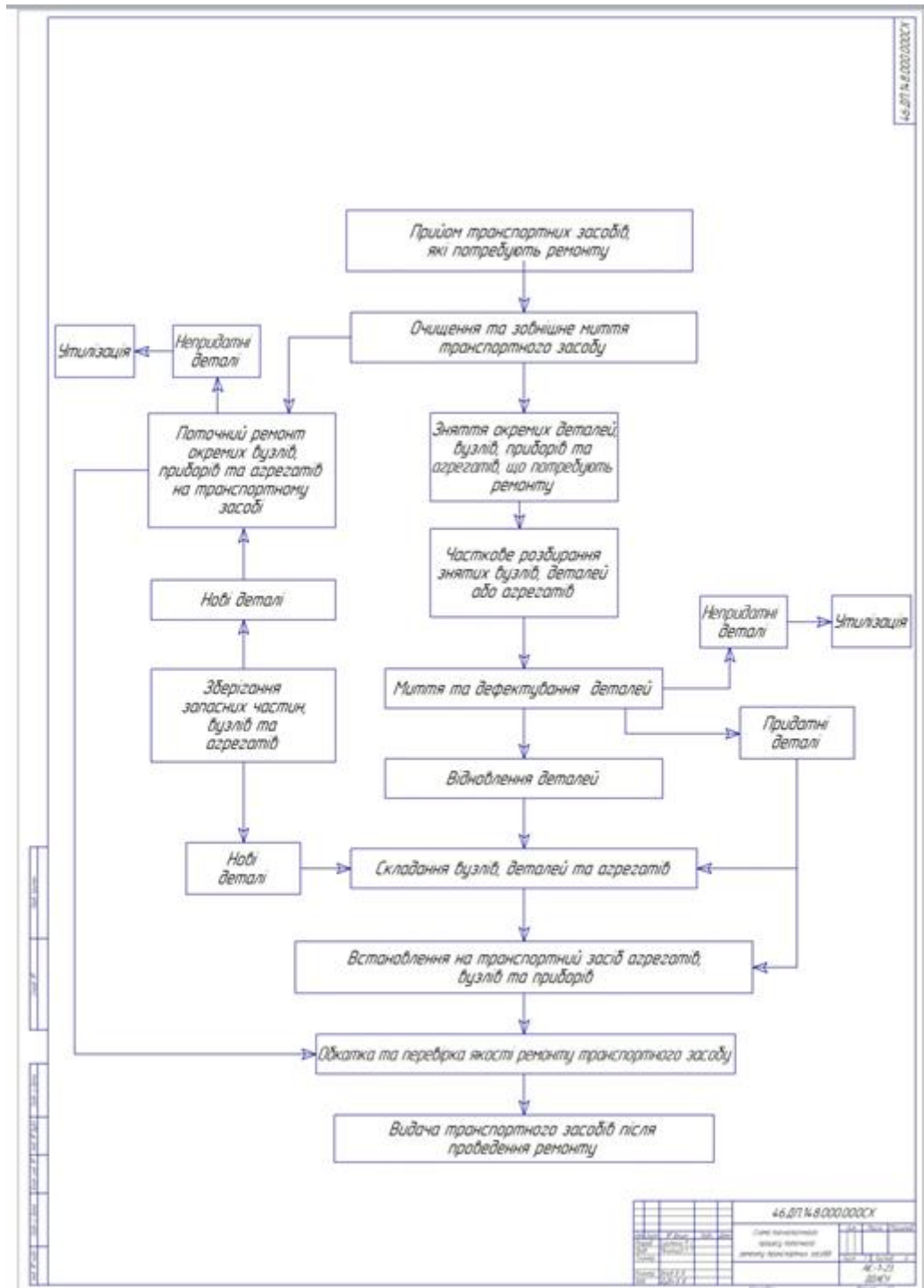
**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ІНЖИНІРИНГУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

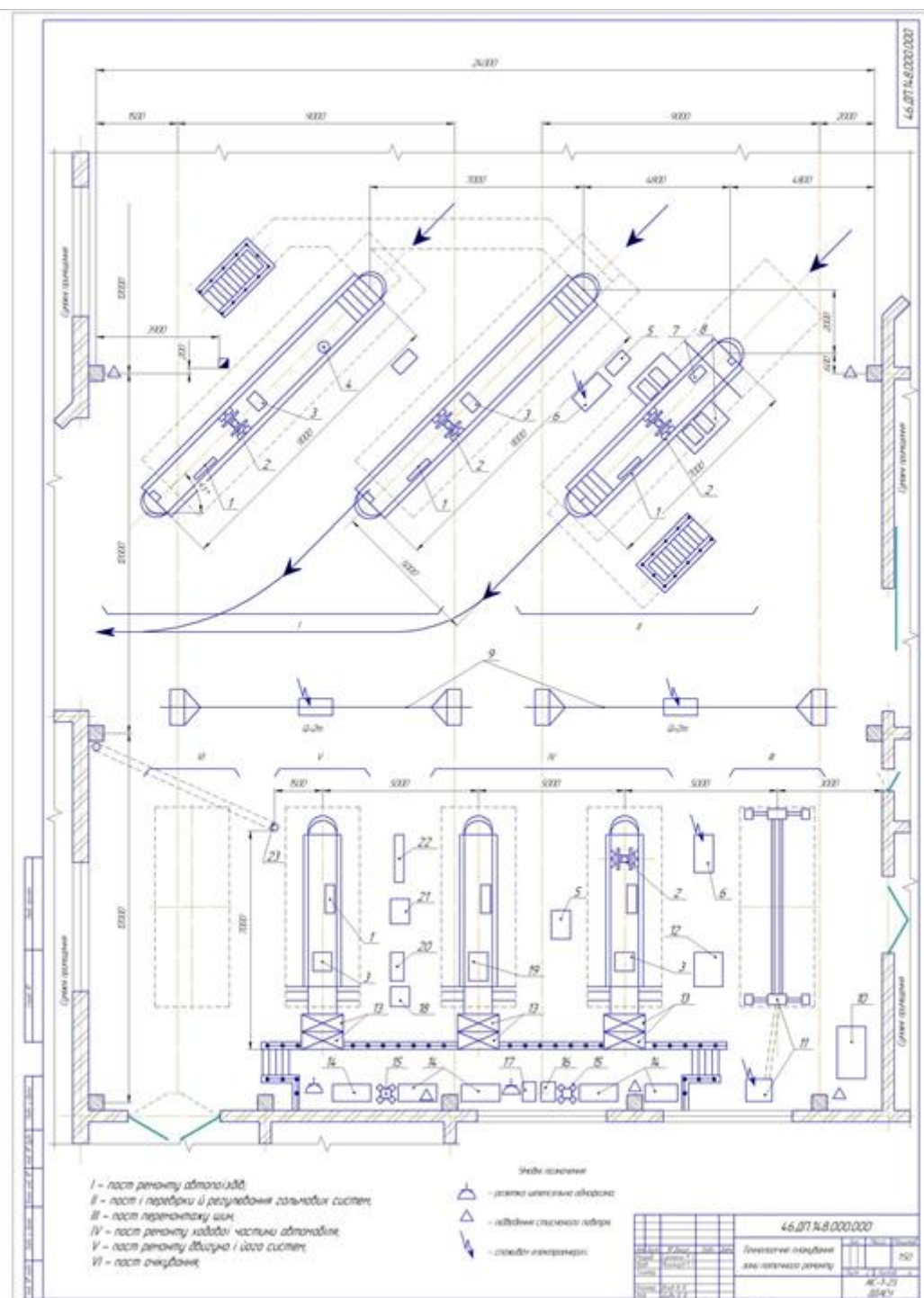
**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ЗОНИ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ
ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня “Бакалавр”

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-1-23
Сиротенко Микита Сергійович
Керівник: к.т.н., доцент
Мельянцов Петро Тимофійович

Дніпро 2026

1





Операційно-постова карта
зняття та установка коробки зміни передач з автомобіля МАЗ 4371W1

46.0714-8.000.000

Виконавець: слюсар по ремонту автомобілів 3-го розряду.

Трудомісткість:

Зняття 1,6 люд/год

Установка 2,4 люд/год

Номер п/п	Зміст роботи	Інструменти	Технічні умови
1	Злити оливу з коробки зміни передач і роздавальної коробки	Ключі на 14, ємніть для зливи оливи, ганчір'я	Коробку передач заміняють, якщо збільшений кутовий зазор у зчепленні усіх шестерень є тріщини і протікання в карттері, знайдені посадочні місця під підшипники. У всіх інших випадках коробки передач ремонтують
2	Зняти вилку виключення зчеплення	Викрутка, пасатижі, ключ на 14	
3	Зняти калпачкову масельничку підшипника виключення зчеплення і від'єднати її від шланга змащування підшипника	Пасатижі, ключ на 8, Ключі на 8, 12, 14, пасатижі	
4	Від'єднати тягу перемикачання передач від механізму перемикачання передач і роздавальної коробки	Каналний підйомник	
5	Відвернути і розібрати задні опори підвіски двигуна	Торцевий ключ на 17	
6	Відвернути гайки болтів, кріплення фланців-білок до фланців коробки передач та роздавальної коробки, виїняти болти і відвести вилки карданного валу	Ключ на 14	При зборці необхідно перевіряти надійність, застосування та затяжку гайок. Момент затяжки не менше 25Н·м. Олива застосовується відповідно до карти змащування.
7	Відвернути чотири гайки кріплення коробки передач до карттера зчеплення	Ключ на 14	
8	Відвести агрегат назад до виходу первинного валу з карттера зчеплення	Пристосування	
9	Опустити агрегат донизу	Каналний підйомник	
10	Установку коробки передач здійснювати в зворотній послідовності	Пристосування	
11	Після установки, замінити оливу в кількості 7,5л		

46.0714-8.000.000		11	
Перевіряється наявність оливи та правильність установки агрегата на шланг змащування		11	
46.0714-8.000.000		11	

ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО, ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

Лист №		Формат	Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
<u>Документація</u>								
A1					46.ДП.148.100.000ВЗ	Вид загальнийц	1	
<u>Складальні одиниці</u>								
	1				46.ДП.148.101.000	Рама	1	
	2				46.ДП.148.102.000	Стійка ліва	1	
	3				46.ДП.148.103.000	Стійка права	1	
	4				46.ДП.148.104.000	Повзун	2	
	5				46.ДП.148.105.000	Пристосування для демонтажу КЗП вантажних автомобілів	1	
	6				46.ДП.148.106.000	Привід повзуна	2	
	7				46.ДП.148.107.000	Механізм підйому пристосування для демонтажу КЗП		
<u>Деталі</u>								
	8				46.ДП.148.100.008	Гвинт	2	
	9				46.ДП.148.100.009	Гвинт	1	
	10				46.ДП.148.100.010	Вал	1	
	11				46.ДП.148.100.011	Стакан	2	
	12				46.ДП.148.100.012	Втулка	2	
	13				46.ДП.148.100.013	Шайба	2	
	14				46.ДП.148.100.014	Кришка	2	
	15				46.ДП.148.100.015	Кришка стійки	2	
					46.ДП.148.100.000ВЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Оратенко М. С.			Стенд для зняття й установки коробки зміни передач			
Керів.		Мельничук П. Т.						
Н.контр.		Ібілев В. В.						
Затв.		Дудін В. Ю.						
					Лит.	Аркус	Аркусів	
						1	2	
					АКС-1-23, ДДАЕУ			

Лист. 3/3		формат	Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				16	46.ДП.148.100.016	Кожух		
				17	46.ДП.148.100.017	Підставка двигуна		
				18	46.ДП.148.100.018	Підставка редуктора		
						Стандартні вироби		
				19		Болт М8х30 ДСТУ 7805-70	8	
				20		Болт М10х30 ДСТУ 7805-70	18	
				21		Болт М12х30 ДСТУ 7805-70	12	
				22		Болт М16х45 ДСТУ 7805-70	10	
				23		Гайка М16 ДСТУ 5927-70	10	
				24		Гайка М24 ДСТУ 2528-73	1	
				25		Підшипник 8210	2	
						ДСТУ 6874-85		
				26		Підшипник 1212	2	
						ДСТУ 5720-85		
				27		Ланцюг ПРЧ-19,05-3200		
						ДСТУ 13568-85		
				28		Редуктор 24-80-63-56-2-2	1	
				29		Електродвигун	1	
						4А80В4У3 1,5кВт, 380В		
						n=1500об/хв ТУ16,510543		
				30		Шайба 8 65Г 029 ДСТУ6402-70	8	
				31		Шайба 10 65Г 029 ДСТУ6402-70	18	
				32		Шайба 12 65Г 029 ДСТУ6402-70	12	
				33		Шайба 16 65Г 029 ДСТУ6402-70	10	
				34		Шайба 24 65Г 029 ДСТУ6402-70	1	

Лист. заг.		Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
						<u>Документація</u>		
A1					46.ДП.148.107.000СК	Складальне креслення	1	
						<u>Складальні одиниці</u>		
			1		46.ДП.148.107.100	Змінна опора КЗП	1	
			2		46.ДП.148.107.200	Опора в зборі	1	
			3		46.ДП.148.107.300	Механізм підйому	1	
						<u>Деталі</u>		
			4		46.ДП.148.107.004	Гвинт	1	
			5		46.ДП.148.107.005	Гайка	1	
			6		46.ДП.148.107.006	Гайка	1	
			7		46.ДП.148.107.007	Планка	1	
			8		46.ДП.148.107.008	Кронштейн	1	
			9		46.ДП.148.107.009	Кронштейн	1	
			10		46.ДП.148.107.010	Опора	2	
			11		46.ДП.148.107.011	Вісь	2	
			12		46.ДП.148.107.012	Вісь	2	
			13		46.ДП.148.107.013	Вісь	1	
			14		46.ДП.148.107.014	Ручка	2	
			15		46.ДП.148.107.015	Планка	1	
			16		46.ДП.148.107.016	Косинка	4	
			17		46.ДП.148.107.017	Палець	1	
					46.ДП.148.107.000СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Сиротенко М. С.			Пристосування для демонтажу КЗП вантажних автомобілів			
Керів.		Мельничук П. Т.						
Н.контр.		Іблев В. В.			Літ. Аркуш Архів 1 2 АІС-1-23, ДДАЕУ			
Затв.		Дидін В. Ю.						

Лист. заг.		Поз. позн.	Позначення	Тип, марка, шифр	Зайнята площа	Кількість
Лист. заг.		1	Ящик для інструмента	-	0,504	6
		2	Підйомник накованний	GD200-2	0,6	1
		3	Підставка під ноги при в оглядовій каналі	Власного вигот.	0,5	4
		4	Бак для розподілу масла пересувний	R0D-30 Rudetrans	0,42	1
Лист. №		5	Пост слюсаря - авторемонтника	P-506	0,404	3
		6	Гайковерт для гайок коліс	И-303М	0,5	1
		7	Бак для заправлення гальмовою рідиною переносний	"РАСО" Мод. 326	0,07	1
		8	Стенд для перевірки гальмових систем автомобілів	"РАСО" "РАСО"	2,32	1
Лист. №		9	Підвісна кран-балка	Вантажопідйомність 2 т	-	2
		10	Стелаж для коліс	YD-WL-TR7022	10,2	1
		11	Підйомник гідравлічний			1
		12	Візок для зняття й установки коліс автомобілів	1115M	1,16	1
Лист. №		13	Перехідний місток знімний	-	0,86	3
		14	Слюсарний верстат	СД-3701-04	10	5
		15	Стелаж для деталей	ОРГ 230А	0,7	2
		16	Бак для збору масел, що відробилиц пересувний	"Аурас", тип 18-00КО-8210	0,34	1
Лист. №		17	Бак для збору масел, що відробилиц пересувний	"Аурас", тип 18-00КО-8210	0,34	1
		18	Візок слюсаря з ремонту двигуна	МВА-14	0,28	1
		19	Піднімальний механізм	Власного вигот.	1,86	1
Лист. №						
Лист. №		Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
		Розроб.	Сиротенко М. С.			
		Керів.	Мельничук П. Т.			
		Н.контр.	Івлев В. В.			
Лист. №		Затв.	Дидіш В. Ю.			
Лист. №		46.ДП.148.000.000ТП				
		Технологічне планування				
		зони поточного ремонту				
Лист. №		Лит.	Аркуш	Аркушів		
			1	2		
		АІС-1-23,				
		ДДАЕУ				

Поз. позн.		Позначення	Тип, марка, шифр	Зайнята площа	Кількість
Поз. позн.					
		для зняття та установки агрегатів вантажних автомобілів на канаві			
	20	Підставка під двигун	Мод. 5150А	0,9	1
	21	Стенд пересувної для перевірки електроустаткування безпосередньо на автомобілі	Е-205	0,47	1
	22	Прийомник для зняття і установки кабін	Власного вигот.	1,85	1
Лист №	23	Шланг для відводу газів, що відробили	-	-	1
Лист з фото					
Лист №					
Лист з фото					
Лист №					
46.ДП.148.000.000ТП Архив					2
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	