

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР. АТ –15.00.00.000 ПЗ

Група АТ-22-1

Кудловський Юрій Ярославович

2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Кудловський Юрій Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Аналіз типових несправностей елементів пневматичної підвіски автомобілів, розробка методів їх діагностики та технічного обслуговування і ремонту з реорганізацією ділянки

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Кудловський Юрій Ярославович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Захара Ігор Ярославович доц.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ

2026

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Кудловський Юрій Ярославович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

- Тема** Аналіз типових несправностей елементів пневматичної підвіски автомобілів, розробка методів їх діагностики та технічного обслуговування і ремонту з реорганізацією дільниці,
затверджена наказом по університету від _____ № _____
- Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20.06.2026 р.
- Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми ТзОВ «Трак Сота». Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої Згідно із завданням кількість автомобілів DAF FX 105.460 і напівпричепів Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110. - 50од. Пробіг одного автомобіля з напівпричіпом за добу по даних АТП складає 500 км, категорія умов експлуатації – 2.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ
Основні завдання дослідження
Технологічний розрахунок
Дослідницька частина
Безпека праці та захист персоналу
Висновки
Перелік посилань на джерела
- Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - Тема, мета, та об'єкт дослідження -2 слайди
 - Опис проблеми дослідження -3 слайди
 - Технологічний план дільниці -1 слайд
 - Науково-дослідницька частина -3 слайди
 - Охорона праці -1 слайдВисновки

Керівник

/ Ігор ЗАХАРА /

Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

/Юрій КУДЛОВСЬКИЙ/

Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	16.04.2026 р.	
Основні завдання дослідження	24.04.2026 р.	
Технологічний розрахунок	10.05.2026 р.	
Дослідницька частина	20.05.2026 р.	
Безпека праці та захист персоналу	04.06.2026 р.	
Графічна частина (презентація)	14.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Бакалавр _____ Юрій КУДЛОВСЬКИЙ
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник проекту _____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Анотація

У роботі розглянуто сучасні автомобільні підвіски як складні технічні системи, що поєднують механічні, гідравлічні, пневматичні та електронні елементи. Особливу увагу приділено пневматичним підвіскам вантажних автомобілів, їхній будові, функціональним можливостям та типовим несправностям. Визначено ключові параметри підвіски, такі як колісна база, колія, кліренс та розвал коліс, що впливають на стійкість, керованість і комфортність руху. Охарактеризовано конструкцію пневмопідвіски, яка включає компресор, ресивери, пневмобалони, систему клапанів, датчики положення кузова та електронний блок керування.

Проаналізовано поширені несправності: втрату герметичності пневматичного контуру, відмову компресорного агрегату та дисфункцію системи демпфування. Висвітлено методи їх усунення, що базуються на діагностиці, заміні дефектних компонентів та калібруванні системи. Окремо розглянуто діяльність підприємства «ТРАК СОТА», яке спеціалізується на технічному обслуговуванні вантажних автомобілів, причепів і напівпричепів, виконуючи ремонт вузлів, електросистем та зварювальні роботи. Підкреслено значення пневматичної системи вантажних автомобілів як комплексу взаємопов'язаних підсистем, що забезпечують ефективність експлуатації та безпеку руху.

У роботі також описано організацію зони поточного ремонту, її планувальне рішення, оснащення та технологічний процес. Обґрунтовано необхідність проектування універсального пристрою для розбирання вузлів автомобілів, що підвищує ефективність і безпеку ремонтних робіт.

Ключові слова: автомобільна підвіска, пневмопідвіска, компресор, пневмобалон, технічне обслуговування, діагностика, ремонт, безпека, зона поточного ремонту.

Abstract

The paper examines modern automobile suspensions as complex technical systems that combine mechanical, hydraulic, pneumatic and electronic elements. Particular attention is paid to air suspensions of trucks, their structure, functionality and typical malfunctions. Key suspension parameters, such as wheelbase, track, ground clearance and wheel camber, which affect stability, controllability and driving comfort, are determined. The design of the air suspension, which includes a compressor, receivers, air cylinders, a valve system, body position sensors and an electronic control unit, is characterized.

Common malfunctions are analyzed: loss of tightness of the pneumatic circuit, failure of the compressor unit and dysfunction of the damping system. Methods for eliminating them are highlighted, based on diagnostics, replacement of defective components and calibration of the system. Separately, the activities of the company "TRACK SOTA", which specializes in the technical maintenance of trucks, trailers and semi-trailers, performing repairs of components, electrical systems and welding work, are considered.

The importance of the pneumatic system of trucks as a complex of interconnected subsystems that ensure the efficiency of operation and traffic safety is emphasized. The work also describes the organization of the current repair area, its planning solution, equipment and technological process. The need to design a universal device for disassembling vehicle components, which increases the efficiency and safety of repair work, is substantiated.

Keywords: car suspension, air suspension, compressor, air cylinder, maintenance, diagnostics, repair, safety, current repair area.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1. Основні конструктивні параметри підвіски	10
1.2. Конструкція та принцип роботи.....	12
1.3. Основні несправності та методи усунення дефектів у системі адаптивної пневматичної підвіски.....	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	18
2.1. Характеристика об'єкта досліджень.....	18
2.2. Визначення періодичності технічних обслуговувань і міжремонтного пробігу на один автомобіль.....	21
2.3. Розрахунок площі виробничих приміщень.....	32
3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	36
3.1. Діагностика та технічне обслуговування пневматичних систем вантажних автомобілів.....	36
3.2. Призначення зони ПР.....	38
3.3. Обґрунтування необхідності проектування пристрою.....	40
4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ.....	44
4.1. Охорона праці в зоні технічного обслуговування.....	44
4.2. Охорона праці та техніка безпеки при розбиранні пневматичної підвіски..	45
4.3. Організація охорони праці під час воєнного стану.....	46
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	48
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз типових несправностей елементів пневматичної підвіски автомобілів, розробка методів їх діагностики та технічного обслуговування і ремонту з реорганізацією дільниці	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив	Кудловський Ю..						6	84
Перевірив	Захара І.Я.							
Н. Контр.	Прунько І.Б					ІФНТУНГ АТ-22-1		
Затвердив	Криштопа С.І							

ВСТУП

Сучасний автомобільний транспорт характеризується високим рівнем технічної складності, що зумовлює необхідність системного підходу до його обслуговування та ремонту. Однією з ключових систем, яка визначає експлуатаційні властивості автомобіля, є підвіска. Вона забезпечує комфортність руху, стійкість транспортного засобу, рівномірний розподіл навантажень та безпеку водія й пасажирів. У сучасних конструкціях підвіска інтегрує механічні, гідравлічні, пневматичні та електронні елементи, що дозволяє досягати високих показників керованості та адаптивності до дорожніх умов.

Важливим аспектом є установчі параметри, закладені на етапі проектування. Колісна база визначає динаміку руху та комфортність розміщення вантажу, колія впливає на крен кузова та точність рульового керування, кліренс забезпечує прохідність і аеродинаміку, а розвал коліс формує умови контакту шин із дорогою. Відхилення від нормативних значень цих параметрів призводить до погіршення керованості, підвищеного зносу шин та зниження безпеки руху.

Особливе місце займає пневматична підвіска вантажних автомобілів, яка виконує функцію регулювання висоти кузова відносно дорожнього полотна. Це дозволяє підтримувати оптимальний кліренс незалежно від завантаження, забезпечуючи стабільність руху та рівномірний розподіл навантаження на осі. Конструкція пневмопідвіски включає компресор, ресивери, пневмобалони, систему клапанів, датчики положення кузова та електронний блок керування. У випадку багатоконтурних систем кожне колесо має окремий контур, що дає змогу індивідуально регулювати його положення та компенсувати нерівномірне завантаження.

Типові несправності пневматичних систем потребують системного аналізу. Найпоширенішою є втрата герметичності, що проявляється у просіданні кузова та частому спрацьовуванні компресора. Причинами виступають старіння еластомерів, утворення тріщин, корозія фітингів і магістралей. Усунення здійснюється шляхом заміни дефектних компонентів, оскільки ремонт балонів не рекомендований виробниками. Другою проблемою є відмова компресорного

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

агрегату, що виникає через знос поршневої групи, електродвигуна або засмічення осушувача. Третім блоком несправностей є дисфункція системи демпфування та керуючих елементів, яка проявляється у відсутності реакції на зміну режимів та появи помилок на панелі приладів.

Дослідження також охоплює організацію виробничих процесів на підприємствах, що здійснюють технічне обслуговування вантажного транспорту. Прикладом є діяльність ТОВ «ТРАК СОТА», яке спеціалізується на ремонті вантажних автомобілів, причепів і напівпричепів провідних європейських та американських виробників. Підприємство виконує комп'ютерну діагностику, ремонт вузлів та агрегатів, електротехнічні роботи, а також зварювальні операції. Окрему увагу приділено ремонту причепів і напівпричепів, що включає заміну зношених деталей, посилення конструкцій та відновлення електросистем.

Зона поточного ремонту є важливим елементом виробничої структури. Вона призначена для усунення несправностей шляхом заміни або відновлення окремих деталей та вузлів. Планувальне рішення передбачає прямокутну форму приміщення, оснащення підіймачами вантажопідйомністю до двадцяти тонн та використання маршрутної технології. У зоні розташовано чотирнадцять постів, обладнаних інструментами для заміни двигунів, мостів, ресор, коліс та інших агрегатів. Додатково встановлено резервуар для збирання відпрацьованої оливи та систему підготовки стисненого повітря.

Необхідність проектування універсального пристрою для розбирання вузлів автомобілів зумовлена прагненням підвищити ефективність і безпеку ремонтних робіт. Використання знімача дозволяє уникати перекосів під час демонтажу деталей, забезпечує рівномірну зпресовку та розширює функціональні можливості завдяки змінним захопленням. Основними критеріями конструкції є простота, надійність, компактність та зручність експлуатації.

Метою дослідження є систематизація знань про сучасні автомобільні підвіски, аналіз конструктивних особливостей пневматичних систем вантажних автомобілів, визначення типових несправностей та методів їх усунення, а також розробка організаційних і технічних рішень для підвищення ефективності

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ремонтних робіт. Об'єктом дослідження виступає комплекс технічних систем автомобільної підвіски та виробничі процеси їх обслуговування.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Основні конструктивні параметри підвіски

Сучасні автомобільні підвіски являють собою складні технічні системи, що інтегрують механічні, гідравлічні, пневматичні та електронні елементи. Електронні системи керування забезпечують високий рівень комфорту, безпеки та керованості. Визначальне значення мають установчі параметри, закладені на етапі проєктування, адже вони визначають розподіл навантажень між колесами, впливають на стійкість автомобіля, знос шин та тертя у вузлах.

До ключових параметрів належить колісна база – відстань між осями передніх і задніх коліс. Збільшена база сприяє зменшенню повздовжніх коливань і кращому розміщенню пасажирів, тоді як коротка забезпечує менший радіус повороту та маневреність. Колія, тобто поперечна відстань між точками контакту шин із дорогою, визначає крен кузова та поведінку автомобіля в поворотах; її зміна під час роботи амортизаторів може знижувати точність рульового керування. Кліренс – відстань між дорогою та найнижчою точкою кузова – впливає на прохідність і аеродинаміку.

До специфічних налаштувань належить розвал коліс – кут нахилу площини їх обертання відносно вертикалі. Позитивний розвал означає нахил верхньої частини колеса назовні, негативний – усередину. Відхилення від нормативних значень погіршує керованість і прискорює знос шин. Розрізняють статичний розвал (у нерухомому стані) та динамічний (під час руху). Він зменшує зусилля на кермі, забезпечує максимальний контакт протектора з дорогою та підвищує стійкість у поворотах. У більшості конструкцій застосовується невеликий позитивний розвал, а в підвісці типу «Макферсон» – нульовий або слабкий негативний.

Сходження визначається кутом між напрямком руху та площиною обертання колеса. Позитивне сходження означає спрямованість передніх країв коліс усередину, негативне – назовні. На практиці його вимірюють у міліметрах як різницю відстаней між крайками шин. Цей параметр компенсує сили у плямі контакту та зменшує знос шин. У передньопривідних автомобілях часто

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовують негативне сходження, яке компенсує дестабілізуючий вплив розвалу. На задніх колесах невелике позитивне сходження зменшує ризик заносу, тоді як розбіжність може спричинити надлишкову обертальність.

развал колеса



Рисунок 1.1. Схема налаштування розвал-сходження автомобіля

Кастор (поздовжній нахил осі повороту) визначає стабільність прямолінійного руху, самовирівнювання керма та поведінку автомобіля в маневрах. Позитивний кастер створює ефект динамічної стабілізації, подібний до поведінки коліщатка стільця, яке завжди займає положення позаду своєї осі. У середині ХХ століття його значення було близьким до нуля, проте з посиленням вимог до керованості виробники почали застосовувати кути $2\text{--}3^\circ$, а нині – до $6\text{--}8^\circ$. Це зробило використання підсилювача керма необхідним. Для передньопривідних автомобілів позитивний кастер менш критичний, але зберігається для підвищення стійкості під час гальмування.

Кут поперечного нахилу осі повороту (КПП) забезпечує вагову стабілізацію керованих коліс: під час повороту вони прагнуть повернутися у нейтральне положення під дією маси автомобіля, створюючи ефект самоповернення керма. Плече обкату (Scrub Radius) визначається як відстань між точкою перетину осі повороту з дорожнім полотном і центром плями контакту колеса. Розрізняють

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

нульове, позитивне та від’ємне плече. Тривалий час застосовували позитивне значення, проте сучасні конструкції прагнуть його мінімізувати, щоб уникнути небезпечних ситуацій при різниці коефіцієнтів зчеплення чи відмові гальм.

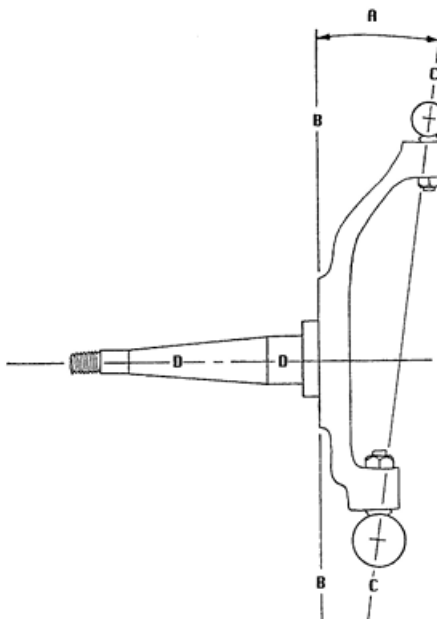


Рисунок 1.2. Кут поперечного нахилу осі повороту (кінг-пінг) [14].

Ударне керування (Bump Steer) – небажане миттєве підрулення, що виникає при роботі підвіски на нерівностях без участі водія. Основними причинами є неправильна довжина або кут розташування тяг рульового управління. Для мінімізації ефекту необхідно забезпечити відповідність довжин і траєкторій руху тяг та важелів, щоб уникнути небажаного підрулювання передніх коліс.

Таким чином, сукупність параметрів підвіски визначає баланс між комфортом, керованістю та безпекою автомобіля, а їх правильне налаштування є критичною умовою ефективної експлуатації транспортного засобу.

1.2. Конструкція та принцип роботи

Пневматична підвіска вантажних автомобілів є однією з найважливіших інженерних систем, що визначає ефективність експлуатації транспортного засобу, його вантажопідйомність, комфортність руху та довговічність комплектуючих. Її головне призначення полягає у регулюванні висоти кузова відносно дорожнього полотна, що дозволяє підтримувати оптимальний кліренс

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

незалежно від завантаження автомобіля. Завдяки цьому вантажівка зберігає стабільність руху, рівномірний розподіл навантаження на осі та знижує ризик перевантаження окремих елементів ходової частини.

Будова пневмопідвіски вантажівок у різних модифікаціях має спільні риси. Основними елементами є компресор, ресивери, пневмобалони, система клапанів, датчики положення кузова та електронний блок керування. Компресор нагнітає повітря, яке накопичується у ресиверах і подається до пневмобалонів. Самі балони виконують роль пружних елементів, замінюючи або доповнюючи ресори. Датчики відстежують положення кузова, кут нахилу та прискорення автомобіля, передаючи інформацію до електронного блоку, який регулює тиск у балонах.

У випадку 4-контурної системи кожне колесо має окремий контур, що дозволяє індивідуально регулювати його положення. Це особливо важливо для вантажівок із нерівномірним завантаженням, адже система автоматично вирівнює кузов, зменшуючи крени та покращуючи стійкість. Блок керування виконує роль «мозку» системи: він отримує сигнали від датчиків і миттєво коригує роботу компресора та клапанів, забезпечуючи оптимальний кліренс у будь-яких умовах.

Стан дорожнього полотна в Україні та багатьох інших країнах часто далекий від ідеалу. Ями, вибоїни та нерівності призводять до зниження швидкості руху, підвищеної витрати палива та прискореного зносу деталей. Пневмопідвіска значно зменшує ці негативні фактори, адже вона адаптує висоту кузова та жорсткість підвіски до умов дороги. Водночас її несправність може спричинити серйозні проблеми: просідання кузова, нерівномірний розподіл навантаження, перевантаження ресор та підвищений ризик поломок.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3. Пневматична підвіска вантажних автомобілів та причепів

Особливої уваги потребує догляд за системою в зимовий період. Низькі температури та волога сприяють утворенню конденсату в магістралях, що може призвести до корозії та замерзання клапанів. Тому необхідно регулярно перевіряти стан осушувача, проводити діагностику компресора та контролювати герметичність пневмобалонів.

Головною перевагою пневмопідвіски є зниження навантаження на штатні ресори. Пневмоподушки працюють у парі з ними, беручи на себе частину ударних навантажень. Це продовжує ресурс ресорних листів і зменшує ризик їхнього зламу навіть при перевантаженні автомобіля. Крім того, система може компенсувати втрату пружності «втомленої» заводської підвіски: якщо ресори просіли, але не зламалися, встановлення пневмоподушок дозволяє відновити вантажопідйомність без заміни всієї ресорної системи.

Ще однією важливою перевагою є можливість підтримувати кузов у вихідному положенні незалежно від завантаження. Це не лише покращує керованість, а й зменшує ризик зупинок транспортною інспекцією для перевірки

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ваги автомобіля. Водій може налаштувати кліренс так, щоб вантажівка виглядала збалансованою навіть при значному навантаженні.

Комфортність руху також істотно зростає. Пневмопідвіска згладжує дрібні нерівності та запобігає пробоям штатної підвіски при наїзді на великі ями. Двоконтурні системи особливо ефективні для довгих і високих фургонів та кемперів: кожна подушка працює автономно, тому повітря не перекачується між ними, що зменшує крени та розгойдування в поворотах.

Попри численні переваги, пневмопідвіска має й певні недоліки. Вона складніша за традиційну ресорну систему, тому потребує регулярного технічного обслуговування та діагностики. Витоки повітря, знос компресора чи несправність електронного блоку можуть призвести до втрати функціональності всієї системи. Ремонт пневмобалонів зазвичай не рекомендується, їх замінюють новими.

Важливим аспектом є вартість обслуговування: хоча встановлення пневмопідвіски дозволяє зменшити витрати на заміну ресор, сама система потребує періодичних інвестицій у заміну компресора, клапанів та датчиків. Проте у довгостроковій перспективі ці витрати компенсуються зниженням зносу основних елементів ходової частини та підвищенням ефективності перевезень.

1.3. Основні несправності та методи усунення дефектів у системі адаптивної пневматичної підвіски

Основні несправності адаптивної пневматичної підвіски потребують системного аналізу її функціональних елементів. Першою типовою проблемою є порушення герметичності пневматичного контуру, що проявляється у втраті кліренсу, асиметричному просіданні кузова та частому спрацьовуванні компресора. Причиною є фізико-хімічне старіння еластомерів пневмобалонів, утворення тріщин і витоків, а також корозія металевих фітингів і магістралей. Усунення здійснюється шляхом локалізації витoku за допомогою неруйнівного контролю та заміни дефектних компонентів, оскільки ремонт балонів не рекомендований виробниками.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Другою поширеною несправністю є порушення роботи компресорного агрегату, що проявляється у зниженні продуктивності, збільшенні часу накачування, перегріванні або повній відмові. Основними причинами виступають надмірна експлуатація через витоки повітря, знос поршневої групи та електродвигуна, відмова реле управління або засмічення осушувача. Усунення передбачає ліквідацію витоків, заміну компресора та реле, а також регенерацію чи заміну адсорбенту в осушувачі.

Третім блоком несправностей є дисфункція системи демпфування та керуючих елементів. Вона проявляється у постійній жорсткості або надмірній м'якості підвіски, відсутності реакції на зміну режимів Comfort/Sport та появи помилок на панелі приладів. Причинами можуть бути відмова датчиків рівня кузова, прискорення чи кута повороту керма, несправність блоку клапанів, внутрішні дефекти амортизаторів або пошкодження електронного блоку управління. Усунення здійснюється шляхом комп'ютерної діагностики з використанням дилерського обладнання, заміни несправних компонентів та обов'язкового калібрування системи після ремонту.

Таким чином, основні дефекти пневматичної підвіски класифікуються за ключовими елементами системи, а їхнє усунення потребує комплексного підходу, що включає діагностику, заміну та адаптацію компонентів. Основні несправності, їхні причини та способи усунення систематизовано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Основні несправності пневматичної підвіски

Компонент системи	Типові несправності	Причини	Способи усунення
Пневмоконтур (пневмобалони, магістралі, фітинги)	Втрата кліренсу, асиметричне просідання кузова, часте спрацьовування компресора	Старіння еластомерів, утворення тріщин, витоки повітря, корозія металевих елементів	Локалізація витoku, заміна дефектних балонів і магістралей (ремонт не рекомендований)
Компресорний агрегат	Зниження продуктивності, збільшення часу накачування, перегрівання, відмова роботи	Надмірна експлуатація через витоки, знос поршневої групи та електродвигуна, відмова реле, засмічення осушувача	Усунення витоків, заміна компресора та реле, регенерація або заміна адсорбенту в осушувачі
Система демпфування та керуючі	Постійна жорсткість або надмірна м'якість, відсутність	Відмова датчиків рівня кузова, прискорення чи кута повороту керма,	Комп'ютерна діагностика, заміна несправних датчиків,

елементи	реакції на режими Comfort/Sport, помилки на панелі приладів	несправність блоку клапанів, дефекти амортизаторів, пошкодження електронного блоку	клапанів чи амортизаторів, калібрування системи після ремонту
----------	--	--	--

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

2.1. Характеристика об'єкта досліджень

Товариство з обмеженою відповідальністю «ТРАК СОТА» здійснює професійну діяльність у сфері технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів, причепів і напівпричепів. Юридична адреса підприємства: Україна, 76018, Івано-Франківська область, місто Івано-Франківськ, село Микитинці, вулиця Юності, будинок 33.

Основним напрямом роботи є комплексне обслуговування вантажного транспорту провідних європейських та американських виробників, серед яких DAF, Volvo, MAN, Iveco, Scania, Renault, Mercedes та інші. Станція технічного обслуговування виконує комп'ютерну діагностику, ремонт вузлів і агрегатів, а також електротехнічні роботи, включаючи відновлення електронних блоків управління, стартерів, генераторів та електропроводки.

Важливе місце у виробничій діяльності займає ремонт причепів і напівпричепів різних типів та вантажопідйомності. Роботи охоплюють заміну зношених деталей, посилення конструкцій, відновлення кузовних елементів та електросистем. Крім того, підприємство виконує широкий спектр зварювальних операцій, спрямованих на відновлення цілісності конструкцій, герметизацію швів, ремонт паливних баків і кронштейнів.

Завдяки сучасному технічному оснащенню, використанню оригінальних і сертифікованих запасних частин та високій кваліфікації персоналу, ТОВ «ТРАК СОТА» забезпечує належний рівень безпеки й ефективності експлуатації вантажного транспорту, утворюючи себе як надійного партнера у сфері транспортного сервісу та відновлення техніки.

У виробничо-технічній базі підприємства відсутні власні транспортні засоби, що зумовлює використання умовного парку автомобілів для проведення технологічних розрахунків. Відповідно до завдання на виконання бакалаврської роботи, у складі такого парку прийнято 50 вантажних автомобілів DAF FX 105.460 з напівпричепами Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110. Зазначені транспортні засоби належать до категорії сучасних магістральних тягачів та

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

універсальних напівпричепів, які широко застосовуються у вантажних перевезеннях завдяки високим експлуатаційним характеристикам, надійності та відповідності європейським стандартам.

Пробіг одного автомобіля з напівпричіпом за добу по даних АТП складає 500 км, категорія умов експлуатації – 2.

Вибір саме цих моделей обґрунтовується їхньою поширеністю на ринку міжнародних перевезень, оптимальним співвідношенням потужності та економічності, а також конструктивними особливостями, що забезпечують ефективність роботи в умовах інтенсивної експлуатації. Автомобілі DAF FX 105.460 вирізняються високим рівнем технічної надійності, сучасними системами управління та безпеки, тоді як напівпричеми Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110 характеризуються міцністю, універсальністю та адаптованістю до різних типів вантажів.

Короткі технічні характеристики зазначених транспортних засобів наведені у таблиці 1.1, що дозволяє детально оцінити їхні конструктивні та експлуатаційні параметри, необхідні для подальших розрахунків і аналізу виробничих процесів.

Таблиця 1.1 - Коротка технічна характеристика автомобіля DAF FX 105.460 і напівпричіпа Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110.

Назва показника	Значення
DAF FX 105.460	
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	6000
Ширина	2564
Висота	3570
База	3800
Колія	
Передних коліс	2496
Задних коліс	2005
Повна маса автопоїзда, кг	44000
Повна маса автомобіля, кг	19500

Продовження таблиці 1.1

Колісна формула	4x2
Номинальна потужність, кВт(DIN) при об/хв	340/1500-1900
Крутний момент, Нм, при об/хв	2300/1000-1410
Максимальна швидкість, км/год	80
Час розгону до 100 км/год, сек	---
Розхід палива на 100 км, л	35
Шини	315/70R22.5
Напівпричіп Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110	
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	13827
Ширина	2550
Висота	4000
Повная масса, кг	38000
Власна маса, кг	6700
Навантаження на ТПП, кг	11000
Кількість осей	3
Шини	385/65R22,5

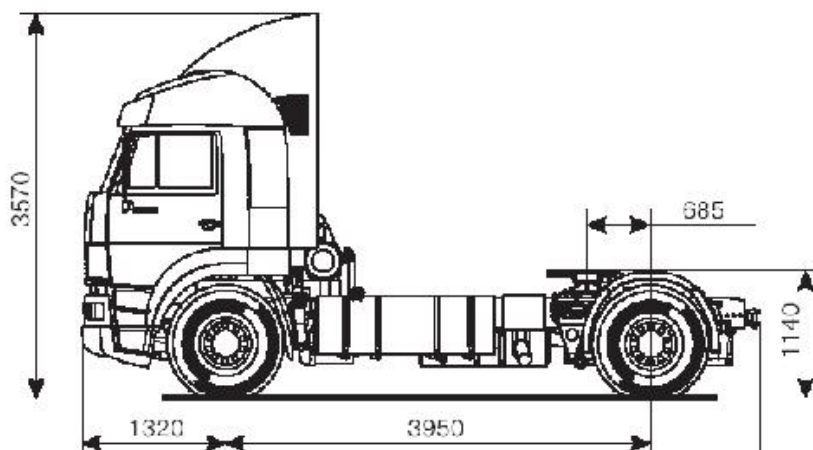


Рисунок 2.1. Зовнішній вигляд автомобіля DAF FX 105.460

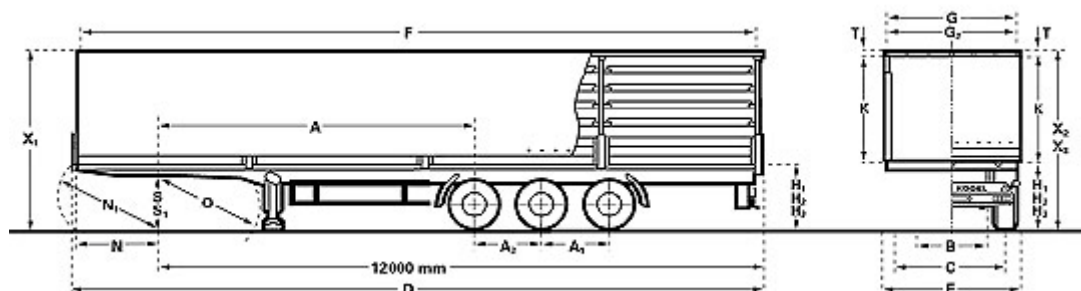


Рисунок 2.2. Зовнішній вигляд напівпричіпа Kogel Cargo SNCO 24 P 90/1.110.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.2. Визначення періодичності технічних обслуговувань і міжремонтного пробігу на один автомобіль

2.2.1 Періодичність ТО-1 — L1

Згідно [1] періодичність ТО-1 складає для автомобіля DAF складає 4000 км, $L1=4000$ км.

$$L1 = L1_{н.к1.к3} = 4000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 3240 \text{ км.}$$

K1 - коефіцієнт який враховує умови експлуатації;

K3 - коефіцієнт який враховує природно-кліматичні умови.

2.2.2 Періодичність ТО-2 - L2

Згідно [1] $L2=16000$ км.

$$L2 = L2_{н.к1.к3} = 16000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 12960 \text{ км.}$$

2.2.3 Пробіг автомобілів до першого капітального ремонту (цикловий пробіг) - Lкр.

Згідно даних заводу - виробника пробіг до капітального ремонту автомобіля DAF складає 320 000 км.

$$L_{кр} = L_{крн.К1.К2.К3} = 320\,000 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 246240 \text{ км.}$$

K2 - коефіцієнт який враховує тип і модифікацію рухомго складу;

2.2.4 Визначення кількості ТО і ремонтів за цикл

$$N_{пр.} = 1 - [3]$$

кількість ТО-2 -N2:

$$N2 = L_{кр.}/L2 - N_{кр.} = 246240 / 12960 - 1 = 18 - [3] \quad (2.1)$$

кількість ТО-1 -N1:

$$N1 = L_{кр.}/L1 - (N_{кр.} + N2) - [3] \quad (2.2)$$

$$N1 = 246240 / 3240 - (1 + 18) = 57;$$

кількість ЩО -Nщо:

$$N_{що} = L_{кр.}/L_{сд} = 246240 / 500 = 493$$

2.3. Визначення періодичності технічних обслуговувань і міжремонтного пробігу на один напівпричіп Kogel Cargo.

2.3.1 Періодичність ТО-1 — L1

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Згідно [1] періодичність ТО-1 складає для напівпричіпа Kogel Cargo складає 4000 км, $L1=4000$ км.

$$L1 = L1_{н.к1.к3} = 4000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 3240 \text{ км.}$$

$K1$ - коефіцієнт який враховує умови експлуатації;

$K3$ - коефіцієнт який враховує природно-кліматичні умови.

2.2.2 Періодичність ТО-2 - $L2$

Згідно [1] $L2=16000$ км.

$$L2 = L2_{н.к1.к3} = 16000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 12960 \text{ км.}$$

2.2.3 Пробіг автомобілів до першого капітального ремонту (цикловий пробіг) - $L_{кр}$.

Згідно даних заводу - виробника пробіг до капітального ремонту напівпричіпа Grunwald складає 320 000 км.

$$L_{кр} = L_{крн} \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 = 320\,000 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 246240 \text{ км.}$$

$K2$ - коефіцієнт який враховує тип і модифікацію рухомго складу;

2.2.4 Визначення кількості ТО і ремонтів за цикл

$$N_{пр.} = 1 -$$

[3]

кількість ТО-2 - $N2$:

$$N2 = L_{кр} / L2 - N_{кр.} = 246240 / 12960 - 1 = 18 - [3]$$

кількість ТО-1 - $N1$:

$$N1 = L_{кр} / L1 - (N_{кр.} + N2) - [3]$$

$$N1 = 246240 / 3240 - (1 + 18) = 57;$$

кількість ЩО - $N_{що}$:

$$N_{що} = L_{кр} / L_{сд} = 246240 / 500 = 493.$$

2.2.5 Визначення кількості днів простою в ремонті і ТО за цикл $D_{рц}$ і в експлуатації за цикл $D_{ец}$.

Для автомобіля DAF FT

$$D_{рц} = D_{п} + D_{то-пр} \times L_{кр} / 1000 \cdot k4 - [3] \quad (2.3)$$

де: $D_{п}$ - простої автомобілів в КР, днів $D_{п} = 22$ днів - [2]

$D_{то-пр}$ - простої автомобілів в ТО і ПР; $D_{то-пр} = 0,5$ днів/тис. км;

$k4$ – коефіцієнт що враховує пробіг з початку експлуатації, $k4=0,4$.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Дрц = 22 + (0,5 \times 246240 / 1000) \cdot 0,4 = 71 \text{ днів.}$$

$$Дец = L_{кр.} / L_{сд} = 246240 / 500 = 492 \text{ дні.} \quad (2.4)$$

Для напівпричіпа Kogel Cargo

для, Дп - простої автомобілів в КР, днів Дп = 12 днів

- [2]

Дто-пр - простої автомобілів в ТО і ПР; Дто-пр = 0,12 днів/тис. км;

к₄ – коефіцієнт що враховує пробіг з початку експлуатації, к₄=0,4.

$$Дрц = 12 + (0,12 \times 246240 / 1000) \cdot 0,4 = 24 \text{ днів.}$$

$$Дец = L_{кр.} / L_{сд} = 246240 / 500 = 492 \quad (2.4)$$

дні.

2.2.6 Визначення коефіцієнтів технічної готовності α_T використання автомобілів і напівпричепів α_B і переходу від циклу до року.

Визначення коефіцієнтів технічної готовності α_T використання автомобілів α_B і переходу від циклу до року

$$\alpha_T = Дец / (Дец + Дрц) - [3] \quad (2.5)$$

$$\alpha_T = 492 / (492 + 71) = 0,87$$

$$\alpha_B = Д_{рр} / Д_{кр} \times \alpha_T - [3] \quad (2.6)$$

де, Д_{рр}- кількість робочих днів в році. Згідно даних АТП Д_{рр} = 255 днів.
Д_{кр}- кількість календарних днів в році. Д_{кр}=365 днів.

$$\alpha_B = 255 / 365 \times 0,87 = 0,61.$$

Річний пробіг автомобіля L_р

$$L_p = Д_{рр} \times \alpha_T \times L_{сд} - [3] \quad (2.7)$$

$$L_p = 255 \times 0,87 \times 500 = 110925 \text{ км}$$

$$\eta = L_p / L_{кр} - [3] \quad (2.8)$$

$$\eta = 110925 / 246240 = 0,45$$

Визначення коефіцієнтів технічної готовності α_T використання напівпричіпа α_B і переходу від циклу до року.

$$\alpha_T = 492 / (492 + 24) = 0,95$$

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, $D_{рр}$ - кількість робочих днів в році. Згідно даних АТП $D_{рр} = 255$ днів.
 $D_{кр}$ - кількість календарних днів в році. $D_{кр}=365$ днів.

$$\alpha_B = 255 / 365 \times 0,95 = 0,66.$$

Річний пробіг автомобіля L_p

$$L_p = 255 \times 0,95 \times 500 = 121125 \text{ км}$$

$$\eta = 121125 / 246240 = 0,49$$

2.2.7 Визначення кількості ТО і ремонтів всього парку за рік і за добу

Кількість капітальних ремонтів $N_{кр,р}$ за рік для автомобіля

$$N_{кр,р} = N_{кр} \times \eta \times A \quad - [3] \quad (2.9)$$

$$N_{кр,р} = 1 \times 0,45 \times 50 = 22,5 \text{ ремонт.}$$

Кількість ТО-1 за рік $N_{1,р}$

$$N_{1,р} = N_1 \times \eta \times A \quad - [3] \quad (2.10)$$

$$N_{1,р} = 57 \times 0,45 \times 50 = 1282,5 \text{ обслуговувань.}$$

Кількість ТО-2 за рік $N_{2,р}$

$$N_{2,р} = N_2 \times \eta \times A \quad - [3] \quad (2.11)$$

$$N_{2,р} = 18 \times 0,45 \times 50 = 405,0 \text{ обслуговувань.}$$

Кількість ЩО за рік $N_{щ,р}$

$$N_{щ,р} = N_{щ} \times \eta \times A \quad - [3] \quad (2.12)$$

$$N_{щ,р} = 493 \times 0,45 \times 50 = 11092,5 \text{ обслуговувань.}$$

Кількість обслуговувань за добу N_d

$$N_d = N_p / D_{рз} \quad - [3] \quad (2.13)$$

де: $D_{рз}$ - кількість днів роботи зони в році, приймаємо $D_{рз} = 255$ днів;

$$N_{д,1} = 1282,5 / 255 = 5,1 \text{ обслуговувань;}$$

$$N_{д,2} = 405,0 / 255 = 1,6 \text{ обслуговувань;}$$

$$N_{д,щ} = 11092,5 / 255 = 43,5 \text{ обслуговувань.}$$

Кількість капітальних ремонтів $N_{кр,р}$ за рік для напівпричіпа

$$N_{кр,р} = 1 \times 0,49 \times 50 = 24,5 \text{ ремонт.}$$

Кількість ТО-1 за рік $N_{1,р}$

$$N_{1,р} = 57 \times 0,49 \times 50 = 1396,5 \text{ обслуговувань.}$$

Кількість ТО-2 за рік $N_{2,р}$

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_{2,p} = 18 \times 0,49 \times 50 = 441$ обслуговувань.

Кількість ЩО за рік $N_{\text{що},p}$

$N_{\text{що},p} = 493 \times 0,49 \times 50 = 12078,5$ обслуговувань.

Кількість обслуговувань за добу N_d

де: D_{pz} - кількість днів роботи зони в році, приймаємо $D_{pz} = 255$ днів;

$N_{d,1} = 1396,5 / 255 = 5,5$ обслуговувань;

$N_{d,2} = 441 / 255 = 1,7$ обслуговувань;

$N_{d,\text{що}} = 12078,5 / 255 = 47,4$ обслуговувань.

2.2.8 Розрахунок програми робіт по ТО і ремонту автомобілів.

Нормативи трудомісткості ТО і ПР .

Нормативи трудомісткості берем з [1].

Для автомобіля

$t_1 = 16,8$ люд. год;

$t_2 = 81,5$ люд.год;

$t_{\text{що}} = 0,8$ люд.год;

$t_{\text{пр.}} = 20,0$ люд. год/1000 км.

Для напівпричіпа

$t_1 = 2,0$ люд. год;

$t_2 = 8,0$ люд.год;

$t_{\text{що}} = 0,15$ люд.год;

$t_{\text{пр.}} = 1,6$ люд. год/1000 км.

Тоді для автомобіля $t_1 = t_{1f} \cdot K_2 \cdot K_5 = 16,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 19,32$.

$t_2 = t_{2n} \cdot K_2 \cdot K_5 = 81,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 93,73$.

$t_{\text{що}} = t_{\text{щон}} \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 0,92$.

$t_{\text{пр}} = t_{\text{прн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 20,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,4 \cdot 1,15 = 10,12$.

Для напівпричіпа

$t_1 = t_{1n} \cdot K_2 \cdot K_5 = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 2,30$.

$t_2 = t_{2n} \cdot K_2 \cdot K_5 = 8,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 9,20$.

$t_{\text{що}} = t_{\text{щон}} \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,15 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 0,17$.

$t_{\text{пр}} = t_{\text{прн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,4 \cdot 1,15 = 0,81$

Річна програма робіт по ТО і ПР.

Річна програма робіт по ЩО - Тщо.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{що}} = N_{\text{що},p} \times t_{\text{що}} - [3] \quad (2.14)$$

Для автомобіля $T_{\text{щоа}} = 11092,5 \times 0,92 = 10205,10$ люд.год.

Для напівпричіпа $T_{\text{щон}} = 12078,5 \times 0,17 = 2053,35$ люд.год.

Сумарна трудомісткість $T_{\text{що}} = T_{\text{щоа}} + T_{\text{щон}} = 12258,45$ люд.год.

Річна програма робіт по ТО-1 T_1

$$T_1 = N_{1,p} \times t_1 - [3] \quad (2.15)$$

Для автомобіля $T_{1a} = 1282,5 \times 19,32 = 24777,90$ люд.год.

Для напівпричіпа $T_{1н} = 1396,5 \times 2,3 = 3211,95$ люд.год.

Сумарна трудомісткість $T_1 = T_{1a} + T_{1н} = 27989,85$ люд.год.

Річна програма робіт по ТО-2 T_2

$$T_2 = N_{2,p} \times t_2 - [3] \quad (2.16)$$

Для автомобіля $T_{2a} = 405 \times 93,73 = 37960,65$ люд.год.

Для напівпричіпа $T_{2н} = 441 \times 9,2 = 4057,20$ люд.год.

Сумарна трудомісткість $T_2 = T_{2a} + T_{2н} = 42017,85$ люд.год.

Річна програма робіт по ПР

$$T_{\text{пр}} = t_{\text{пр}} \times A \times L_{\text{р}} / 1000 - [3] \quad (2.17)$$

Для автомобіля $T_{\text{пра}} = 10,12 \times 50 \times 110925 / 1000 = 56128,05$ люд.год

Для напівпричіпа $T_{\text{прн}} = 0,81 \times 50 \times 121125 / 1000 = 4905,56$ люд.год

Сумарна трудомісткість $T_{\text{пр}} = T_{\text{пра}} + T_{\text{прн}} = 61033,61$ люд.год.

Розрахунок обсяга робіт по самообслуговуванню АТП $T_{\text{сам}}$.

$$T_{\text{сам}} = K(T_{\text{що}} + T_1 + T_2 + T_{\text{пр}}) [3] \quad (2.18)$$

де K - коефіцієнт робіт по самообслуговуванню, згідно [3] приймаємо $K = 0,15$ тоді

$T_{\text{сам}} = 0,15 (12258,45 + 27989,85 + 42017,85 + 61033,61) = 21494,96$ люд. Год.

Трудомісткість сезонних робіт в людиногодинах обчислюю за формулою:

$$T_{\text{со}} = 2 \cdot A_i \cdot 0,2 \cdot t_2 \quad (2.19),$$

- отже трудомісткість СО для автом. $T_{\text{соа}} = 2 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 93,73 = 1687,14$ люд.год.

отже трудомісткість СО для напівп. $T_{\text{сон}} = 2 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 9,2 = 184,00$ люд.год.

тоді, $T_{\text{со}} = T_{\text{соа}} + T_{\text{сон}} = 2058,60$ люд.год.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Річну трудомісткість допоміжних робіт в людиногодинах обчислюю за формулою:

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{що}} + T_1 + T_2 + T_{\text{пр}} + T_{\text{со}}) \cdot 0.25, \quad (2.20)$$

отже трудомісткість допоміжних робіт

$$T_{\text{доп}} = (12258,45 + 27989,85 + 42017,85 + 61033,61 + 2058,6) \cdot 0,25 = 36339,58$$

люд.год.

Річну трудомісткість профілактичних робіт в людиногодинах обчислюю за формулою:

$$T_{\text{то}} = T_{\text{що}} + T_1 + T_2 + T_{\text{со}}, \quad (2.21)$$

отже трудомісткість профілактичних робіт

$$T_{\text{то}} = 12258,45 + 27989,85 + 42017,85 + 2058,6 = 84324,72 \text{ люд.год.}$$

Річну трудомісткість виробничих робіт в людиногодинах обчислюю за формулою:

$$T_{\text{вир}} = T_{\text{то}} + T_{\text{пр}}, \quad (2.22)$$

отже трудомісткість виробничих робіт:

$$T_{\text{вир}} = 84324,72 + 61033,61 = 145358,33 \text{ люд.год.}$$

Сумарну трудомісткість робіт, що виконується на АТП обчислюю за формулою:

$$T_{\text{АТП}} = T_{\text{вир}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.23)$$

отже трудомісткість робіт, що виконується на АТП:

$$T_{\text{АТП}} = 145358,33 + 36339,58 = 181697,91 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість постових робіт обчислюю за формулою:

$$T_{\text{п.вир}} = T_{\text{що}} + T_1 + c_2 \cdot T_2 + T_{\text{со}} + \text{спр} \cdot T_{\text{пр}}, \quad (2.24)$$

де c_2 – частка постових робіт при ТО-2, $c_2 = 0,8$, [2];

спр – частка постових робіт при ПР, $\text{спр} = 0,55$, [2];

- отже трудомісткість постових робіт

$$T_{\text{п.вир}} = 12258,45 + 27989,85 + 0,8 \cdot 42017,85 + 2058,6 + 0,55 \cdot 61033,61 = 109489,66 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість дільничних робіт обчислюємо за формулою:

$$T_{\text{д.вир}} = (1 - c_2) \cdot (T_2 + T_{\text{со}}) + (1 - \text{спр}) \cdot T_{\text{пр}}, \quad (2.25)$$

отже трудомісткість дільничних робіт:

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{д.вир}} = (1 - 0,8) \cdot (42017,85 + 2058,60) + (1 - 0,55) \cdot 61033,61 = 36280,41$ люд.год.

Трудовістість робіт по самообслуговуванню обчислюємо за формулою:

$$T_{\text{сам.}} = 0,5 \cdot T_{\text{доп}}, \quad (2.26)$$

- сумарна трудовістість робіт по самообслуговуванню

$$T_{\text{сам.}} = 0,5 \cdot 36339,58 = 18169,79 \text{ люд.год.}$$

Визначення чисельності виробничих працівників.

Явочне число працівників, $R_{\text{я}}$ обчислюю за формулою:

$$R_{\text{я}} = T / \Phi_{\text{я}}, \quad (2.27)$$

де T - річний об'єм робіт по даній зоні, дільниці, люд.год.;

$\Phi_{\text{я}}$ - річний фонд часу явочного працівника, приймаю $\Phi_{\text{я}} = 2079$ год.

Результати розподілу трудовістісті робіт по самообслуговуванню підприємства та обчислення явочної кількості працівників занесені в табл.3.3.

Штатну кількість працівників обчислюю за формулою:

$$R_{\text{ш}} = R_{\text{я}} / \varepsilon, \quad (2.28)$$

де ε – коефіцієнт штатності, $\varepsilon = 0,9$ [2].

Результати обчислення штатної кількості працівників занесені в таблицю 2.1.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1- Розподіл трудомісткостей ТО і ПР по видах робіт та визначення кількості робітників.

Назва робіт	%	Т, люд. год	Фя , год	Ря , чол	Ря		ε	Рш , чол
					1-зм.	2-зм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩО								
Туалетні роботи:								
прибиральні	40	4903,38	2079	2,36	2,36	-	0,9	2,6
мийні	10	1225,85	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,66
Всього	50	6129,23	2079	2,95	2,95	-	0,9	3,28
Поглиблені роботи:								
прибиральні	10	1225,85	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,66
мийні	40	4903,38	2079	2,36	2,36	-	0,9	2,6
Всього	50	6129,23	2079	2,95	2,95	-	0,9	3,28
Разом	100	12258,45	2079	5,90	5,90	-	0,9	6,55
ТО-1								
Діагностичні	10	2798,99	2079	1,35	1,35	-	0,9	1,50
Кріпильні	35	9796,45	2079	4,71	4,71	-	0,9	5,24
Регулювальні і інші	10	2798,99	2079	1,35	1,35	-	0,9	1,50
Змащувальні, очисні	20	5597,97	2079	2,69	2,69	-	0,9	2,99
Електротехнічні	10	2798,99	2079	1,35	1,35	-	0,9	1,50
По системі живлення	5	1399,49	2079	0,67	0,67	-	0,9	0,75
Шинні	5	1399,49	2079	0,67	0,67	-	0,9	0,75
Кузовні	5	1399,49	2079	0,67	0,67	-	0,9	0,75
Разом	100	27989,85	2079	13,46	13,46	-	0,9	14,96
ТО-2								
Діагностичні	10	4201,79	2079	2,02	2,02	-	0,9	2,25
Кріпильні	33	13865,89	2079	6,67	6,67	-	0,9	7,41
Регулювальні і інші	20	8403,57	2079	4,04	4,04	-	0,9	4,49
Змащувальні, очисні	15	6302,68	2079	3,03	3,03	-	0,9	3,37
Електротехнічні	10	4201,79	2079	2,02	2,02	-	0,9	2,25
По системі живлення	7	2941,25	2079	1,41	1,41	-	0,9	1,57
Шинні	3	1260,54	2079	0,61	0,61	-	0,9	0,67
Кузовні	2	840,36	2079	0,40	0,40	-	0,9	0,45
Разом	100	42017,85	2079	20,21	20,21	-	0,9	22,46
ПР								
Постові роботи:								
діагностичні	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
регулювальні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
розбир.склад. роботи	35	21361,76	2079	10,28	10,28	-	0,9	11,42
зварювальнобляхарні	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
малярні	10	6103,36	2079	2,94	2,94	-	0,9	3,26
Всього	50	30516,81	2079	14,68	14,68	-	0,9	16,31
Дільничні:								
агрегатні	18	10986,05	2079	5,28	5,28	-	0,9	5,87
слюсарномеханічні	10	6103,36	2079	2,94	2,94	-	0,9	3,26

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електротехнічні	5	3051,68	2079	1,47	1,47	-	0,9	1,63
аккумуляторні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
система живлення	4	2441,34	2079	1,17	1,17	-	0,9	1,30
шиномонтажні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
вулканізаційні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
ковальсько ресорні	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
мідницькі	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
зварювальні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
бляхарні	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
арматурні	1	610,34	2079	0,29	0,29	-	0,9	0,33
малярна	2	1220,67	2079	0,59	0,59	-	0,9	0,65
Всього	50	30516,81	2079	14,68	14,68	-	0,9	16,31
Разом	100	61033,61	2079	29,36	29,36	-	0,9	32,62
Допоміжні:								
самообслуговування	50	18169,79	2079	8,74	8,74	-	0,9	9,71
транспортні	10	3633,96	2079	1,75	1,75	-	0,9	1,94
переганяльні	15	5450,94	2079	2,62	2,62	-	0,9	2,91
прийом зберігання і видача матеріальних цінностей	15	5450,94	2079	2,62	2,62	-	0,9	2,91
прибирання приміщень	10	3633,96	2079	1,75	1,75	-	0,9	1,94
Разом	100	36339,58	2079	17,48	17,48	-	0,9	19,42
Роботи по самообслу- говуванню:								
електротехнічні	25	4542,45	2079	2,18	2,18	-	0,9	2,43
механічні	10	1816,98	2079	0,87	0,87	-	0,9	0,97
слюсарні	16	2907,17	2079	1,40	1,40	-	0,9	1,55
ковальські	2	363,40	2079	0,17	0,17	-	0,9	0,19
зварювальні	4	726,79	2079	0,35	0,35	-	0,9	0,38
бляхарні	4	726,79	2079	0,35	0,35	-	0,9	0,38
мідницькі	1	181,70	2079	0,09	0,09	-	0,9	0,10
трубопровідні	22	3997,35	2079	1,92	1,92	-	0,9	2,14
ремонтобудівельні і ре- монтні	16	2907,17	2079	1,40	1,40	-	0,9	1,55
Разом	100	18169,79	2079	8,74	8,74	-	0,9	9,71

Чисельність допоміжних робітників розраховую за формулами наведеними
нижче і результати заносу в таблицю 2.4 .

Необхідну явочну кількість водіїв обчислюю за формулою:

$$R_{\text{вод.я}} = \frac{C_o \cdot D_{\text{пр}} \cdot A_i \cdot \alpha}{T_{\text{я}}} \quad (2.29)$$

де C_o - тривалість роботи автомобіля на лінії протягом доби, год;

- отже кількість водіїв $R_{\text{вод.я}} = 8.255.50.0,87/2079 = 42,68$ водіїв.

2.7.6 Визначення кількості штатних водіїв .

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ			Арк.
								30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Кількість штатних водіїв визначаю за формулою: $R_{вод.ш}=R_{вод.я}/\epsilon$ (2.30)

- отже кількість водіїв $R_{вод.ш}=42,68/0,9=47$ водіїв.

Розрахунок кількості постів ЩО, ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, ПР рухомого складу.

Визначення кількості постів ЩО

Кількість постів для виконання ЩО, ТО-1, ТО-2, діагностування і поточного ремонту визначаю за формулою:

$$X_i = T_i \cdot \phi_i / (D_{пр} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot R_{п. \eta}), \quad (2.31)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ год ;

ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, згідно [2] для ЩО $\phi = 1,2$; C - кількість змін, $C = 1$;

$R_{п}$ - кількість робітників на посту згідно [2] приймаю $R_{п} = 3$ чол.;

η - коефіцієнт використання робочого часу, згідно [2], для робіт ЩО $\eta = 0,95$;

-кількість постів ЩО рівна $X_{щО} = 12258,45 \cdot 1,2 / (255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0,95) = 2,53$, приймаю 3 пости в одну зміну для прибирально-мийних робіт.

Визначення кількості постів ТО-1.

Визначаю кількість постів ТО-1 за формулою (2.31) .

Згідно [2] $\phi = 1,1$; $\eta = 0,98$.

$X_{то-1} = 27989,85 \cdot 1,1 / (255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0,98) = 5,13$, приймаю 5 пост ТО-1.

Приймаю також 2 пост Д-1.

Визначення кількості постів ТО-2.

Визначення кількості постів ТО-2 проводжу за формулою (2.31) .

$X_{то-2} = 42017,85 \cdot 1,1 / (255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 0,98) = 5,78$, приймаю 6 пост ТО-2.

Приймаю також 2 пост Д-2.

Визначення кількості постів ПР для розбірно-складальних робіт і регулювальних робіт.

Визначення кількості постів ПР проводжу за формулою (2.31) .

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [2] $\phi=1,15$ - для регулювальних і регулювально-збірних робіт ;
 $\eta=0,98$ - для регулювальних, розбірно-збірних робіт;

- загальна кількість постів ПР $X_{\text{пр}}=61033,61.1,15/(255.8.1.3.0,98)=11,7$,
приймаю 12 пости ПР.

2.3 Розрахунок площі виробничих приміщень

Площа зон ЩО, ТО і ПР визначається за формулою: $F=f_a \cdot x \cdot K_{\text{щ}}$, м² (2.32)

де f_a - площа, яку займає автомобіль у плані, м² ;

$K_{\text{щ}}$ - коефіцієнт щільності, згідно [2] при односторонньому розміщенні
постів $K_{\text{щ}}=3,5$;

x – прийняте число постів в зоні.

Площа , яку займає автомобіль визначається за формулою:

$$f=l \cdot b, \text{ м}^2 \quad (2.33)$$

де l_a - довжина автомобіля, $l_a=6,0$ м ; b - ширина автомобіля, $b_a=2,564$ м.

l_p - довжина напівпричіпа, $l_p=13,827$ м ; b - ширина напівпричіпа, $b_p=2,55$
м.

Отже площа, яку займає автомобіль з напівпричіпом: $f=43 \text{ м}^2$,

Розрахунок площі зон ЩО, ТО, ПР.

Розрахунки площ зон ЩО, ТО і ПР проводжу за формулою (2.32):

- площа зони ЩО $F_{\text{що}}=43.3.3,5=451,5 \text{ м}^2$;

- площа зони ТО $F_{\text{то}}=43.15.3,5=2257,5 \text{ м}^2$;

- площа зони ПР $F_{\text{пр}}=43.12.3,5=1806,0 \text{ м}^2$.

- загальна площа зон $F_{\text{зон}}= F_{\text{що}}+ F_{\text{то}}+ F_{\text{пр}}=451,5+2257,5+1806,0=4515 \text{ м}^2$

Розрахунок площі ділянок.

Площу ділянок розраховую по числу працюючих в найбільш завантажену
зміну [2] і заносу в таблицю 2.2.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 - Площа виробничих дільниць

Дільниця	Кількість робочих, чол.	Площа, м2
Агрегатна, моторна	5	81
Слюсарно-механічна	3	54
Електротехнічна, акумуляторна	1	14
Ремонт приладів системи живлення	1	14
Шиномонтажна, вулканізаційна	1	27
Теплове відділення	1	81
Загальна площа дільниць	271	

Розрахунок площі складів рахую по питомій площі складських приміщень на 1 млн. км пробігу рухомого складу:

$$F_{\text{скл}} = 10 \cdot 6 \cdot L_{\text{ср}} \cdot A_i \cdot f_{\text{п}} \cdot K_{\text{т.с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{у.е}} \cdot K_{\text{р.с}}, \text{ м}^2 \quad (2.34)$$

де $L_{\text{ср}}$ – середньорічний пробіг одного автомобіля, км ;

$f_{\text{п}}$ – питома площа складу на 1 млн. км пробігу, м2 ;

$K_{\text{т.с}}$ – коефіцієнт , який враховує тип рухомого складу ;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, який враховує висоту приміщення ;

$K_{\text{у.е}}$ – коефіцієнт, який враховує категорію умов експлуатації ;

$K_{\text{р.с}}$ – коефіцієнт, який враховує кількість технологічно-сумісних груп.

Згідно [2] таблиць 5.30, 5.31, 5.32, 5.33 значення коефіцієнтів слідуєчі : $K_{\text{т.с}}=1$; $K_{\text{в}}=1,4$; $K_{\text{у.е}}=1,1$; $K_{\text{р.с}}=1$.

Питому площу складу на 1 млн. км пробігу приймаю згідно [2] таблиці 5.29 і заносу в таблицю 2.3.

Площа складу запасних частин , деталей агрегатів і вузлів :

$$F_{\text{з}} = 10 \cdot 6 \cdot 110925 \cdot 50 \cdot 3,4 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 26,4 \text{ м}^2 .$$

Решту розрахунків заносу в таблицю 2.3.

Розрахунок площі допоміжних приміщень

Загальна площа допоміжних приміщень може бути визначена по її питомим нормам на одного робочого в залежності від числа робочих на АТП і розраховується за формулою:

$$F_{\text{доп}} = 0,5 \cdot F_{\text{ВК}}, \text{ м}^2 \quad (2.35)$$

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.3 – Площа складів

Назва приміщення, складу	Площа, м2 на 1 млн. км пробігу	ґскл, м2
Запасні частини, деталі	3,4	26,4
Агрегати і вузли	3,8	29,5
Експлуатаційні	2,6	20,2
Мастильні матеріали	2,4	18,6
Лакофарбувальні матеріали	0,7	5,4
Інструмент	0,2	1,6
Кисень і ацетилен в балонах	0,25	1,9
Пиломатеріали	0,5	3,9
Метал, металолом, цінний утиль	0,35	2,7
Шини нові, відремонтовані і ті, що підлягають ремонту	2,4	18,6
Запасні частини і матеріали відділу головного механіка	0,7	5,4
Всього	-	134,2

де ґВК – площа виробничого корпусу, м2 ;

Розрахунок зони зберігання .

Розрахунок зони зберігання заключається у визначенні площі зони за формулою :

$$F_{зб} = f_a \cdot AAM \cdot K_p, \quad (2.48)$$

де ААМ – число автомобілемісць,

Кп – коефіцієнт густини розміщення автомобілей. Згідно [2] Кп=2,5 ... 3,5. Приймаю Кп=3,5.

$$F_{зб} = 43.50.3,5 = 7525 \text{ м}^2 .$$

Площу виробничого корпусу обчислюю за формулою :

$$F_{вк} = F_{зон} + F_{діл} + F_{скл}, \text{ м}^2 \quad (2.36)$$

де ґто - площа зони ТО-1, ТО-2, м2 ; ґпр - площа зони ПР, м 2 ; ґділ - площа виробничих ділень, м2 ; ґскл - площа складів, м 2.

$$F_{вк} = 4515 + 271 + 134,2 = 4920,2 \text{ м}^2, \text{ тоді } F_{доп} = 0,5.4920,2 = 2460,1 \text{ м}^2$$

приймаємо ґдоп=500 м2.

Площу території підприємства обчислюю за формулою :

$$F_{тер} = (F_{вк} + F_{доп} + F_{зб}) / K_{щ}, \text{ м}^2 \quad (2.37)$$

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де Кщ - коефіцієнт щільності. Згідно [3] Кщ=0,35.

$$F_{тер}=(4920,2+500+7525)/0,35=36986\text{м}^2=3,7\text{га}.$$

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та ділянок приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на ТОВ «Трак Сота» з корегуванням по реальній потребі і з врахуванням технологічного розрахунку.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1. Діагностика та технічне обслуговування пневматичних систем вантажних автомобілів

Пневматична система вантажних автомобілів є складним комплексом взаємопов'язаних підсистем, що забезпечують роботу транспортного засобу та його безпеку. До її складу входять робоча, гальмівна та антиблокувальна системи, які взаємодіють між собою та дозволяють водієві контролювати стан вузлів і своєчасно виявляти несправності. Завдяки цьому забезпечується дистанційний контроль за працездатністю гальмівних механізмів і загальною надійністю автомобіля.

Основними елементами пневмосистеми є компресор, регулятор тиску, осушувач, захисний клапан, ресивер, ножна педаль, основна камера, ручний гальмівний важіль, енергоакумулятори, манометр та аварійний сигналізатор. Компресорна установка виконує функцію нагнітання атмосферного повітря у спеціальні ємності, від її справності залежить максимальний тиск, що подається до гальмівної системи. Захисний клапан запобігає надмірному підвищенню тиску, а осушувачі та регулятори тиску забезпечують якість стисненого повітря, видаляючи надлишки вологи та підтримуючи необхідні параметри газу.



Рисунок 3.1. Компресор

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Енергоакумулятори та антиблокувальна система істотно підвищують рівень безпеки експлуатації вантажного транспорту. Навіть у випадку зниження тиску до критичного рівня вони дозволяють ефективно загальмувати автомобіль. Органи управління, серед яких педалі та важелі, забезпечують водієві можливість безпосередньо контролювати процес гальмування та утримувати транспортний засіб у нерухомому стані під час стоянки.

Кожен елемент пневмосистеми є важливим для її функціонування. Вихід з ладу навіть одного датчика або розгерметизація контуру ставлять під загрозу безпеку руху. Саме тому необхідно своєчасно проводити технічне обслуговування, замінювати зношені вузли та контролювати стан системи. Особливо актуальним є догляд за пневматичною системою в умовах низьких температур, коли ризик утворення конденсату та пошкодження еластомерних елементів значно зростає. Регулярна перевірка та профілактика взимку гарантують надійну роботу пневмопідвіски та безаварійність експлуатації вантажного автомобіля. Діагностика та ремонт пневмосистем вантажних автомобілів є комплексним процесом, що охоплює перевірку герметичності, стану основних елементів та функціонування електронних блоків управління. У зимовий період особливу увагу приділяють профілактичному догляду, адже низькі температури та волога можуть спричинити замерзання конденсату й блокування подачі повітря. Регулярне зливання конденсату з ресиверів, огляд пневмобалонів на наявність тріщин чи деформацій, а також контроль стану шлангів і з'єднань є необхідними заходами для підтримання працездатності системи.

Важливим етапом є перевірка компресора: оцінюється час, необхідний для досягнення робочого тиску, адже його збільшення може свідчити про витoki або зношеність поршневої групи. Осушувач повітря повинен ефективно видаляти вологу, тому картридж слід регулярно замінювати. Датчики висоти та клапани також перевіряються на коректність роботи, оскільки їхні несправності можуть знизити стабільність автомобіля на слизькій дорозі.

Діагностика пневмопідвіски проводиться інструментально та комп'ютерно. Інструментальна перевірка дозволяє виявити тріщини, дефекти та

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місця витоку повітря, тоді як комп'ютерна діагностика забезпечує комплексне тестування системи за допомогою спеціального програмного забезпечення. Процес включає кілька послідовних етапів: перевірку герметичності магістралей, візуальний огляд пневмобалонів, оцінку продуктивності компресора, контроль стану осушувача та вологовідділювача, а також огляд реле й запобіжників.

У разі виявлення несправностей здійснюється ремонт або заміна клапанів, ресиверів, компресорів, відновлення чи заміна пневмобалонів, перевірка електронних блоків управління та регулювання тиску в системі. Якісна діагностика дозволяє визначити поломки пневматичних балонів, проблеми з датчиками тиску ресивера, порушення роботи компресора, витоки повітря в магістралях та несправності електропроводки.

Перед зимовим періодом рекомендується проводити профілактичну діагностику у спеціалізованому сервісі. Фахівці перевіряють пневмобалони на наявність пошкоджень, здійснюють очищення та контроль ресиверів, зливають конденсат, оцінюють стан осушувача та за потреби замінюють картридж. Оглядаються всі шланги та з'єднання, тестується робота клапанів і датчиків висоти. Особлива увага приділяється компресору, його продуктивності та якості компресорної оливи, яка повинна залишатися ефективною при низьких температурах. Завершальним етапом є тестування всієї системи для підтвердження її готовності до експлуатації в складних зимових умовах.

Таким чином, діагностика та ремонт пневмосистем вантажних автомобілів є багатоступеневим процесом, що поєднує інструментальні та комп'ютерні методи, профілактичні заходи та комплексне відновлення елементів. Своєчасне проведення цих робіт забезпечує надійну роботу підвіски, підвищує безпеку руху та зменшує витрати на ремонт у довгостроковій перспективі.

3.2. Призначення зони ПР

Зона поточного ремонту призначена для усунення або запобігання відмовам і несправностям шляхом виконання робіт із відновлення чи заміни окремих деталей, за винятком базових, або вузлів агрегатів автомобіля. У зоні

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працюють чотири слюсаря-авторемонтника: два п'ятого розряду, два четвертого по два робітники на кожному посту.

Для механізації робіт, що входять до складу поточного ремонту, передбачено відповідне технологічне устаткування, яке підбирається відповідно до виробничої необхідності. У проєкті передбачено тупикові пости, обладнані оглядовими ямами та іншими засобами, перелік яких наведено в таблиці 3.1.

Планувальне рішення зони має прямокутну форму зі сторонами 16 на 18 метрів. Вона розташована в окремому корпусі поруч із постами технічного обслуговування та моторною дільницею. Зона оснащена підіймачами вантажопідйомністю до двадцяти тонн. При технологічному плануванні застосовано маршрутну технологію, а розташування обладнання відповідає вимогам технологічного процесу.

Зона складається з чотирнадцяти постів, оснащених необхідним обладнанням, пристроями та інструментами для виконання робіт із заміни двигунів, мостів, ресор і стрем'янок, передніх та задніх коліс, півосей, кожухів півосей, гальмівних барабанів із маточинами та інших агрегатів. Для переміщення підйомника, що використовується під час заміни та встановлення агрегатів, у зоні прокладено рейки. Додатково вона обладнана резервуаром для збирання відпрацьованої оливи та системою підготовки стисненого повітря.

Таблиця 6.2 – Обладнання зони ПР

Поз.	Назва обладнання	Модель	Розміри, мм	Кількість
1	Гайкокрут для гайок коліс	2ШМ	693x520	2
2	Візок для зняття коліс	WT500	880x950	2
3	Гайкокрут для гайок стремінок	397-Н	593x420	1
	Домкрат гаражний гідравлічний	444М	250x300	2
5	Скрина для відходів	ОРГ-1468-07090А	500x500	1
6	Стелаж для деталей	2247, ГАРО	1400x500	1
7	Верстат слюсарний	ШП 17	1500x650	1
8	Пристрій для видалення	ПТ470	490x350	1

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1.

Поз.	Назва обладнання	Модель	Розміри, мм	Кількість
9	Тумбочка для інструменті	СД-37-03	600x450	1
12	Електроточило	И-138А	860x550	1
16	Пістолет для стиснутого повітрям	199, ГАРО	360x360	1
22	Набір професійного інструменті	CS- TK77PQM	850x600	1
26	Підіймач електромеханічний шестистійковий	ПС-15	8600x2570	1

3.3. Обґрунтування необхідності проектування пристрою

Необхідність проектування пристрою для розбирання різних вузлів автомобілів зумовлена потребою у забезпеченні ефективності та безпеки ремонтних робіт. Використання знімача значно полегшує процес демонтажу деталей, особливо у випадках, коли йдеться про моделі з різними конструктивними особливостями. Два комплекти захоплень, які можуть встановлюватися в одну з двох канавок гайки, розширюють функціональні можливості пристрою та збільшують його зону застосування. Фіксація деталі трьома захватами гарантує рівномірну зпресовку без перекосів, що особливо важливо при роботі з деталями типу втулка.

У процесі розробки технічного завдання було визначено ключові вимоги до конструкції пристрою. Основними критеріями стали простота конструкції та виготовлення комплектуючих, легкість у використанні, надійність, можливість швидкої заміни або виготовлення окремих деталей, зручність експлуатації та компактні габаритні розміри, які забезпечують легкий доступ до вузлів навіть у складних умовах ремонту. Такий підхід дозволяє створити універсальний інструмент, що відповідає практичним потребам майстрів.

Принципова схема та будова пристрою передбачають використання захватів, осей, верхньої та нижньої гайок, опори та гвинта. Опорами для захватів

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служать гайки, що забезпечують їх надійне кріплення. Виконання захватів із термообробленої сталі марки 45 дозволяє досягати зусилля при випресовці понад 1000 кгс, що забезпечує високу ефективність роботи. На схемі захвати показані у положенні, яке вони займають під час зняття деталей з валу. Якщо їх перевернути шипами у протилежний бік від осі знімача, пристрій може бути використаний для випресовки деталей із отвору. Така конструктивна гнучкість робить його універсальним засобом для виконання широкого спектра ремонтних операцій.

На рис. 3.2. захвати показані в положенні, яке вони займають при знятті деталей з валу. Якщо захвати в канавках перевернути шипами у зворотний бік від осі знімача, він може бути використаний для випресовки деталей з отвору.

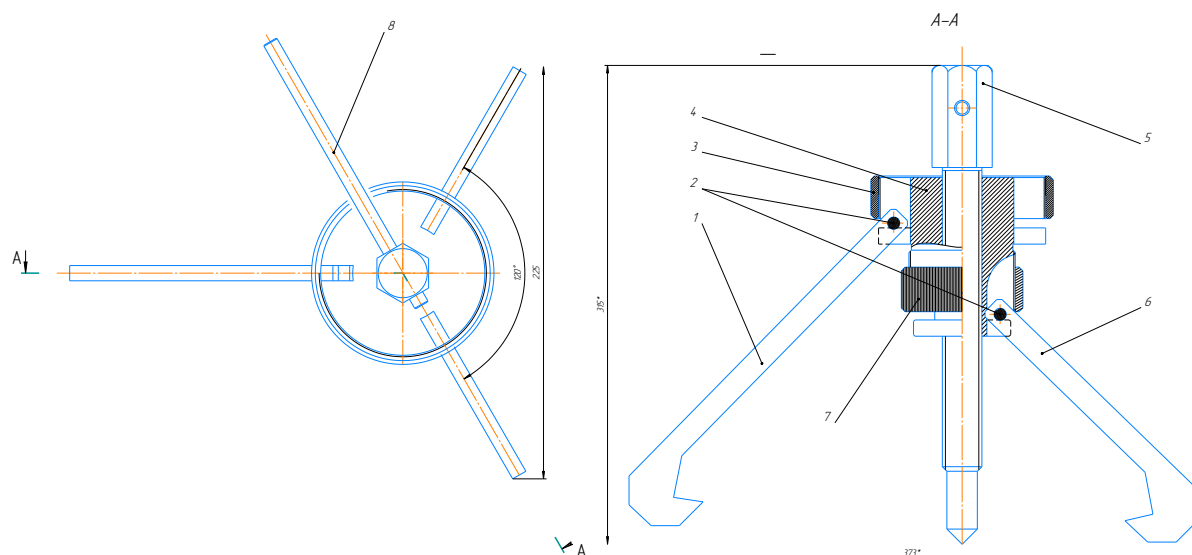


Рисунок 3.2. Знімач

Підбір приводу, кінематичний розрахунок приводу. Проектні розрахунки конструкції на міцність

Привід даного пристрою ручний оскільки потрібно виконувати точні рухи, щоб виключити можливість прекосу деталей.

З розрахунку на зносостійкість, визначаємо середній діаметр гвинта 5, за формулою:

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{F}{(\pi \cdot \nu \cdot \psi_d \cdot [p])}}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де, F – осьове навантаження, яке діє на гвинт, в даному випадку
 $F=0,45\text{кН}$;

$[p]$ - допустимий тиск, для Сталь 40Х $[p]=8\text{ МПа}$, [8 с.372, табл.П32];

Ψd – відношення висоти гайки до діаметра, для цільних гайок $\Psi =1,2-2,5^\circ$
 [8 с.139], приймаємо $\Psi =1,25^\circ$;

ν – коефіцієнт робочої висоти профілю різьби, для трапецеїдальної різьби
 $\nu=0,5$ [8 с.139].

Тоді

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{450}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 8 \cdot 10^6}} = 0,024 \text{ м}$$

Визначаємо висоту різьби, за формулою:

$$h = 0.1 \cdot d_2 = 0.1 \cdot 24 = 2,4 \text{ мм} \quad (3.2)$$

Приймаємо $h=2\text{мм}$.

Визначаємо зовнішній діаметр різьби, за формулою:

$$d = d_2 + h = 24 + 2 = 26 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Визначаємо внутрішній діаметр різьби, за формулою:

$$d_1 = d_2 - h = 24 - 2 = 22 \text{ мм} \quad (3.4)$$

Визначаємо крок різьби, за формулою:

$$p = 2 \cdot h = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Визначаємо хід різьби, за формулою:

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$s = 1 \cdot p = 1 \cdot 4 = 4_{\text{мм}} \quad (3.6)$$

Визначаємо кут нахилу гвинтової лінії, за формулою:

$$tg\beta = \frac{p}{\pi \cdot d_2} = \frac{4}{3,14 \cdot 24} = 0,053 \quad (3.7)$$

Тоді $\beta = 3^\circ 25'$

Перевірочний розрахунок гвинта 5 зводиться до перевірки його на міцність.

Визначаємо момент в різьбі, за формулою:

$$T = F \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right) \cdot tg(\psi + \rho) \quad (3.9)$$

де, ρ – кут тертя, для даного гвинта і гайки $\rho = 4-8^\circ$ [8 с.135] , для розрахунку приймаємо $\rho = 5^\circ$;

Ψ – кут підйому різьби, для одно західних різьб $\Psi = 2-7^\circ$ [8 с.135], приймаємо $\Psi = 4^\circ$;

$$\text{Тоді} \quad T = 10000 \cdot \left(\frac{24 \cdot 10^{-3}}{2} \right) \cdot tg(4 + 5) = 54,28 \quad \text{Нм}$$

Визначаємо еквівалентні напруження при розтягу за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left[\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \right]^2 + 4 \cdot \left[\frac{T}{0,2 \cdot d_1^3} \right]^2} \leq [\sigma_p] \quad (3.10)$$

де, $[\sigma_p]$ - допустиме напруження на розтяг для матеріалів, для Сталі 40Х $[\sigma_p] = 130 \text{ МПа}$ [8 с.138].

$$\text{Тоді} \quad \sigma_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}} = \sqrt{\left[\frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 0,024^2} \right]^2 + 4 \cdot \left[\frac{54,28}{0,2 \cdot 0,024^3} \right]^2} = 22,12, \text{ МПа,}$$

Як бачимо з розрахунку умова міцності забезпечена $\sigma_{\text{екв}} \leq [\sigma_p]$

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ

4.1. Охорона праці в зоні технічного обслуговування

Охорона праці в зоні технічного обслуговування автомобілів в Україні регламентується системою нормативно-правових актів, що встановлюють обов'язкові вимоги для забезпечення безпечних умов роботи. Центральним документом у цій сфері є Правила охорони праці на автомобільному транспорті (НПАОП 0.00-1.62-12), затверджені наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 9 липня 2012 року № 964 та зареєстровані в Міністерстві юстиції 1 серпня 2012 року за № 1299/21611. Дія цього нормативного акта поширюється на всі підприємства автомобільного транспорту, включно зі станціями технічного обслуговування, автосервісами та гаражними господарствами.

Загальні положення щодо організації робіт викладені у розділі 3 зазначених Правил. Виробничі приміщення повинні відповідати санітарним нормам та вимогам пожежної безпеки. У робочих зонах, де можливе виділення шкідливих газів, обов'язковим є обладнання припливно-витяжною вентиляцією, а рівень освітленості має відповідати встановленим нормативам.

Безпека під час виконання робіт із технічного обслуговування визначається положеннями розділу 7. Забороняється перебування працівників під автомобілем, піднятим лише домкратом або ненадійними опорами, що зумовлює необхідність використання спеціальних підставок чи стаціонарних опор. Автомобіль, встановлений на підйомнику, повинен бути надійно зафіксований. Виконання робіт під автомобілем із працюючим двигуном допускається лише у випадках регулювання за участі водія та за умови належної вентиляції приміщення. Вимоги до інструментів і пристроїв визначені у розділі 5 НПАОП 0.00-1.62-12 та додатково регламентуються НПАОП 0.00-7.14-17.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питання пожежної безпеки та поводження з небезпечними речовинами викладені у розділі 10. Забороняється паління, використання відкритого вогню та проведення зварювальних робіт у місцях зберігання паливно-мастильних матеріалів. У разі їхнього розливу необхідно негайно здійснити прибирання за допомогою тирси, піску або спеціальних поглинаючих засобів.

Розділ 4 встановлює вимоги щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, зокрема спецодягом, спецвзуттям, захисними окулярами та рукавичками відповідно до характеру виконуваних робіт. Ці положення також узгоджуються з вимогами НПАОП 0.00-7.17-18.

Дотримання зазначених нормативних актів є обов'язковим для всіх працівників і роботодавців, що здійснюють діяльність у сфері технічного обслуговування автомобілів, та виступає гарантією створення безпечних і здорових умов праці.

4.2. Охорона праці та техніка безпеки при розбиранні пневматичної підвіски

Під час розбирання пневматичної підвіски автомобіля необхідно суворо дотримуватися комплексу вимог охорони праці, оскільки процес пов'язаний із використанням систем високого тиску, значною масою окремих вузлів та потенційною небезпекою механічних травм. Безпечне виконання операцій починається з належної організації робочого місця: приміщення повинно бути чистим, добре освітленим та обладнаним рівною твердою поверхнею. Автомобіль слід надійно закріпити на підйомнику із застосуванням страхувальних упорів або встановити на міцні підставки під кузов чи раму, оскільки залишати його лише на домкраті категорично заборонено. Для запобігання самовільному руху необхідно встановити протидкатні упори та активувати стоянкове гальмо.

Особливу увагу слід приділяти роботі з пневматичною системою. Перед демонтажем будь-яких її елементів потрібно повністю стравити тиск, використовуючи діагностичне обладнання або поступове послаблення фітингів.

Виконання робіт із системою, що перебуває під тиском, неприпустиме, адже

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

раптовий вихід повітря може спричинити серйозні ушкодження. Пневматичні магістралі необхідно захищати від механічних пошкоджень та перегинів, оскільки це призводить до втрати герметичності та створює аварійні ситуації.

Демонтаж важких вузлів, зокрема стійок із пневмобалонами, має здійснюватися із застосуванням підйомно-транспортного обладнання або за участі іншої особи, якщо маса перевищує двадцять кілограмів. Використовувати слід лише справний інструмент, призначений для конкретних операцій, адже пошкоджені чи саморобні пристосування становлять небезпеку. Усі дії повинні виконуватися відповідно до інструкцій виробника автомобіля та компонентів підвіски.

Працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту. Захисні окуляри убезпечують очі від потрапляння бруду, іржі та раптового виходу повітря, міцні рукавички захищають руки від механічних ушкоджень, а спецодяг без звисаючих елементів запобігає випадковому зачепленню за деталі.

Загальні заборони також мають принципове значення. Недопустимо виконувати роботи під автомобілем із працюючим двигуном, палити поблизу місця ремонту, де використовуються легкозаймисті рідини, а також мити руки бензином чи мастилами, оскільки для цього слід застосовувати мило та воду.

Дотримання зазначених вимог забезпечує створення безпечних умов праці, знижує ризик травматизму та формує належний рівень професійної відповідальності під час ремонту пневматичної підвіски автомобіля.

4.3. Організація охорони праці під час воєнного стану

Під час повітряної тривоги на станції технічного обслуговування першочерговим завданням є забезпечення безпеки працівників і клієнтів. Роботодавець зобов'язаний організувати негайне припинення робіт та евакуацію людей до укриття. Відповідальна особа (майстер зміни або керівник) повинна одразу після отримання сигналу від місцевих органів влади активувати внутрішню систему оповіщення підприємства.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Усі роботи з обслуговування та ремонту автомобілів мають бути негайно зупинені. Обладнання, яке не може функціонувати в укритті, слід вимкнути, зокрема зварювальні апарати, компресори та діагностичні стенди. Якщо автомобіль перебуває на підйомнику, його необхідно швидко й безпечно опустити на підлогу; у випадку неможливості – залишити надійно зафіксованим зі страхувальними упорами. За можливості слід перекрити подачу газу та води, а також закрити вікна й двері для зменшення ризику пошкоджень від вибухової хвилі.

Працівники та клієнти повинні негайно прямувати до визначеного укриття – спеціально обладнаного сховища, підвалу чи заглибленого приміщення. Маршрут евакуації має бути розроблений завчасно й доведений до відома всіх присутніх. Під час руху необхідно уникати вікон та скляних конструкцій. Якщо укриття відсутнє поблизу, слід скористатися правилом «двох стін» або знайти інше максимально захищене місце, наприклад заглиблення в ґрунті чи бетонні споруди.

Перебування в укритті триває до отримання офіційного сигналу «Відбій повітряної тривоги». Рекомендується мати при собі аптечку, воду та документи. Роботодавець несе відповідальність за організацію заходів реагування на надзвичайні ситуації та безпеку персоналу. Ці дії ґрунтуються на положеннях Кодексу цивільного захисту України, а також рекомендаціях ДСНС і місцевих органів влади. На підприємстві має бути затверджена інструкція з охорони праці під час повітряної тривоги, оформлена наказом директора.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Пневматична підвіска вантажних автомобілів є сучасним інженерним рішенням, що поєднує функціональність, комфорт і економічну вигоду. Вона дозволяє підтримувати оптимальний кліренс, знижує навантаження на ресори, підвищує стабільність руху та забезпечує плавність ходу навіть при значному завантаженні. Її використання особливо актуальне для вантажівок, що працюють у складних дорожніх умовах та здійснюють перевезення на великі відстані.

Завдяки можливості адаптації до різних режимів руху та умов експлуатації пневмопідвіска стає не лише технічним удосконаленням, а й економічно вигідним рішенням для транспортних компаній. Вона зменшує витрати на ремонт, підвищує ресурс автомобіля та забезпечує комфорт водія, що у комплексі робить її одним із ключових факторів ефективності сучасних вантажних перевезень.

Виявлені типові несправності – порушення герметичності контуру, відмова компресорного агрегату та дисфункція системи демпфування – потребують комплексної діагностики та усунення із застосуванням спеціалізованого обладнання, заміни дефектних компонентів і обов’язкового калібрування системи.

Практичний досвід підприємства «ТРАК СОТА» доводить, що комплексне технічне обслуговування вантажних автомобілів, причепів і напівпричепів із використанням сучасних технологій дозволяє підтримувати високий рівень надійності та безпеки. Організація зони поточного ремонту та застосування універсальних пристроїв для демонтажу вузлів сприяють підвищенню ефективності виробничих процесів, зниженню ризику травматизму та оптимізації робочого часу.

Охорона праці на СТО та в автосервісах є невід’ємною умовою безпечної діяльності в автомобільній галузі. В Україні вона регламентується

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

нормативно-правовими актами, зокрема Правилами охорони праці на автомобільному транспорті (НПАОП 0.00-1.62-12), які визначають обов'язки роботодавців і працівників та є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання.

Таким чином, результати дослідження підтверджують необхідність інтеграції інноваційних технічних рішень у сфері автомобільного сервісу, що забезпечує оптимальне функціонування транспортних систем, продовжує ресурс їхніх компонентів та формує високий рівень професійної відповідальності у галузі технічного обслуговування й ремонту.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підвіска автомобіля: [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Підвіска_автомобіля](https://uk.wikipedia.org/wiki/Підвіска_автомобіля).
2. Підвіска автомобіля [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Активна підвіска](https://uk.wikipedia.org/wiki/Активна_підвіска).
3. Адаптивна підвіска автомобіля [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://systemsauto.ru/pendant/ adaptive_chassis.html](http://systemsauto.ru/pendant/adaptive_chassis.html).
4. Адаптивна підвіска. Будова, принцип дії [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.autoobserver.ru/sistemi-auto/76-adaptivnaya podveskaustroystvo-i-princip-deystviya-aktivnoypodveski.html](http://www.autoobserver.ru/sistemi-auto/76-adaptivnaya-podveskaustroystvo-i-princip-deystviya-aktivnoypodveski.html).
5. Активна підвіска ABC [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://benzclub.org/index.php/spravochnik/item/592-aktivnaya-podveska-abc>.
6. Посібник по технічного обслуговування і ремонту автомобіля Mercedes – Benz S – класу, з 2008 року випуску, із дизельним двигуном робочим об'ємом 3.0 і 4.0 л.
7. Посібник по експлуатації автомобіля Mercedes – Benz S – класу W 221 з 2006 року випуску, із бензиновим двигуном робочим об'ємом 3,5, 4,5 і 5.0 л.
8. Пневмопідвіска AIRmatic [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://benz-club.org/index.php/technology/item/pnevmaticheskaya podveska airmatic](http://benz-club.org/index.php/technology/item/pnevmaticheskaya-podveska-airmatic).
9. Керницький І. С. Науково-прикладні основи проектування та підвищення ефективності роботи пружних і демфуючих елементів систем підресорювання колісних машин : дис. докт. техн. наук : 05.05.02 Керницький І. С. – Львів, 2001..
10. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: навчальний посібник. – К.: Арістей, 2011. – 356 с.

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
12. Грубель М.Г., Назаркевич С.М., Зіркевич В.М. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Курс лекцій. – Львів: Вид-во Академії сухопутних військ, 2011. – 153 с.
13. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник / О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511 с.
14. Пахарєва С.О. Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка». Загальна будова автомобіля: навчальний посібник / За ред. С.О. Пахарєва. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010. – 392 с.
15. НПАОП 0.00-1.62-12 Правила охорони праці на автомобільному транспорті
16. НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці
17. ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
18. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
19. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
20. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".

					БР АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Аналіз типових несправностей
елементів пневматичної
підвіски автомобілів, розробка
методів їх діагностики та
технічного обслуговування і
ремонту з реорганізацією
дільниці

Кудловський Юрій Ярославович

Метою дослідження є систематизація знань про сучасні автомобільні підвіски, аналіз конструктивних особливостей пневматичних систем вантажних автомобілів, визначення типових несправностей та методів їх усунення, а також розробка організаційних і технічних рішень для підвищення ефективності ремонтних робіт.

Об'єктом дослідження виступає комплекс технічних систем автомобільної підвіски та виробничі процеси їх обслуговування.

Пневматична підвіска вантажних автомобілів та причепів



Основні несправності пневматичної підвіски

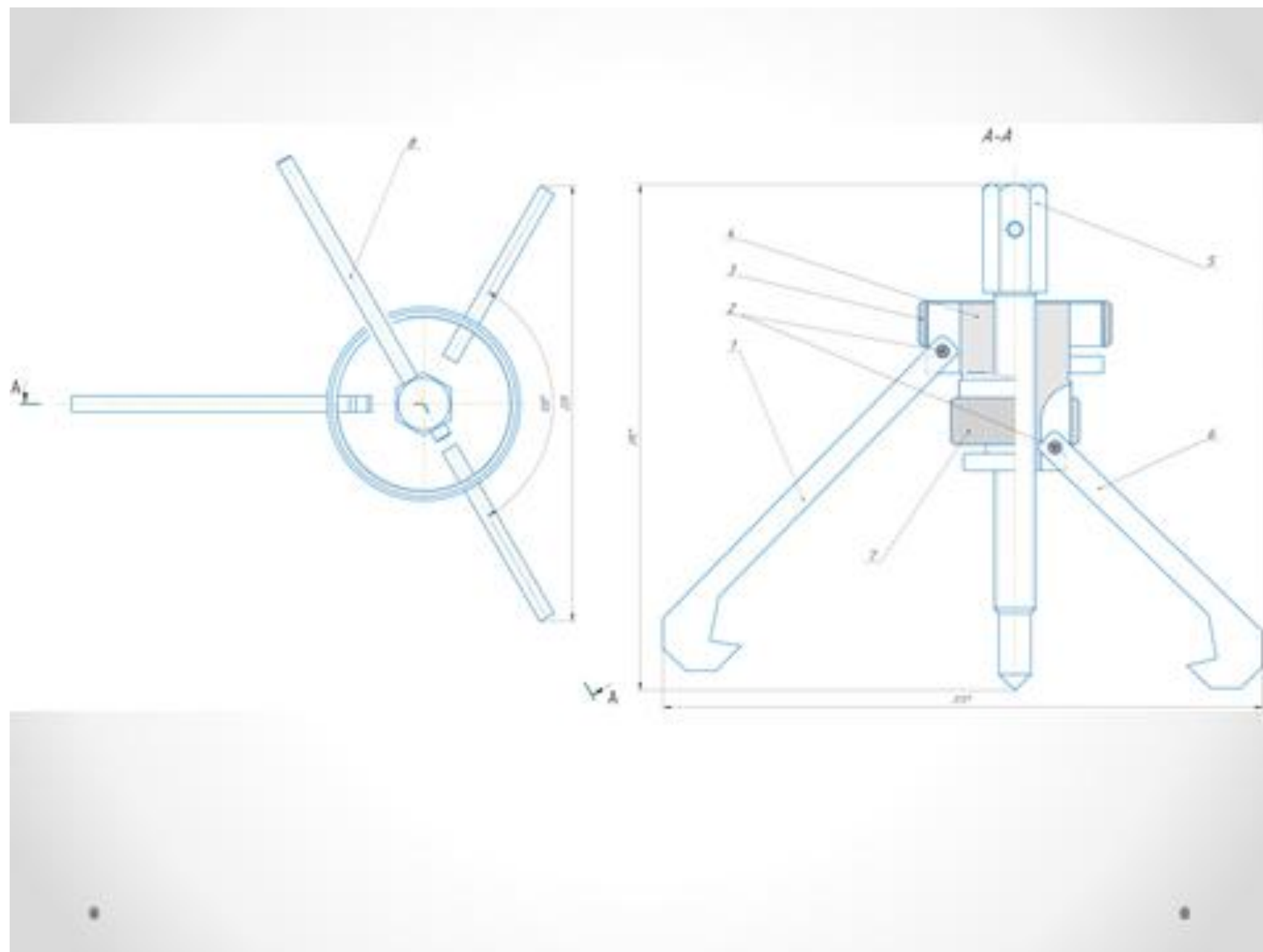
Компонент системи	Типові несправності	Причини	Способи усунення
Пневмоконтур (пневмобалони, магістри, фітінги)	Втрата кліренсу, асиметричне просідання кузова, часте спрацювання компресора	Старіння еластомерів, утворення тріщин, витіки повітря, корозія металевих елементів	Локалізація витіку, заміна дефектних балонів і магістралей (ремонт не рекомендований)
Компресорний агрегат	Зниження продуктивності, збільшення часу накачування, перегрівання, відмова роботи	Надмірна експлуатація через витіки, знос поршневої групи та електродвигуна, відмова реле, засмічення осушувача	Усунення витіків, заміна компресора та реле, регенерація або заміна адсорбенту в осушувачі
Система демпфування та керуючі елементи	Постійна жорсткість або надмірна м'якість, відсутність реакції на режимі Comfort/Sport, помилки на панелі приладів	Відмова датчиків різни кузова, прискорення чи кута повороту керма, несправність блоку клапанів, дефекти амортизаторів, пошкодження електронного блоку	Комп'ютерна діагностика, заміна несправних датчиків, клапанів чи амортизаторів, калібрування системи після ремонту

Пневматична система вантажних автомобілів — це комплекс взаємопов'язаних підсистем, що забезпечують роботу та безпеку транспорту. До її складу входять робоча, гальмівна й антиблокувальна системи, які взаємодіють між собою та дозволяють контролювати стан вузлів і своєчасно виявляти несправності. Основними елементами є компресор, регулятор тиску, осушувач, захисний клапан, ресивер, педалі й важелі управління, енергоакумулятори, манометр та аварійний сигналізатор. Вони відповідають за нагнітання повітря, підтримання його параметрів, захист від перевантажень і забезпечення ефективного гальмування навіть при критичному падінні тиску.

Кожен елемент системи критично важливий: вихід з ладу датчика чи розгерметизація контуру ставлять під загрозу безпеку руху. Тому необхідне регулярне технічне обслуговування, особливо в умовах низьких температур, коли зростає ризик утворення конденсату та пошкодження еластомерних деталей.

Компрессор





БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ

Під час розбирання пневматичної підвіски автомобіля необхідно суворо дотримуватися вимог охорони праці, адже процес пов'язаний із високим тиском, значною масою вузлів та ризиком механічних травм. Безпечна робота починається з правильної організації місця: чисте й освітлене приміщення з рівною поверхнею, надійне закріплення автомобіля на підйомнику зі страхувальними упорами або міцними підставками, використання противідкатних упорів та активація стоянкового гальма.

Перед демонтажем елементів пневмосистеми слід повністю стравити тиск за допомогою діагностичного обладнання чи поступового послаблення фітінгів, адже робота під тиском неприпустима. Пневматичні магістралі необхідно захищати від пошкоджень та перегинів, щоб уникнути втрати герметичності. Демонтаж важких вузлів, зокрема стійок із пневмобалонами, здійснюється із застосуванням підйомно-транспортного обладнання або за участі іншої особи, якщо маса перевищує двадцять кілограмів. Використовувати слід лише справний інструмент, призначений для конкретних операцій, дотримуючись інструкцій виробника.

ВИСНОВОК

Пневматична підвіска вантажних автомобілів є сучасним інженерним рішенням, що поєднує функціональність, комфорт і економічну вигоду. Вона дозволяє підтримувати оптимальний кліренс, знижує навантаження на ресори, підвищує стабільність руху та забезпечує плавність ходу навіть при значному завантаженні. Її використання особливо актуальне для вантажівок, що працюють у складних дорожніх умовах та здійснюють перевезення на великі відстані.

Завдяки можливості адаптації до різних режимів руху та умов експлуатації пневмопідвіска стає не лише технічним удосконаленням, а й економічно вигідним рішенням для транспортних компаній. Вона зменшує витрати на ремонт, підвищує ресурс автомобіля та забезпечує комфорт водія, що у комплексі робить її одним із ключових факторів ефективності сучасних вантажних перевезень.

Виявлені типові несправності – порушення герметичності контуру, відмова компресорного агрегату та дисфункція системи демпфування – потребують комплексної діагностики та усунення із застосуванням спеціалізованого обладнання, заміни дефектних компонентів і обов'язкового калібрування системи.

Практичний досвід підприємства «ТРАК СТО» доводить, що комплексне технічне обслуговування вантажних автомобілів, принципів і напівпринципів із використанням сучасних технологій дозволяє підтримувати високий рівень надійності та безпеки. Організація зони поточного ремонту та застосування універсальних пристроїв для демонтажу вузлів сприяють підвищенню ефективності виробничих процесів, зниженню ризику травматизму та оптимізації робочого часу.

Охорона праці на СТО та в автосервісах є невід'ємною умовою безпечної діяльності в автомобільній галузі. В Україні вона регламентується нормативно-правовими актами, зокрема Правилами охорони праці на автомобільному транспорті (НПА ОП 0.00-1.62-12), які визначають обов'язки роботодавців і працівників та є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання.

Таким чином, результати дослідження підтверджують необхідність інтеграції інноваційних технічних рішень у сфері автомобільного сервісу, що забезпечує оптимальне функціонування транспортних систем, продовжує ресурс їхніх компонентів та формує високий рівень професійної відповідальності у галузі технічного обслуговування й ремонту.