

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМЕНІ
ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Вдосконалення операцій технологічного процесу діагностики
передніх осей вантажних автомобілів”

Виконав: студент 4 курсу групи Ат- 42сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Конанець Дмитро Богданович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Чухрай В.Є.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту

Конанцю Дмитру Богдановичу

1. Тема проєкту: „ *Вдосконалення операцій технологічного процесу діагностики передніх осей вантажних автомобілів* ”

Керівник проєкту: Чухрай Володимир Євгенович, к.т.н., доц.

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 6 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: *науково-технічна література з питань будови, технічного обслуговування ремонту і діагностування передніх осей вантажних автомобілів, технологічного обладнання для діагностики та контролю*

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Короткий огляд будови передніх осей вантажних автомобілів

2. Діагностування передніх осей вантажних автомобілів

3. Розробка стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічного ефекту від використання стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1-тема роботи, 2-Контрольвані елементи геометрії передніх коліс, 3-вимірювач кута нахилу, 4-контроль сходження коліс, 5, загальний вигляд універсального стенду, 6-складові частини стенду, 7-варіанти застосування стенду, 8-загальний вигляд стенда, 9-домкрат центральний, 10-домкрат боковий, 11-показники економічної ефективності, 12, - висновки

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Чухрай В.Є к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: Короткий огляд будови передніх осей вантажних автомобілів</i>	27.11.2023– 15.02.2024	
2.	<i>Виконання розділу: Основні технологічні операції ремонту головок блока</i>	16.02.2024– 14.03.2024	
3.	<i>Розробка стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів</i>	15.03.2024– 25.04.2024	
4.	<i>Написання розділу: Охорона праці</i>	26.04.2024– 11.05.2024	
5.	<i>Виконання розділу: Розрахунок економічного ефекту від використання стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів</i>	12.05.2024– 16.05.2024	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини</i>	17.05.2024– 06.06.2024	

Студент _____ *Дмитро Конанець*

(підпис)

Керівник проєкту _____ *Володимир Чухрай*

УДК 629.113:621.43.015

Конанець Д.Б. “Вдосконалення операцій технологічного процесу діагностики передніх осей вантажних автомобілів”

Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

51 стор. текс. част., 15 рис., 1 табл., 27 бібліогр. джерел.

Дано характеристику передніх осей вантажних автомобілів різних марок, особливу увагу приділено будові поворотних кулаків. Розкрито послідовність визначення технічного стану всіх елементів передньої осі. Особливу увагу приділено показникам, що впливають на техніко-економічні показники роботи автомобіля і за його безпеку. Придільено увагу на старі традиційні методи контролю на сучасні з використанням електронного обладнання яке універсальним високоточним і разом з тим занадто дорогим. Наведено стенди для діагностики передніх осей передових світових виробників. З метою надання можливості якісно проводити діагностування передніх осей вантажних автомобілів в умовах невеликих автогосподарств запропоновано стенд який забезпечує стійке горизонтальне положення балки передньої осі з розвантаженими передніми колесами. Завдяки використанню стенда можна з високою точністю визначити кути розвалу та зазори в спряженнях шворнів і втулок. А основне зазор між вухами маточини і балкою. Подано будову і принцип дії розробленого стенду.

Розглянуто питання охорони праці

Доцільність виготовлення і запровадження у виробництво запропонованого стенду для діагностики передніх осей вантажних автомобілів підтверджується розрахунковим економічним ефектом за період використання в сумі майже 435 тис. грн.

ЗМІСТ

1	КОРОТКИЙ ОГЛЯД БУДОВИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	8
	1.1. Призначення і функції передніх осей вантажних автомобілів	8
	1.2 Основні відмінності в будові передніх керованих осей вантажних автомобілів	9
	1.3 Характеристика найбільш поширених конструкцій передніх осей вантажних автомобілів	10
2	ДІАГНОСТУВАННЯ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	16
	2.1 Основні операції діагностування передніх осей	16
	2.2 Контроль кутів нахилу шворнів, розвалу та сходження коліс	17
3	РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	28
	3.1 Визначення технічного стану спряжень	28
	3.2. Обґрунтування основних параметрів стенда	30
	3.3. Будова і принцип дії стенда	30
	3.4. Розрахунок елементів конструкції обладнання	35
	3.4.1. Розрахунок домкратів	36
	3.4.2. Розрахунок основи стенда	37
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	40
	4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів розбирання автомобіля	40
	4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів розбирання автомобіля	40
	4.2. Техніка безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту	43
5	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СТЕНДА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	45
	ВИСНОВКИ	48
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Сьогодні важко собі уявити функціонування сільськогосподарських і промислових підприємств без вантажного автомобільного транспорту. В країнах світу з розвинутою економікою частка перевезень, що припадає на автомобільний транспорт може сягати 70 – 95%. Слід також відзначити, що є ряд країн в яких внутрішні перевезення здійснюються лише автомобільним транспортом.

Розвиток автомобільного транспорту в останні роки привів до появи швидкісних комфортабельних, економічних автомобілів, що поступово робить автомобільні перевезення більш конкурентними залізничним перевезенням. Такий стан пояснюється більшою оперативністю управління логістикою, уникненням додаткових робіт навантаження і розвантаження, формуванням довільних партій вантажу за рахунок можливості вибору автомобілів та компонування автопоїздів потрібної вантажопідйомності.

Важливу роль відіграє вантажний автомобільний транспорт в агропромисловому комплексі України. Але потребує удосконалення не завжди обґрунтована схема розташування пунктів приймання сільськогосподарської продукції, недостатньо розвинена мережа доріг та незадовільний їх стан.

Особливої уваги заслуговує питання технічного стану рухомого складу автомобільних господарств, що не завжди дає можливість забезпечувати належну ефективність використання автомобілів та безпеку їх використання.

У виробничих підрозділах аграрного виробництва не завжди є змога своєчасно і в потрібних обсягах виконувати комплекс робіт з діагностики і технічного сервісу робіт, що може призвести не лише до зниження ефективності використання автомобілів, але і до підвищення аварійності. Щоб вчасно і якісно виконувати роботи з діагностування технічного стану автомобілів, проводити всі види робіт з технічного обслуговування і ремонту потрібно мати підготовлений штат фахових працівників і відповідну

номенклатуру технологічного оснащення. Звичайно, що на існуючому ринку можна придбати сучасні різноманітні стенди для діагностики, ремонту та випробування і обкатування автомобілів, їх агрегатів та вузлів. Однак дуже висока вартість сучасного технологічного оснащення не дає можливості здійснювати такі покупки для більшості виробників аграрної продукції і для невеликих автогосподарств. Важливим фактором є також те, що в наявності автогосподарств є значно чисельність автомобілів старих моделей, що не мають бортових комп'ютерів та інших систем для використання сучасного діагностичного обладнання.

Серед агрегатів вантажних автомобілів, що заслуговують особливої уваги з точки зору їх впливу на ефективність роботи і безпеку відносяться передні осі та мости. Тому нами сформульовано тему даної кваліфікаційно роботи: «Вдосконалення операцій технологічного процесу діагностики передніх осей вантажних автомобілів».

1. КОРОТКИЙ ОГЛЯД БУДОВИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Призначення і функції передніх осей вантажних автомобілів

Передні керовані осі вантажних автомобілів виконують кілька ключових функцій, що забезпечують ефективність та безпеку керування транспортним засобом. Їх технічний стан потрібно систематично контролювати і відновлювати, щоб забезпечити чітке виконання описаних нижче функцій.

1. Керування напрямком руху: передні осі оснащені рульовими механізмами, які дозволяють змінювати напрямок руху автомобіля, що досягається через систему рульових тяг, важелів і кулаків, що забезпечують поворот коліс у потрібному напрямку.

2. Сприяння стабільності: передні керовані осі допомагають підтримувати стабільність і стійкість автомобіля на дорозі, особливо під час маневрування та поворотів, що забезпечується за рахунок правильної геометрії підвіски та налаштувань кутів установки коліс.

3. Розподіл навантаження: вони сприяють рівномірному розподілу навантаження між передньою та задньою осями, що є важливим для забезпечення стійкості та рівноваги вантажного автомобіля.

4. Поглинання ударів і вібрацій: передня підвіска і амортизатори, що є частиною передньої осі, допомагають зменшувати удари і вібрації від дорожнього покриття, покращуючи комфорт водіння і знижуючи знос деталей.

4. Забезпечення точності керування: завдяки переднім керованим осям, водій може точно контролювати траєкторію руху автомобіля, що особливо важливо під час руху в складних дорожніх умовах або на високих швидкостях.

6. Покращення і гарантія безпеки: правильно налаштовані передні осі зменшують ризик втрати керованості та покращують загальну безпеку руху, особливо під час гальмування та екстрених маневрувань.

Отже, передні керовані осі є критично важливими для загальної функціональності та безпеки вантажних автомобілів, забезпечуючи їх здатність ефективно і безпечно пересуватися по дорогах.

1.2 Основні відмінності в будові передніх керованих осей вантажних автомобілів

Основні відмінності в будові передніх керованих осей вантажних автомобілів можуть включати кілька важливих аспектів, які визначають їхню функціональність та ефективність. Серед них можна виділити наступні найбільш характерні відмінності [3,7,8,24,25].

– За типом підвіски. Залежна підвіска: обидва колеса передньої осі з'єднані між собою за допомогою жорсткої балки, що означає, що рух одного колеса впливає на рух іншого, це проста та надійна конструкція, що часто використовується в важких вантажних автомобілях. Незалежна підвіска: кожне колесо може рухатися незалежно від іншого, що забезпечує кращий контакт з дорогою і покращує комфорт водіння, але ця конструкція складніша та дорожча, хоча забезпечує кращу керованість.

– За кутовими параметрами. Кут розвалу: визначає нахил коліс у вертикальній площині, а різні налаштування цього кута впливають на стійкість і знос шин. Кут поздовжнього нахилу шворня: впливає на стабільність і повернення керма в центральне положення. Кут сходження: визначає, як спрямовані колеса відносно поздовжньої осі автомобіля і цей параметр впливає на знос шин і керованість.

– За типом рульового механізму. Рульовий редуктор: простий і надійний механізм, який часто використовується в важких вантажних автомобілях.

Рульовий механізм типу "рейка-шестерня": застосовується в легших вантажівках і забезпечує більш точне керування.

– За типом гальмівної системи. Барабанні гальма: найбільш часто використовуються на вантажних автомобілях завдяки своїй довговічності та високій здатності до відведення тепла. Дискові гальма: забезпечують кращу гальмівну ефективність та швидше розсіювання тепла, але можуть бути менш довговічними в умовах високих навантажень та інтенсивного забруднення.

– За матеріалами і конструкційними особливостями. Балки осі: можуть бути виготовлені з різних матеріалів (сталь, композити) і мати різні конструкційні особливості, що впливають на міцність і вагу. Шворні і втулки: використовуються для з'єднання поворотних кулаків з балкою осі і мають різні конструкції і матеріали, що впливає на довговічність і вимоги до технічного обслуговування.

– За амортизаційними системами. Листові ресори: традиційна система амортизації, яка забезпечує високу вантажопідйомність. Пневматичні амортизатори: забезпечують кращий комфорт і можливість регулювання висоти кузова, що важливо для спеціалізованих вантажівок.

Перелічені відмінності визначають, як передня керована вісь вантажного автомобіля буде поводитися під час руху, її довговічність, комфорт водіння, а також вартість технічного обслуговування, собівартість перевезення вантажів, величину амортизаційних відрахувань та ряд інших показників, що характеризують ефективність використання автомобілів.

1.3 Характеристика найбільш поширених конструкцій передніх осей вантажних автомобілів

До найбільш поширених конструкцій передніх осей вантажних автомобілів можна віднести передню вісь автомобілів марки КрАЗ [3,7,8,24,25] (рисунок 1.1). Основними елементами даної осі є: 1 – маточина, 2

- замкова шайба гайки, 3 - стопорна шайба контргайки, 4 – шплінт гаки цапфи, 5 - кришка маточини, 6 - контргайка конічних підшипників маточини, 7, 8 – болт і шайба пружна кріплення ковпака маточини, 9 – диск колеса, 10 - притиск колеса, 11 - болт кріплення колеса, 12 - гальмівний барабан, 15 - роликові підшипники, 16 - упорне кільце внутрішнього підшипника, 18 - кришка з манжетою в зборі, 17 – шайба регулювальна, 19 - замкова шайба, 20 - заглушка, 21 - шайба шворня, 22 - важіль поворотного кулака, 23 – балка передньої осі, 24 - поперечна рульова тяга, 25 - наконечник рульової тяги, 26 - важіль рульової трапеції, 28 - поворотний кулак, 29 – кільце стопорне, 30 – маслянка, 31 - шворінь поворотного кулака, 32 - упорний підшипник шворня, 33 – упор поворотного кулака, 34 – гайка упору поворотного кулака, 35 – опорний щит гальма, 36, 37 – болт з шайбою кріплення опорного щита, 38 – манжета, 39 – болт кріплення гальмівного барабана

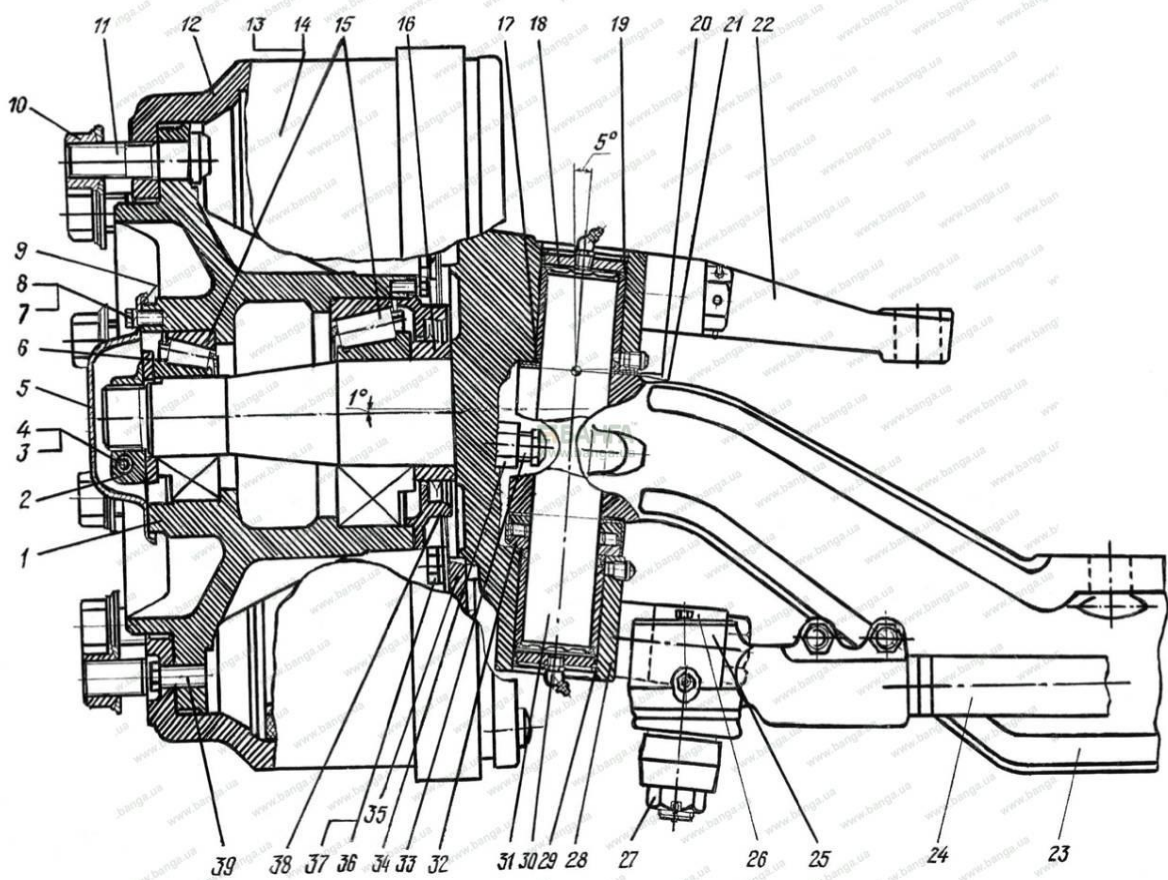


Рисунок 1.1 Основні елементи передньої осі автомобіля КрАЗ

На рисунку 1.2. [3,7,8,24,25,27] показано елементи передньої керованої осі автомобіля КрАЗ згідно каталогу його деталей. Згідно позначень на даному рисунку показані деталі мають наступні коди для їх замовлення: 8503-3001010 – вісь передня; 310150-П29 – болт М14х50; 500А-3001016А – втулка верхня; 500А-3001017А – втулка нижня; 500А-3001026 – втулка розпірна; 250558-П29 – гайка М14х2; 311400-П29 – гайка М39х2; 311615-П29 – гайка М30х2; 349802-П29 – гайка; 260325-П – заглушка 65; 500А-3001027 – кільце ущільнювальне;

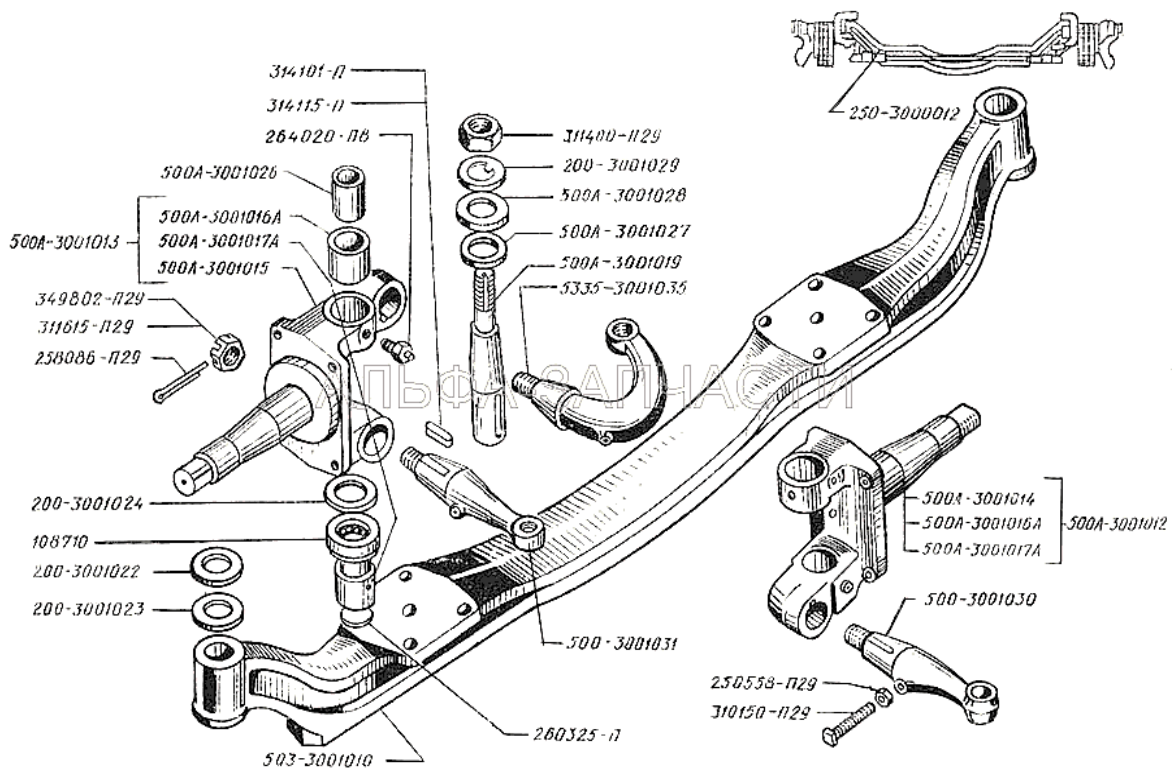


Рисунок 1.2 Основні елементи передньої осі згідно каталогу деталей автомобіля КрАЗ

500А-3001015 – кулак поворотний лівий; 500А-3001013 – кулак поворотний лівий зі втулками в зборі; 500А-3001014 – кулак поворотний правий; 500А-3001012 – кулак поворотний правий зі втулками в зборі; 264020-П8 – прес-маслянка 1/8"; 250-3000012 – вісь передня в зборі; 500А-3000012 – вісь передня з гальмами; 108710 – підшипник; 5335-3001035 – важіль поздовжньої рульової тяги; 500-3001031 – важіль рульової трапеції лівий; 500-3001030 –

важіль рульової трапеції правий; 200-3001024 шайба; 200-3001022 – шайба регулювальна; 200-3001023 – шайба регулювальна; 200-3001029 – шайба замкова; 500А-3001028 шайба захисна; 500А-3001019 – шворінь поворотного кулака; 258086-П29 – шплінт розвідний 6,3х60; 314101-П – шпонка призматична 8х12х40; 314115-П – шпонка.

На рисунку 1.3 показано деталі поворотного кулака і балку осі які характерні для більшості найбільш масових автомобілів середньої вантажопідйомності (3,5 – 15 тон). Позиції деталей подані на даному рисунку мають наступне найменування: 1 - колесо з шиною в зборі; 2 - притиск колеса; 3, 16 - гайки; 4 - шпилька; 5, 15 - болти; 6 - гайка підшипників; 7, 8 - шайби,

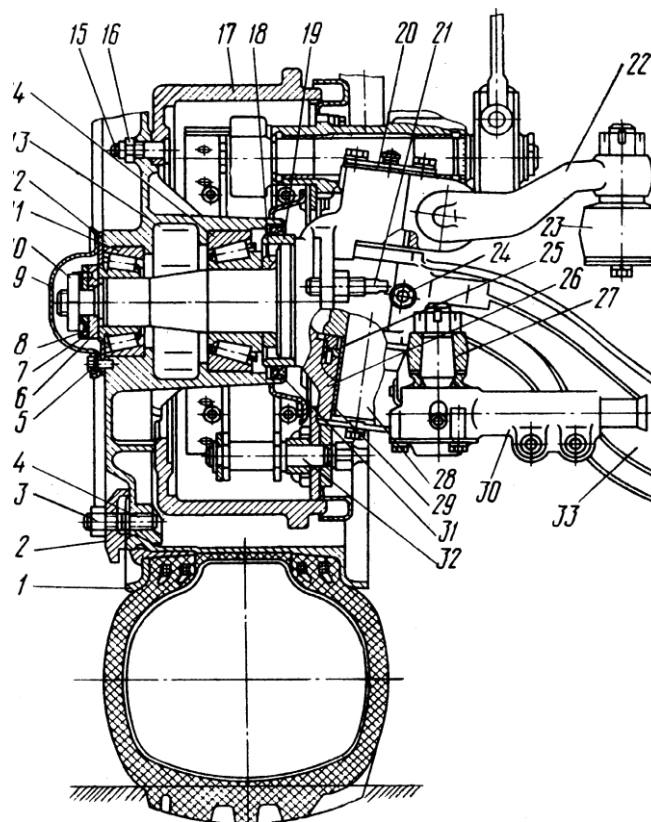


Рисунок 1.3 Основні елементи передньої осі автомобілів середньої вантажопідйомності

гайки та контргайки замкові; 9 - кришка маточини; 10 - контргайка; 11, 14 - підшипники; 12 - прокладка; 13 - маточина; 17 - барабан гальмівний; 18 -

кільце упорне; 19 - кільце манжети; 20 - кришка кулака; 21 - упор поворотного кулака; 22 - важіль поворотного кулака; 23 - поздовжня рульова тяга; 24 - клин шворня; 25 - опорний підшипник; 26 - лівий поворотний кулак; 27 - важіль поворотного кулака поперечної тяги; 28 - шворінь; 29 - втулка шворня; 30 - поперечна рульова тяга трапеції; 31 - манжета; 32 - гальмівний механізм в зборі; 33 - балка переднього мосту.

На підставі викладеного вище матеріалу можна відзначити що передні керовані осі різних моделей вантажних автомобілів мають кілька спільних конструкційних елементів і принципів, які забезпечують їх ефективність і надійність. До основні подібності осей визначаються наступними характеристиками:

– Балки осі: незалежно від моделі, передні осі мають жорстку балку або складну конструкцію, яка з'єднує колеса і підтримує навантаження автомобіля.

– Поворотні кулаки: дозволяють колесам повертатися навколо шворнів, забезпечуючи керованість автомобіля.

– Амортизатори і ресори: усі моделі мають системи підвіски, які можуть включати листові ресори, пневматичні камери, амортизатори або їх комбінацію для поглинання ударів і вібрацій від дорожнього покриття.

– Рульові тяги: поздовжні і поперечні рульові тяги з'єднують рульове управління з поворотними кулаками, забезпечуючи передачу рульового зусилля.

– Важелі рульової трапеції: всі моделі використовують важелі для передачі рульового зусилля на колеса.

– Гальмівні механізми: незалежно від типу гальм (барабанні або дискові, гідравлічні або пневматичні), всі моделі мають гальмівні механізми, що забезпечують зупинку автомобіля.

– Гальмівні колодки і накладки: використовуються для створення тертя з гальмівними барабанами або дисками (з різним кріпленням накладок до колодок).

– Підшипники коліс: усі моделі використовують підшипники для забезпечення плавного обертання коліс.

– Втулки шворнів: шворні і їх втулки забезпечують надійне з'єднання і рухливість поворотних кулаків.

– Регулювання кутів установки коліс: незалежно від моделі, всі передні осі мають механізми для регулювання кутів розвалу і сходження коліс, що важливо для правильної роботи рульової системи і зменшення зносу шин.

– Сальники і ущільнення: всі моделі мають ущільнювальні елементи для запобігання витоку мастила і захисту деталей від забруднення.

Ці спільні елементи і принципи конструкції дають змогу зробити висновки, що технологічні операції діагностики передніх осей можуть мати подібний перелік і зміст, а для їх реалізації можна буде використовувати аналогічне технологічне оснащення.

2. ДІАГНОСТУВАННЯ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Основні операції діагностування передніх осей

Технологія діагностування передніх осей вантажних автомобілів включає декілька основних етапів та методів.

Початкова діагностика передбачає ретельний візуальний огляд для виявлення очевидних пошкоджень або зносу компонентів передньої осі, а саме включає перевірку стану:

- ресор та амортизаторів;
- шарнірів поворотних кулаків;
- підшипників маточин коліс;
- пильників, манжет та інших елементів ущільнень;
- елементів тяг рульового управління.

Підвіска та амортизатори мають бути перевірені на знос та ефективність їх дії, для чого потрібно провести:

- огляд ресор на предмет зламів або ослаблення;
- перевірку амортизаторів на витік рідини та їх працездатність.

Колісні підшипники маточин необхідно перевіряти на люфт та шумність роботи для цього потрібно:

- підняти автомобіль на підйомнику або за допомогою домкратів;
- обертати колеса вручну та слухати наявність шумів;
- перевірити наявність люфту, коливаючи колесо в горизонтальній та вертикальній площині.

Необхідно переконатись у справності рульових тяг та шарнірів, виконавши наступні дії:

- перевірити люфт у рульовому колесі;
- перевірити стан шарнірів та з'єднань;

- перевірити наявність люфту у кожній рульовій тязі.

Перевірка елементів гальмівної системи включає огляд та перевірку стану:

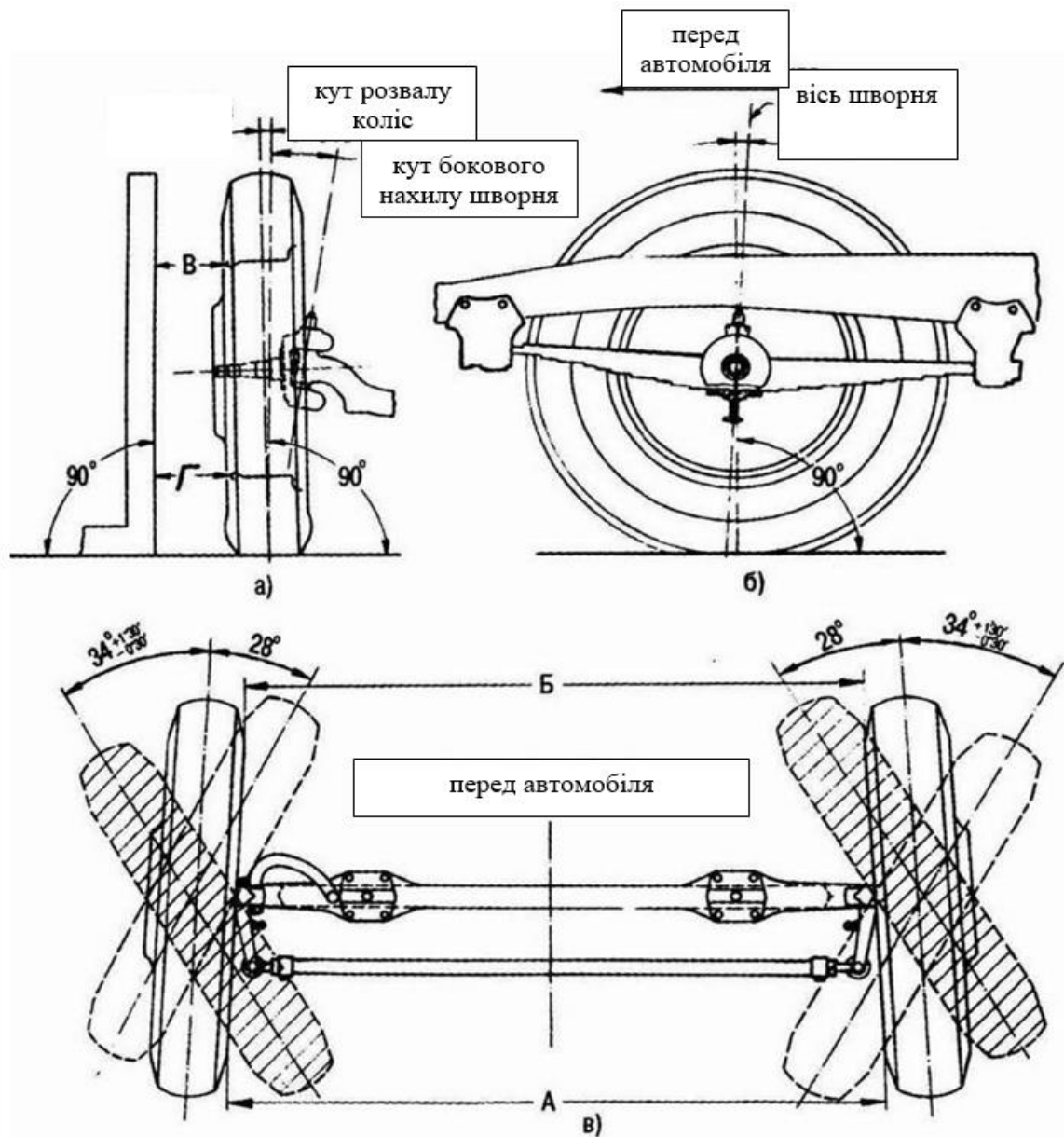
- гальмівних дисків, барабанів та колодок на знос;
- гальмівних шлангів та трубок на витіки та механічні пошкодження;
- працездатності гальмівних циліндрів гідравлічних (чи пневматичних камер).

2.2 Контроль кутів нахилу шворнів, розвалу та сходження коліс

На рисунку 2.1 показано схему для перевірки параметрів контролю устанавлення передніх коліс [3,7,8,24,25,27].

Перевірка кутів нахилу шворнів передніх осей вантажних автомобілів є важливою процедурою, яка впливає на керованість і стабільність руху транспортного засобу. Для перевірки кутів нахилу шворнів використовуються спеціальні інструменти і прилади. Встановлюють автомобіль на горизонтальну поверхню, перевіряють тиск у шинах, блокують задні колеса, піднімають передню частину автомобіля. Переконавшись, що передні колеса вільно обертаються перевіряють кут нахилу шворнів: встановіть на колесо спеціальний прилад для вимірювання кутів устанавки коліс (кутомір або інклінометр, загальний вигляд якого показано на рисунку 2.2). Закріплюють прилад на колесі відповідно до інструкцій виробника і обертають колесо, щоб переконатися, що прилад правильно встановлений і не зміщується під час вимірювання. Зазвичай цей кут повинен бути близько $8^\circ \pm 0,5^\circ$.

Кут між вертикальною площиною і віссю шворня в поздовжній площині у переважній більшості моделей повинен бути близько $2,5^\circ \pm 0,5^\circ$.



- а)** – схема для визначення розвалу коліс: В – відстань до вертикалі у верхній точці диска колоса, Г – відстань до вертикалі у нижній точці диска колоса; **б)** – схема для визначення поздовжнього нахилу шворня; **в)** – схема для визначення сходження і найбільшого можливого кута повороту коліс: Б – відстань у горизонтальній площині між дисками коліс спереду осі, А – відстань у горизонтальній площині між дисками коліс ззаду осі.

Рисунок 2.1 Схема перевірки основних параметрів контролю установлення передніх коліс



Рисунок 2.2 Вимірювач кута нахилу елементів конструкції автомобіля
інклінометр Finder Tool

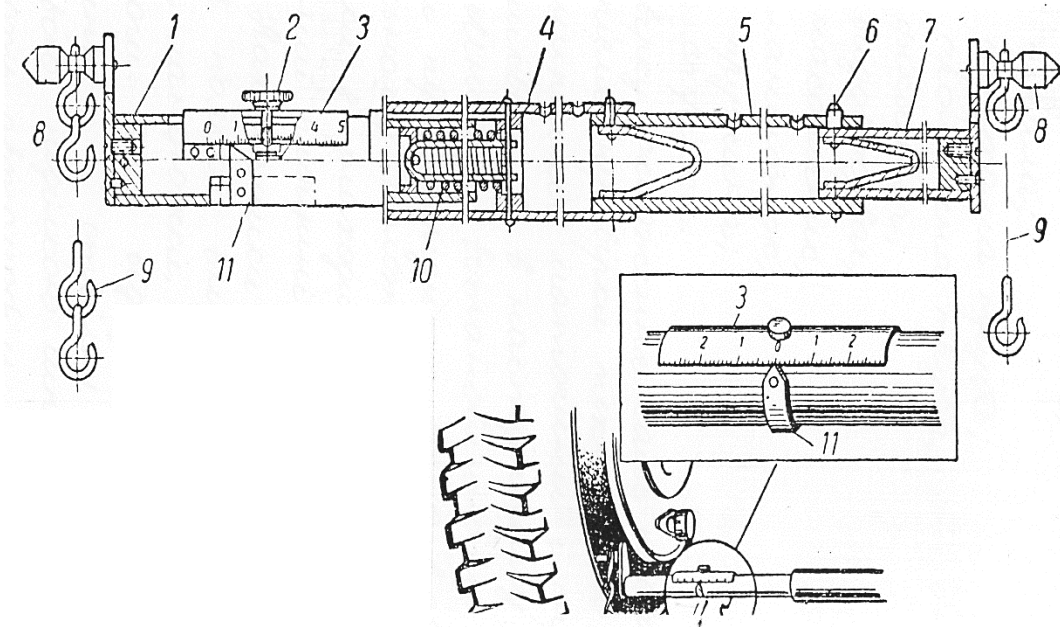
Якщо кути нахилу шворнів виходять за межі допусків, необхідно перевірити стан компонентів передньої осі (шворні, втулки, балки) і провести відповідні регулювання або заміну зношених деталей.

Для відновлення нормативних значень кута нахилу шворнів необхідно замінити непридатні, зруйновані, зношені або деформовані деталі. У рідкісних випадках, коли при заміні деталей кут нахилу повністю не відновлюється, можна використовувати сталевий клин, вкладений між ресорою і площадкою балки передньої осі. У разі використання прокладок важливо, щоб вони надійно кріпилися до балки.

Зазор між верхнім торцем отвору балки і нижнім торцем верхнього вуха поворотного кулака не повинен бути більшим допустимого значення (0,12 – 0,20 мм). Величину цього зазору регулюють в процесі складання за допомогою набору регульовальних металевих прокладок.

Контроль сходження коліс проводять за різницею розмірів А і В між внутрішніми краями дисків коліс. Вимірювання проводять в горизонтальній площині на рівні осі цапф передніх коліс. Різниця між А і В розмірами повинна знаходитись в межах 0-3 мм.

Найбільш простим і доступним пристроєм для перевірки сходження коліс є спеціальна телескопічна лінійка яка показана на рисунку 2.3



1 – труба рухома внутрішня; 2 – гвинт фіксуєчий; 3 – шкала накладна; 4 – труба нерухома; 5 – труба проміжна; 6 – фіксатор подовжувача; 7 – подовжувач; 8 – наконечник установочний; 9 – ланцюжок; 10 – пружина розпiрна; 11 – стрiлка-показчик

Рисунок 2.3 Контроль сходження коліс телескопічною лінійкою

Сучасні вантажні автомобілі обладнані електронними системами, що контролюють різні аспекти роботи автомобіля. Підключення до діагностичного комп'ютера дозволяє: зчитувати коди помилок; перевіряти стан датчиків та електронних компонентів; проводити тестові процедури для різних систем автомобіля.

Якщо говорити про технологічне обладнання для діагностики передніх осей то його серійно виробляється декілька десятків найбільш відомих і поширених марок і моделей.

На рисунку 2.4 показано загальний вигляд універсального електронного стенда AXIS4000. Система регулювання коліс AXIS4000 є найновішою та інноваційною розробкою від НАВЕКА. Цей продукт вищого класу є результатом багаторічного досвіду в області мобільних систем для регулювання кутів установки коліс. Ця високоякісна система розвал-сходження дозволяє отримувати в реальному часі дуже точні та швидкі вимірювання. Забезпечується швидке вимірювання загального і одиночного сходження, середнього положення рульового механізму, кута поздовжнього нахилу осі повороту колеса, розвалу, кута поперечного нахилу шворня, кута тяги, максимального повороту рульового колеса, а також перпендикулярності та зміщення осей.

Вимірювання відбувається в положенні "в русі" - немає необхідності піднімати автомобіль. Різні конструкції магнітних ніжок забезпечують швидке встановлення на сталеві диски. Запатентований затискний пристрій з захоплювачами PROCLAMP ідеально підходить для алюмінієвих дисків. Обертові камери на 360° гарантують миттєвий запис фактичних даних. Друк показує показання налаштувань "до" і "після". Показання записуються і передаються за допомогою радіопередачі безпосередньо на друк. Вимірювання може початися після того, як камери з затисками були встановлені на автомобіль, а шкали були вирівняні з автомобілем за допомогою програмного забезпечення. Просте переміщення камери записує всі фактичні дані і передає їх безпосередньо в програму. Додаткове обладнання, яке входить у стандартну комплектацію постачання включає:

- комплект для вантажних автомобілів та автобусів - використання технології камери значно спрощує регулювання кутів установки коліс, і корекція цих транспортних засобів може здійснюватися швидко;

- комплект для регулювання коліс на причепах з додатковими адаптерами: кут сходження, кут поздовжнього нахилу осі повороту колеса, перпендикулярність і зміщення осей – все можна швидко та точно виміряти.

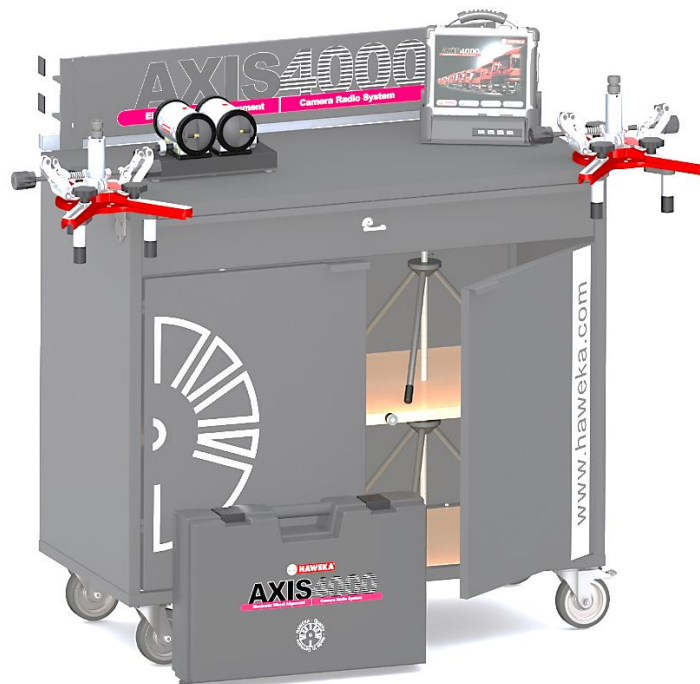


Рисунок 2.4 Загальний вигляд універсального електронного стенда AXIS4000 в складеному положенні

Основні переваги стенда розвал-сходження HAWEKA AXIS4000 PREMIUM полягають в наступному [18]. Метод вимірювання та регулювання кутів нахилу коліс і розташування осей - відносно центральної осі транспортного засобу. Використовуючи цей метод, також точно виставляється центральне положення рульового колеса. Це, поряд з регулюванням сходження, одна з основних процедур, які необхідно виконати при роботах з регулювання кутів установки коліс комерційного транспорту. Даний метод вимірювання підвищує точність вимірювань, що призводить до більш правильної регулювання кутів. Правильне регулювання кутів дозволяє знизити витрату палива, зменшити знос шин, поліпшити комфорт водія і зменшити знос елементів управління автомобілем.

На рисунку 2.5 показано окремі комплектуючі універсального електронного стенда AXIS4000



Рисунок 2.5 Окремі комплектуючі універсального електронного станда AXIS4000

На рисунках 2.6, 2.7 показано варіанти застосування елементів станда під час виконання контрольних операцій.

Використання станда НАВЕКА не потребує компенсації биття колеса. Тобто не потрібно піднімати вантажівку. Піднімати вантажівку не рекомендується, оскільки в цьому випадку положення шворнів не буде відповідати їх робочому положенню. Щоб уникнути компенсації биття, колісні адаптери ProClamp з камерами кріпляться на маточну частину колісного диска за допомогою магнітних ніжок. Це унікальна запатентована технологія НАВЕКА. Відомо, що маточна частина диска не піддається деформації. Кожна магнітна ніжка здатна витримати зусилля на відрив до 30 кг. Завдяки спеціальним зачепам колісні адаптери ProClamp легко закріплюються на легкосплавних дисках. Це також запобігає падінню камер під час експлуатації. Завдяки цій унікальній технології не потрібно прокочувати автомобіль для проведення компенсації биття, що дозволяє

використовувати стенди НАВЕКА в СТО з обмеженою довжиною приміщення для діагностики і технічного сервісу [3,7,8,18,24,25].



Рисунок 2.6 Варіанти застосування елементів стенда під час виконання контрольних операцій

Унікальна технологія кріплення захоплювачів на колесо, а також відсутність необхідності піднімати і прокочувати транспортний засіб дозволяє експлуатувати стенди на обмеженій площі. Стенди поставляються в мобільних ящиках і шафах на колесах, що сприяє їх мобільності. Стенди можуть використовуватися як пристрої для діагностики підвіски при організації виїзного діагностичного центру.



Рисунок 2.7 Варіанти застосування елементів станда під час виконання контрольних операцій

Унікальна інфрачервона цифрова камера використовується як засіб вимірювання. Камера є високоточним вимірювальним приладом і призначена спеціально для вимірювання всіх кутів установки коліс. На відміну від лазера і CCD-головки, камера дуже мініатюрна. В ній немає рухомих частин, тому падіння камери на підлогу не призведе до її виходу з ладу. Камера здатна витримати багаторазові падіння з висоти 1 метр (результат тестових випробувань - камеру 100 разів кидали з висоти 1 метр, при цьому розбилося тільки захисне скло, сама камера зберегла повну працездатність). Камера герметична, тому їй не страшна вода і пил. Заряд батареї розрахований

мінімум на 10 годин роботи. Камера оснащена джерелом інфрачервоного випромінювання, тому може функціонувати в повній темряві або при слабкому освітленні. Ця характеристика, хоч і не має практичного застосування, все ж є. Отримані результати вимірювань аналізуються мікропроцесором, що знаходиться у вимірювальній пристрої камери, і передаються в комп'ютер за допомогою бездротового зв'язку через виділений радіоканал. В результаті розрахунків мікропроцесора видаються параметри, які потім обробляються комп'ютером для обчислення кутів установки коліс.

На рисунку 2.8 показано яку зображення результатів діагностики можна побачити на моніторі стенда

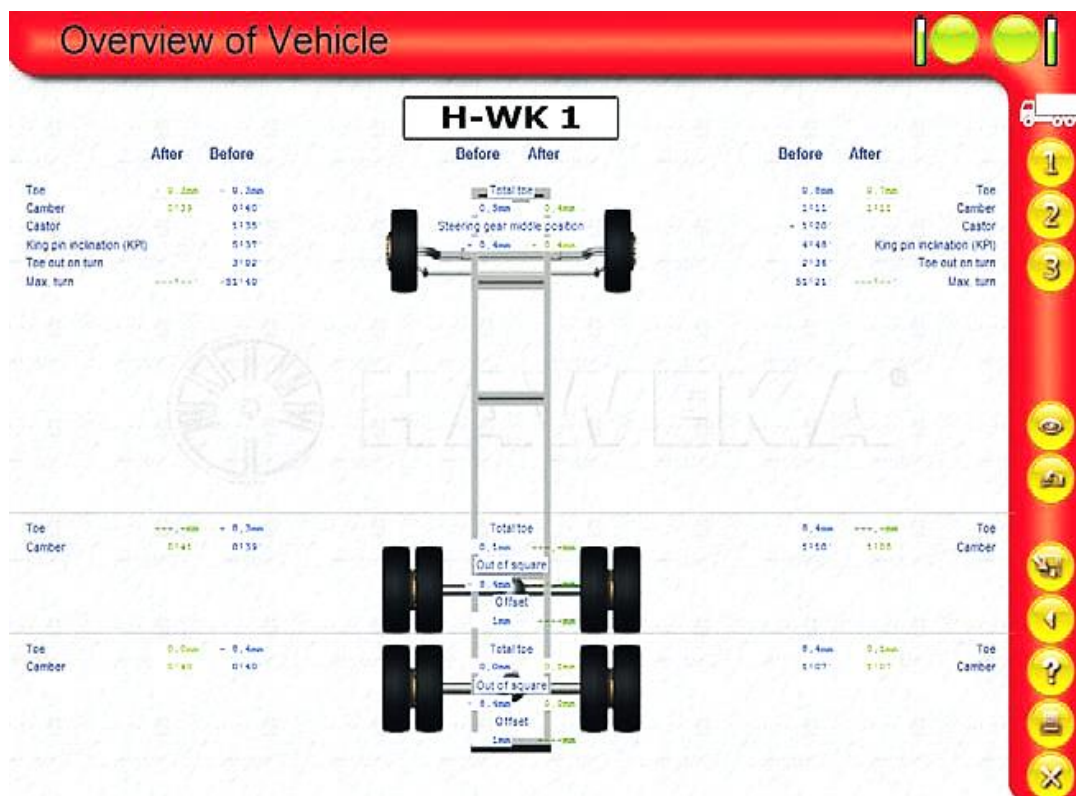


Рисунок 2.8 Зображення результатів діагностики на моніторі стенда

Камера стенда оснащена гіроскопом і кількома електронними інклінометрами. Гіроскоп використовується для збільшення кутового діапазону для обчислення максимального кута повороту коліс керованої осі. Електронні

інклінометри використовуються для обчислення розвалу і кутів поздовжнього і поперечного нахилу шворня.

Високотехнологічний стенд дозволяє здійснювати всі вимірювання і регулювання точно і швидко в режимі реального часу. Будь-які зміни в регулюваннях миттєво відображаються на дисплеї комп'ютера. Спеціальне програмне забезпечення допомагає оператору крок за кроком пройти весь процес вимірювань. Результат вимірювань до і після регулювань, а також індивідуальні дані про автомобіль відображаються в спеціальному звіті. Звіт з усіма даними можна роздрукувати або зберегти на жорсткому диску.

Для вимірювання всіх кутів і положення осей двовісної вантажівки потрібно всього 10 хвилин. Програмне забезпечення з підказками виключає помилки в роботі фахівця, що здійснює регулювання кутів, що значно підвищує продуктивність.

Інша значна перевага стенда НАВЕКА AXIS4000 полягає в тому, що, здійснивши незначну модернізацію, є можливість вимірювати геометрію рам вантажівок і причепів. Інформація про проведені вимірювання надходить в комп'ютер, а результат представляється у вигляді 3D креслення. Такий звіт зручний для надання в страхові компанії при визначенні страхових випадків. Більшість інших стендів розвал-сходження не мають такої опції. Також за допомогою додаткових комплектів можна вимірювати кути установки коліс на напівпричепках і причепах, автобусах і вантажівках з алюмінієвими рамами, легких вантажівках. Без проблем можна обслуговувати будь-який транспортний засіб з будь-якою кількістю керованих осей.

Однак слід відзначити, що на даний час вартість дано стенда становить 1 207,7 тисяч гривень. Очевидно, що придбати такий стенд є проблематичним для багатьох власників автомобілів. Тому актуальним є питання розробки більш доступного технологічного оснащення яке можна було б використовувати для номенклатури автомобілів наявного парку.

3. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Визначення технічного стану спряжень

Визначення технічного стану спряжень поворотних кулаків зі шворнями та підшипників маточини є досить кропіткою роботою, яка потребує від виконавця роботи знання будови передніх осей вантажних автомобілів, а також практичних навиків у визначенні контрольованих параметрів.

На практиці в більшості випадків для визначення зазорів в з'єднаннях шворнів використовують пристрої для кріплення індикаторів годинникового типу, водяні рівні і кутоміри для визначення кутів нахилу шворнів та телескопічні лінійки для заміру

Якщо за допомогою домкратів піднімають один бік балки осі, а потім інший до повного розвантаження коліс то балка, шворні, поворотні цапфи і всі закріплені на них елементи займають орієнтацію, що не відповідає їх робочому положенню. Тобто в такому положенні змінюється напрям дії сил тяжіння, їх складових та результируючих. Наявність зазору в спряженнях, втулка поворотної цапфи і шворня, обумовлює можливість коливання поворотної цапфи. У піднятому положенні відносний кут розвалу є більшим, а в опущеному положенні він стає меншим від регламентованого значення або навіть від'ємним. Так як за існуючою технологією величину радіального зазору визначають як різницю показів індикатора, то ці покази можуть бути недостовірними, через те, що під час опускання за рахунок сил тертя між покриттям і колесом, останнє відходить у протилежне крайнє положення. Крім того прийнята схема встановлення приладу Т-1 створює певні незручності під час діагностування. Практикують також технологію визначення радіального зазору в спряженнях шворнів, яка полягає в тому, що колесо з поворотною цапфою коливають, прикладаючи протилежне за напрямком зусилля в нижній і у верхній частині колеса. Однак зважаючи на те, що вага поворотної цапфи

разом з колесом від 1520Н до 2600Н (залежно від моделі автомобіля), стає очевидним, що виконання такої роботи не під силу одному робітникові.

Стосовно конструктивної частини кваліфікаційної роботи, ми маємо за мету запропонувати таку конструкцію пристрою, який дав би можливість з необхідною точністю визначити контрольовані параметри спряжень за умови виконання робіт одним робітником.

3.2. Обґрунтування основних параметрів стенда

В умовах парку автомобілів різних марок, за умови, що кожна марка представлена не дуже великою чисельністю, потрібно мати універсальне обладнання яке можна швидко переналагодити. Тому спочатку проведемо аналіз особливостей конструкції передніх осей і дамо порівняльну характеристику їх параметрів. Виходячи з технології діагностування спряжень передніх мостів нам потрібно мати дані, які умовно можна розділити на дві групи: геометричні параметри і вагові параметри. До геометричних параметрів віднесено наступні: ширина колії, кліренс, діаметр диска колеса, розміри шини, розміри поворотної цапфи і шворнів. Віддаль між віссю шворня і площиною зовнішнього торця колеса.

Серед вагових параметрів приймаємо до уваги наступні: вагу автомобіля, що припадає на передню вісь, вагу поворотної цапфи в зборі, вагу колеса в зборі.

Основні параметри, що характеризують передні мости вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності (3,5-15 тони) дають змогу прийняти для розрахунків наступні вихідні дані [3,7,8,24,25,27]:

- зусилля, що розвиває центральний домкрат повинно бути не менше 70000Н;
- зусилля, що розвивають бокові домкрати повинно бути не менше 3100Н;

- ширина трапу під передні колеса – 570мм;
- ширина трапу під задні колеса – 740мм;
- довжина горизонтальної частини трапу під задні колеса не менше 1800мм;
- діапазон переміщення бокових домкратів і елементів коливання від мінімальної колії, мм: 30; 22,5; 52,5; 60; 35; 61.

Всі елементи обладнання в неробочому стані повинні виступати над основою не більше ніж на 200 мм (враховуючи мінімальний можливий кліренс автомобілів).

Оскільки діагностування технічного стану передньої осі проводиться на робочому місці для технічного обслуговування оснащеному оглядовою ямою, то для виваження передньої осі в горизонтальне положення і проведення діагностування необхідно щоб обладнання являло собою монолітну конструкцію для одночасної незалежної роботи з обома поворотними цапфами. Крім того обладнання повинно без ускладнень монтуватись і демонтуватись в потрібному місці.

3.3. Будова і принцип дії стенда

Стенд складається з основи 1 (рисунок 3.1), яка являє собою зварну конструкцію з двох гнутих швелерів з'єднаних між собою п'ятьма пластинами привареними в нижній частині до торців швелерів з обох боків. На середній пластині встановлено центральний домкрат 2 прикріплений чотирма болтами 19. На двох крайніх пластинах основи 1 встановлені бокові домкрати 3, які утримуються від переміщення фіксаторами 5. До проміжних пластин основи 1 приварені вертикальні стояки, в які встановлені змінні вставки 4, на які встановлюється балка передньої осі. До вертикальних стояків основи 1 болтами 18 прикручені фіксатори 17, що утримують ланцюг 26. До вертикальної полки переднього швелера полки основи 1 з його зовнішньої

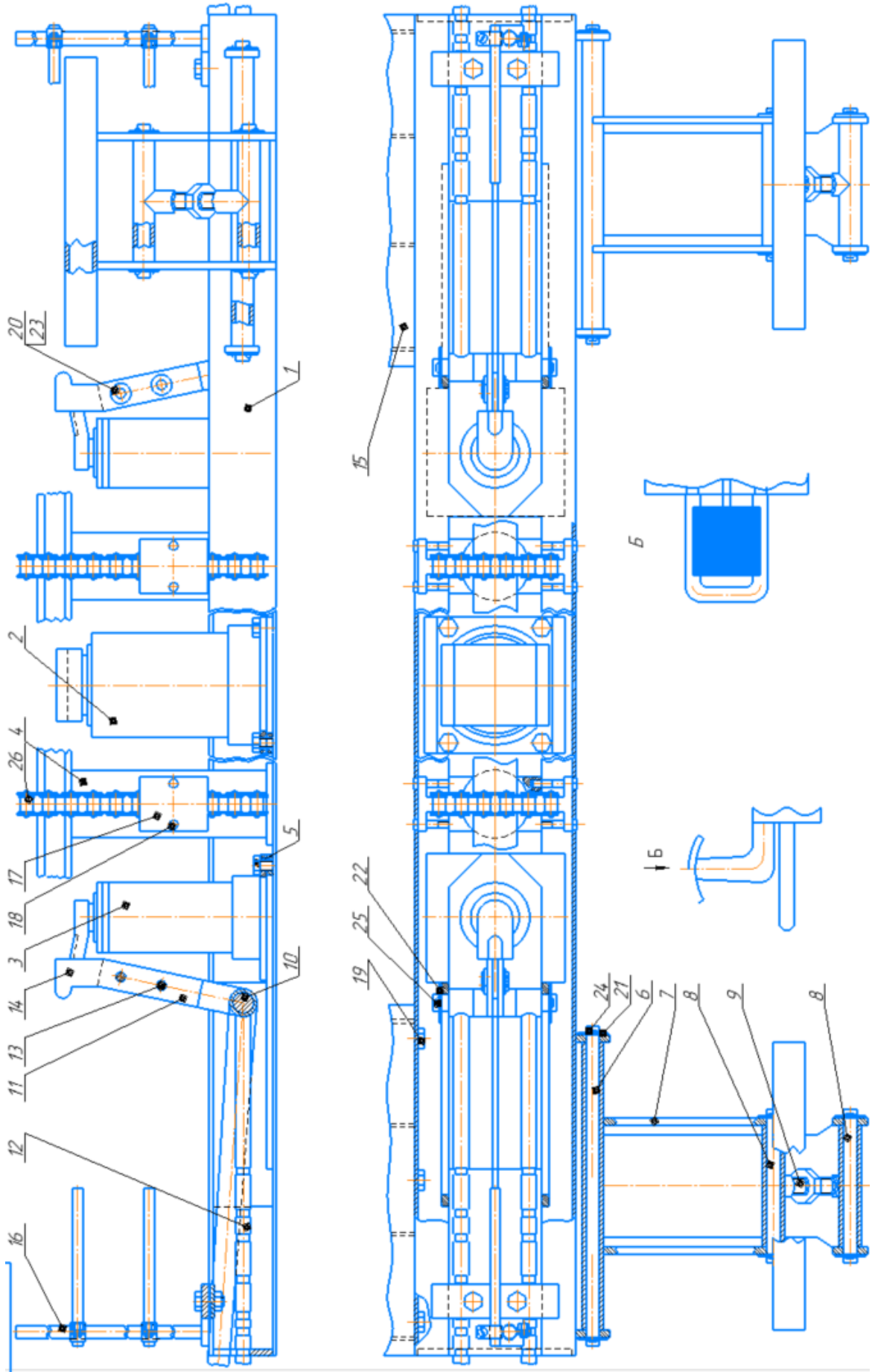


Рисунок 3.1 Загальний вигляд станда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

сторони приварені чотири вуха в які встановлені осі 6 з шайбами 21 і зафіксовані штифтами 24. На осях 6 встановлені опори коліс 7 в щоках яких встановлені осі 8 на яких встановлено один кінець регулювальної тяги 9, а другий кінець аналогічно приєднаний до гойдала 12. До задньої сторони основи болтами прикріплені два трапи 15. Біля торців швелерів основи 1, на їх верхніх полицках встановлені штативи 16.

Центральний та бокові домкрати (рисунок 3.2, 3.3) мають аналогічну будову і відрізняються лише типорозмірами і конфігурацією опор 7 і кришок опорних 4. В опорі кришки 4 вкручені циліндри 1 і штуцери 9. В циліндрах 1 розміщені внутрішні циліндри 2, в яких аналогічним чином розміщені поршні 3 у подовжувачі яких вкручені опори 7. У верхні частини циліндрів 1 і внутрішніх циліндрів 2 вкручені відповідно кришки 5 та 6.

Пристрій може бути встановлене на горизонтальному майданчику або на оглядовій ямі і працює наступним чином. Основа 1 встановлюється перпендикулярно і симетрично до повздовжньої осі оглядової ями. Бокові домкрати 3 фіксують у гніздах відповідно до марки автомобіля пересунувши їх в потрібному напрямку. При переналагодженні на іншу марку автомобіля піднімають скобу переміщення гойдала 12 і ними переміщують гойдало в потрібне місце і фіксують опустивши скобу 12 в горизонтальне положення так, щоб її шийки увійшли в пази основи 1.

В двох плечі важелів 11 встановлюють відповідні подовжувачі 14. Трапи під задні колеса встановлюють відповідно до бази автомобіля і ширини колії задніх коліс. Обертаючи різьбову тягу 9 встановлюють в потрібне положення, залежно від діаметра колеса, опору колеса 7. Штативи 16 і їх штанги розводять в крайні зовнішні положення. На мінімально можливій швидкості заїжджають на оглядову яму, в якій повздовжні напрямні труби виставлені на ширину колії передніх коліс автомобіля і зупиняють автомобіль в момент контакту передніх коліс з опорами 7. Після цього фіксують задані колеса опорами. Користуючись плунжерними ручними насосами від переносного гідравлічного преса Р324,

Загальний вигляд станда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

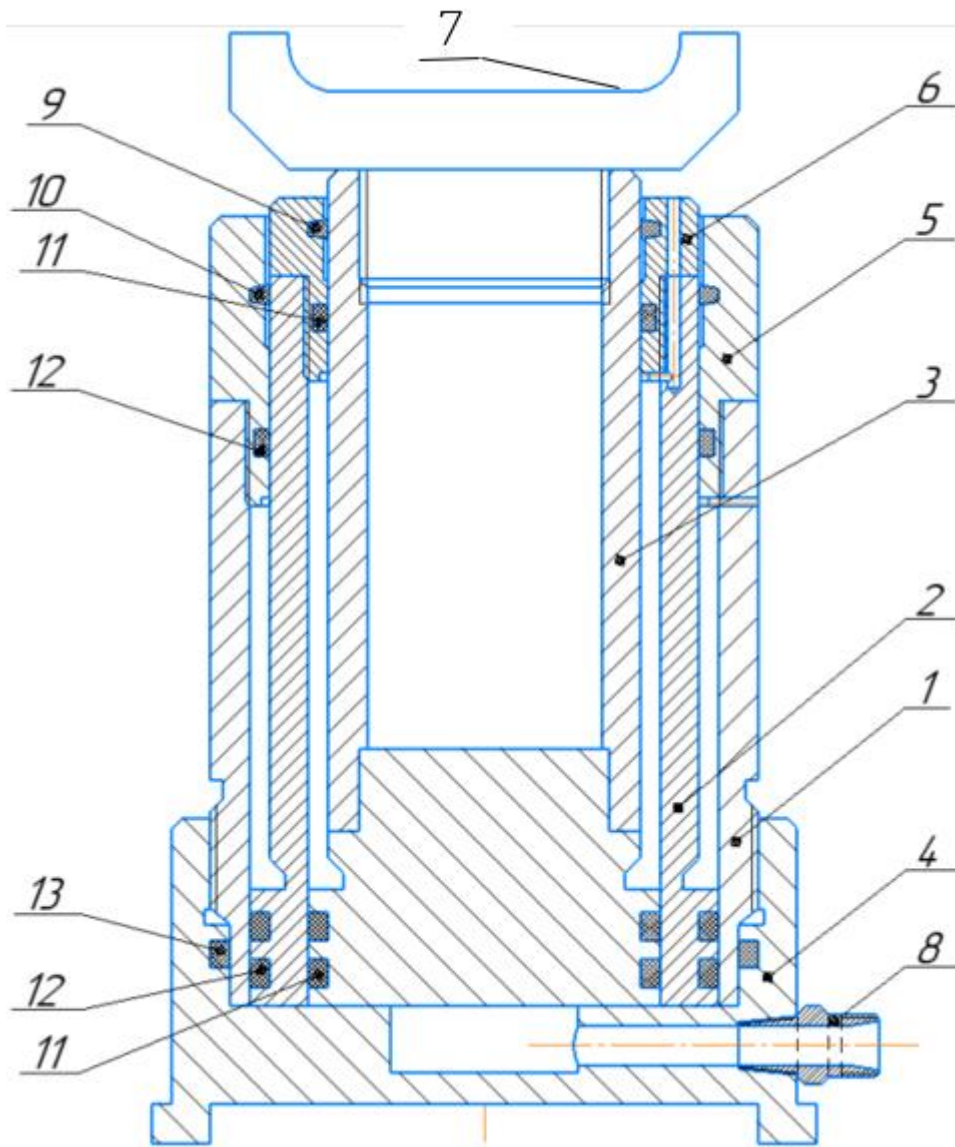


Рисунок 3.2 Домкрат центральний станда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

переключивши додатковий розподільник подають робочу рідину в центральний циліндр 2 і піднімають передню вісь автомобіля на 60..100 мм. У вертикальні стояки основи 1 встановлюють змінні вставки 4, що відповідають марці автомобіля який обслуговується. Опускають передню вісь автомобіля на змінні вставки 4, перекидають через неї вільний кінець ланцюга 26 і затискають його фіксатором 17 за допомогою болтів 18, що є необхідним для

того, щоб бокові домкрати не при піднімали вісь автомобіля під час діагностування. Для забезпечення натягу ланцюга між ним і балкою осі можна встановити додаткові підкладки. Переключивши гідро розподільник в положення бокових домкратів встановлюють редуційний клапан у положення, що відповідає марці діагносту вального автомобіля. Штативи 16 підводять до коліс, розсунувши штанги по висоті так, щоб вони впирались в торці коліс і записують покази шкали кожної штанги. За цими показниками визначають розвал коліс у вільному стані. Після цього натискають на педель двох плечового важеля 11 і подовжувачами 14 розводять нижні торці коліс та записують покази шкали кожної штанги. Потім відпускають педаль двох плечового важеля і блокують гальма автомобіля в положенні розведених колодок, натискають на педаль двох плечового важеля стенда і знову записують покази. Якщо при загальмованому і незагальмованому положеннях покази однакові, то роблять висновок про технічний стан спряження шворінь-втулка. Закріпивши на нижній штанзі штатива 16 індикатор годинникового типу, натискають на двох плечовий важіль 11 і встановивши індикатор на „нуль” подають робочу рідину в боковий циліндр 3 внаслідок чого поршень гідроциліндра з видовбувачем і опорою рухається вгору, впирається в нижню кришку шворня і переміщує цапфу в гору до усунення зазору в спряженні поворотна цапфа – опорний підшипник – балка осі. Індикатор покаже осьовий зазор. Після цього звільняють педаль двох плечового важеля 11 і переключивши гідро розподільник опускають боковий домкрат 3. Далі відпускають болти 18 і відсунувши фіксатор ланцюга 17 забирають ланцюг з балки осі, перемикають гідравлічний розподільник і подають масло в центральний гідроциліндр 2, і піднімають передню вісь на висоту достатню для виймання із стояків вставок 4. Опускають передню вісь і звільняють центральний домкрат 2, відводять штативи 16, забирають опори з під задніх коліс і виїжджають автомобілем за межі місця.

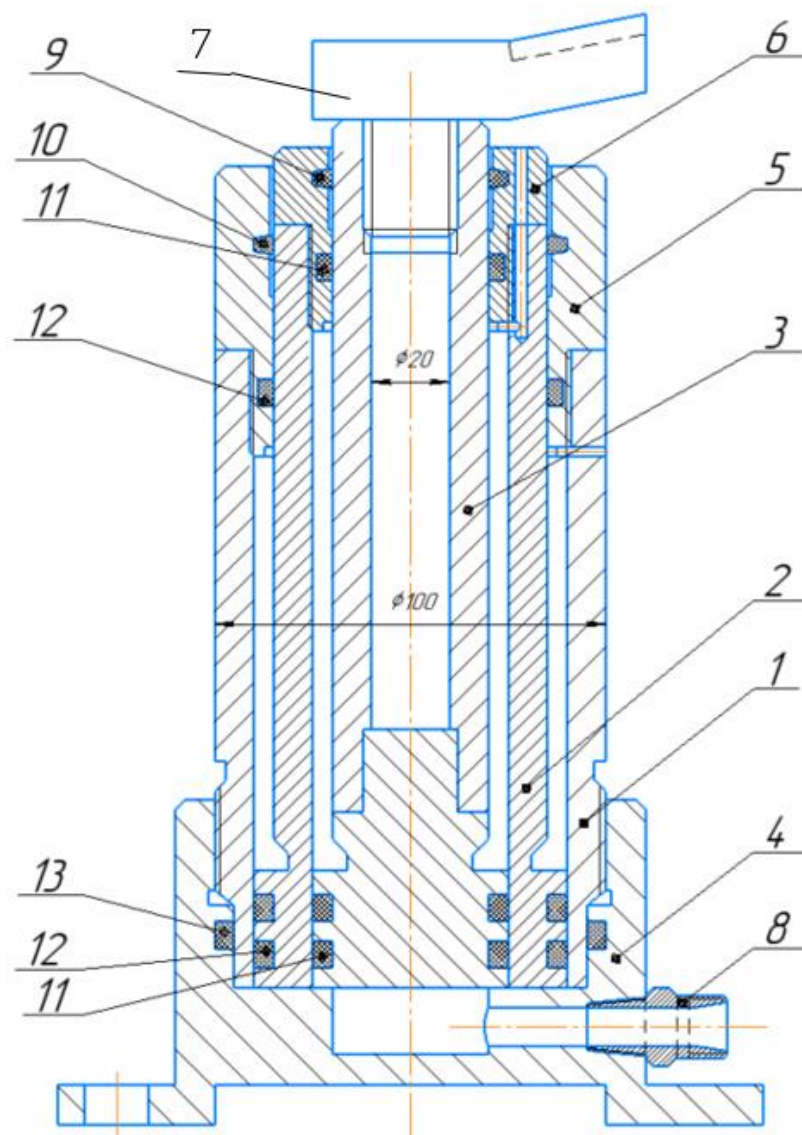


Рисунок 3.3 Домкрат боковий стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

3.4. Розрахунок елементів конструкції обладнання

Зважаючи на особливості конструкції розробленого обладнання і технологію його використання вважаємо, що необхідно провести перебірковий розрахунок гідроциліндрів на зусилля, яке вони можуть розвивати. Крім того бокові гідроциліндри потрібно зрівноважити за робочим тиском на зусилля, яке вони мають розвивати для переміщення поворотної

цапфи разом з колесом при діагностування передніх мостів автомобілів різних марок. Так як основа I обладнання встановлюється на оглядовій ямі, то необхідно провести розрахунок її елементів за допустимими напруженнями згину.

3.4.1. Розрахунок домкратів

Зусилля, що передається подовжувачем через опору визначається з виразу [4,5,9,16]:

$$F = p \cdot 0,785 \cdot D^2 \cdot K_p \cdot K_z, \quad (3.1)$$

де p – номінальний тиск напору робочої рідини, який для насоса P324, що працює в комплексі з гідравлічним розподільником не повинен бути більшим $P=20$ МПа;

D – діаметр колеса, мм;

K_p – коефіцієнт забезпечення робото здатності, $K_p = 0,92$

K_z – коефіцієнт запасу потужності, який враховує втрати на створення прискорення під час підйому, $K_z = 0,88$.

Підставивши відповідні значення у формулу (3.1) визначимо зусилля, яке розвиває центральний домкрат:

$$F_u = 20 \cdot 0,785 \cdot 90^2 \cdot 0,92 \cdot 0,88 = 102957 \text{ Н}$$

Зусилля, що зможуть розвивати бокові домкрати становить:

$$F_b = 20 \cdot 0,785 \cdot 50^2 \cdot 0,92 \cdot 0,88 = 31777 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу потужності домкратів визначаємо з виразу:

$$K_{зп} = \frac{F}{F_\phi}, \quad (3.2)$$

де F – розрахункове зусилля, що створюється домкратом, Н

F_ϕ – зусилля, необхідне для виконання функції, Н

$$K_{зпц} = \frac{102957}{70000} = 1,47$$

$$K_{зпб} = \frac{31777}{3100} = 10,2$$

Тиск на який потрібно відрегулювати редукційний клапан для управління боковими домкратами залежно від моделі автомобіля визначаємо за формулою [24]:

$$P = \frac{F_j}{0.785 \cdot D \delta^2 \cdot K_p K_3} \quad (3.3)$$

де F_j – вага цапфи з колесом даної марки автомобіля, Н;

– визначимо тиск в магістралі бокових домкратів для діагностування передньої осі з мінімальною вагою

$$P_{\text{мін}} = \frac{1520}{0.785 \cdot 50^2 \cdot 0.92 \cdot 0.88} = 0,96 \text{ МПа}$$

– проводимо розрахунок для представників різних марок автомобілів з певним кроком зміни ваги елементів передніх осей отримуємо наступні значення: $P_1=1,26$ МПа; $P_2=0,42$ МПа; $P_3=1,56$ МПа; $P_4 =1,69$ МПа; максимальне значення має місце для автомобіля КрАЗ $P_{\text{КрАЗ}}=1,95$ МПа.

3.4.2. Розрахунок основи стенда

Розрахунок основи обладнання проводимо за напруженнями згину, які можуть виникати в елементах основи у випадку дії навантажень на передню вісь автомобіля, під час піднімання її центральним домкратом. Схема для розрахунку подана на рисунку 3.4.

Напруження згину, як відомо, визначають за формулою [25]:

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{0,5 \cdot F \cdot l}{W}, \quad (3.4)$$

де F – зусилля, прикладене на плечі l , мм;

l – плече дії сили в січенні, яке рівне в даному випадку половини ширини оглядової ями $l=0.5 \cdot B=0.5 \cdot 110=55$ мм;

W – момент опору січення, мм³;

Силу, що діє на основу визначаємо з виразу:

$$F = F_a + F_{HO} + F_d \quad (3.5)$$

де F_a – навантаження на передню вісь автомобіля, $F_{amax} = 68300$ Н;

$F_{но}$ – вага передньої осі автомобіля разом з колесами, $F_{нотмах} = 6420$ Н;

F_{∂} – вага центрального домкрата, $F_{\partial} = 256$ Н;

$$F = 68300 + 6420 + 256 = 74976 \text{ Н}$$

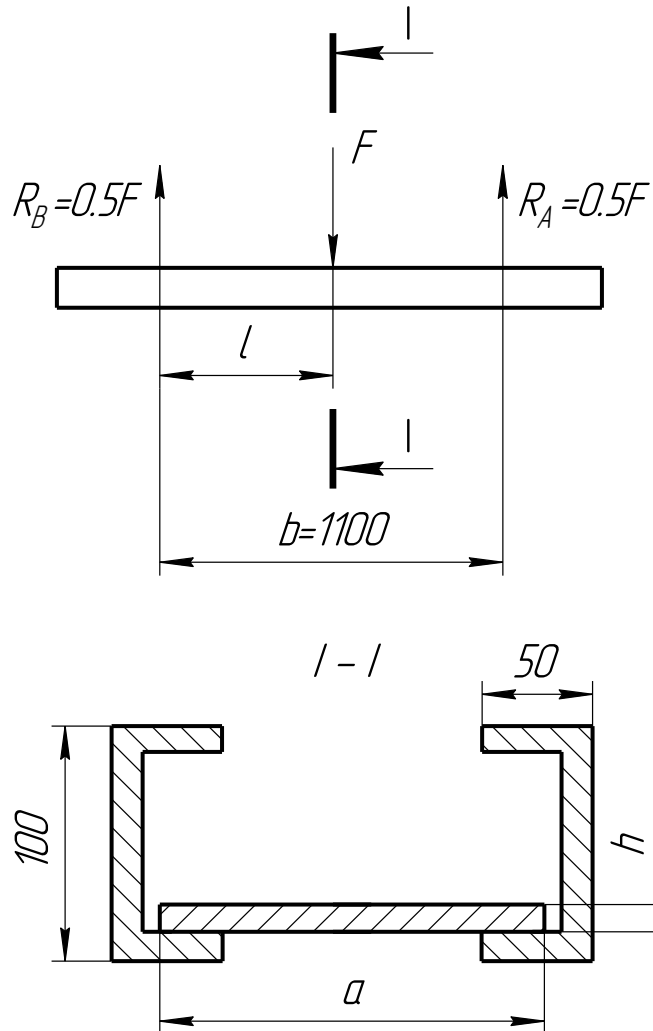


Рисунок 3.4 Схема для розрахунку основи

Момент опору січення визначають з виразу:

$$W = 2W_1 + W_2 \quad (3.6)$$

Де W_1 – момент опору швелера, який визначаємо з довідника;

$$W_1 = 22290 \text{ мм}^3;$$

W_2 – момент опору пластини, що визначається з виразу:

$$W = \frac{a \cdot h^2}{6}, \quad (3.7)$$

де a – ширина пластини основи, $a = 210$ мм;

h – товщина пластини основи, $h = 10$ мм;

$$W = \frac{210 \cdot 10^2}{6} = 3500 \text{ мм}^3$$

Підставивши отримані значення у попередню формулу (3.4) визначаємо напруження згину:

$$\sigma_{зг} = \frac{0,5 \cdot 74976 \cdot 550}{2 \cdot 22290 + 3500} = 42,8 \text{ МПа}$$

Так як допустиме напруження згину для матеріалу даної конструкції становить $[\sigma_{зг}] = 108$ МПа, то умова міцності даної деталі задовольняється.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація охорони праці визначається специфікою діяльності ремонтного підрозділу, але в будь-якому випадку необхідно чітко дотримуватись вимог стосовно ведення документації, проведення інструктажів, контролю відповідності регламентованих параметрів, виконання заходів, спрямованих на покращення стану безпеки життєдіяльності.

Що стосується основних вимог для підрозділів технічного сервісу, то вони визначаються технологічним процесом і можуть бути сформульованими наступним чином [7,10,17].

Під час заїзду автомобіля на оглядову яму в напрямку його руху ніхто не повинен знаходитись. Відразу після заїзду автомобіля двигун повинен бути вимкнений і відключена акумуляторна батарея. Під задні колеса необхідно встановити опори з обох боків і перевірити чи немає підтікання і мастила. Після піднімання передньої частини автомобіля потрібно відразу поставити підставки. Оглядові ями за межами автомобілів потрібно накрити настилами. Під час перевезення передніх мостів на візках з гідрокраном не допускається знаходитись в зоні можливого опускання моста і стріли. Під час виїзду автомобіля прогрів двигуна можна проводити лише за умови використання відсмоктувального рукава, закріпленому на випускному трубопроводі.

4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів розбирання автомобіля

Технологічний процес заміни вузлів і агрегатів включає наступні операції:

- миття і очищення деталей агрегатів і вузлів та кріпильних деталей;

- виконання допоміжних операцій для створення доступу до вузлів, що потребують заміни;

- готування і встановлення технологічного обладнання;
- виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів;
- контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей;
- транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни.

У процесі виконання вище перелічених операцій можуть виникати такі травмонебезпечні ситуації [7,10,17]:

- під час миття, очищення деталей та зливання технологічних робочих матеріалів:

- розбризкування мийного розчину або технологічних матеріалів і попадання їх на обличчя, руки та інші відкриті ділянки тіла;

- загоряння мийного розчину на основі горючих матеріалів або технологічних рідин;

- забруднення робочого місця;

- під час виконання допоміжних операцій для створення доступу до агрегатів і вузлів, що потребують заміни:

- наявність на деталях місць відколювання, глибоких подряпин і стружки;

- падіння деталей і складальних одиниць;

- зіскакування ключів з граней гайок;

- підготовка і встановлення технологічного обладнання:

- намотування одягу на обертові деталі обладнання (силовий гвинт);

- затискання одягу або частин тіла елементами обладнання, падіння, перекидання обладнання;

- наїзд мобільним обладнанням на перешкоди, виконавців робіт або на інших присутніх осіб;

- виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:

- наявність на деталях відколювання, витиснутих елементів і стружки;

- зіскакування ключів з граней гайок;
- падіння деталей і складальних одиниць;
- під час виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:
- зіскакування ключів з граней гайок;
- наявність на деталях гострих кромek і відшарування металу;
- падіння деталей зі стола;
- під час контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей:
- випадання з рук мірного інструменту та пристроїв для дефектування;
- неправильне використання інструментів та пристроїв;
- під час транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни:
- падіння деталей і складальних одиниць з обладнання;
- перекидання обладнання разом з транспортованими вузлами;
- наїзд мобільним обладнанням на виконавців робіт або на інших присутніх осіб;
- наїзд мобільним обладнанням на інше обладнання, автомобілі або їх складові частини;

Небезпечні умови операції (НУ):

- використання шкідливих для здоров'я мийних розчинів (НУ₁):
- використання легкозаймистих речовин (НУ₂):
- несправні інструменти (НУ₃):
- несправне обладнання (НУ₄):
- порушення вимог безпеки праці (НУ₅):

Небезпечні дії (НД):

- розбризування мийного розчину, витікання технологічних рідин (НД₁):
- користування інструментом, що спричинює іскроутворення, значний нагрів або відкритого полум'я, паління цигарок (НД₂):
- та використання відкритого полум'я (НД₃):
- потрапляння горючих матеріалів на нагріті деталі:

- використання несправного обладнання (НД₅):

Небезпечна ситуація (НС):

- потрапляння агресивних речовин на шкіру та в очі (НС₁):
- займання горючих речовин (НС₂):
- зіскакування інструментів з деталей (НС₃):
- падіння деталей, інструментів обладнання або непередбачена траєкторія їх руху (НС₄):

їх руху (НС₄):

- необачні або невмілі дії виконавця (НС₅)

На підставі співставлення небезпечних умов операцій (НУ), небезпечних дій (НД), та небезпечних ситуацій (НС) складаємо модель процесу.

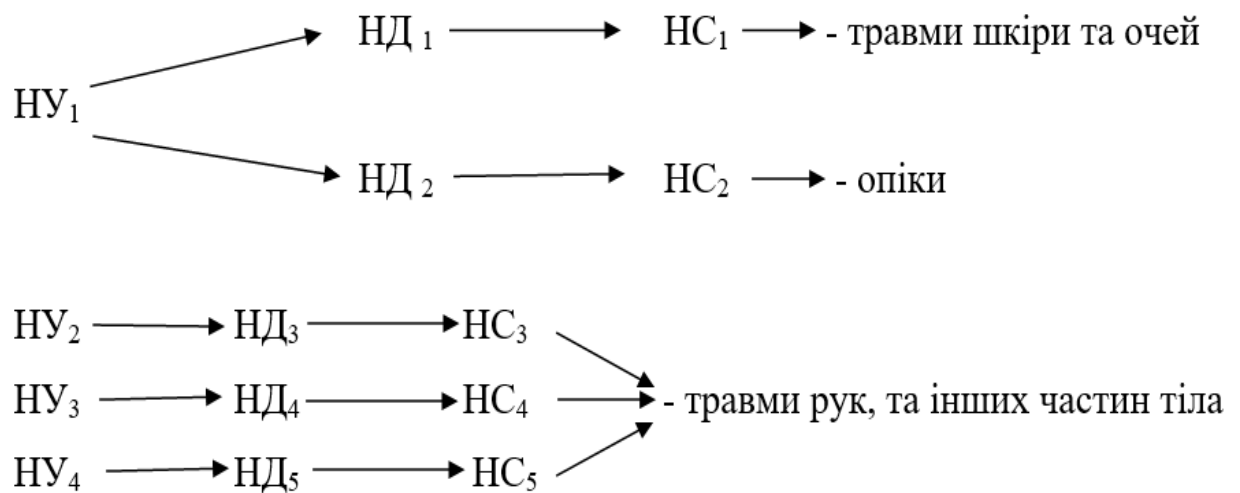


Рисунок 4.1. Модель процесу

4.2. Техніка безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту

Організовуючи робочі місця необхідно досягнути того, щоб робота виконувалась тільки раціональними короткочасними, легкими і безпечними рухами.

Інструменти треба розміщувати на поличках верстаків, шаф чи стелажів. На верстаті повинні знаходитись лише ті предмети, які виконується в даний час.

Конструкція інструментів та устаткування повинна забезпечувати максимальну продуктивність і безпеку праці.

Маса механізованих інструментів не повинна перевищувати 15 кг. Важчі інструменти треба підвішувати над робочим місцем чи монтувати на візках з механізмами зміни висоти і орієнтації. Недопустимим є неконтрольоване ввімкнення чи вимкнення інструментів.

Інструменти слюсаря-ремонтника мають бути зручними у користуванні і справними. Гайкові ключі повинні мати паралельні непошкоджені губки. Торцеві і накидні ключі не можна застосовувати, якщо вони мають деформовані захоплюючі елементи або зім'яті грані.

Розбирально-складальні стенди повинні надійно стояти на підлозі, агрегати чи вузли необхідно закріпити так, щоб уникнути їх падіння.

Лапки застосовуваних знімачів повинні міцно захоплювати деталь, яку знімають, а силовий гвинт повинен встановлюватись співвісно з валом, з якого знімають деталь, обертати гвинт треба плавно.

Працюючи з електроінструментом дозволяється в діелектричних рукавицях стоячи на діелектричному килимку, корпус інструменту необхідно заземлити. Для живлення переносних ламп напруга повинна бути не більше 36В.

Природна і штучна вентиляція повинна безвідмовно працювати забезпечуючи надійне видалення з виробничих приміщень шкідливих домішків, їх вловлювання та нейтралізацію, необхідний обмін повітря.

В приміщеннях виробничих дільниць повинні бути аптечки укомплектовані медикаментами для надання першої допомоги при нещасних випадках.

Недопустиме забруднення підлог легкозаймистими матеріалами, нафтопродуктами, захаращення проходів і виходів тарою, вузлами деталями чи відходами.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СТЕНДА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Розрахунковий економічний ефект визначаємо за формулою [1]:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де B_p – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.: Z_p – вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням стенда, грн.

Вартісна оцінка результатів за рік використання стенда визначається за формулою [1]:

$$B_t = C_t \times A_t \times P_t, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де C_t – економія коштів на діагностиці передньої осі: A_t – кількість одиниць використовуюваного обладнання в даному році, $A_t = 1$: P_t – річна продуктивність одного обладнання, шт.

Економію коштів від використання стенда [1]:

$$C_t = e_1 + e_2, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де e_1 – економія коштів на оплаті праці діагноста, грн.: e_2 – економія коштів за рахунок скорочення тривалості простою автомобіля в ремонті, грн.

Економію коштів за рахунок зменшення оплати праці визначаємо за формулою [1,2]:

$$e_1 = c_{np} \times (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де c_{np} – середня годинна тарифна ставка робітника зайнятого на діагностуванні, $c_{np} = 55$ грн. год.: t_1 – середня тривалість діагностування в даний час, $t_1 = 12,6$ год.; t_2 – середня тривалість діагностування з використанням розробленого обладнання, $t_2 = 11,8$ год.

Економію коштів за рахунок скорочення тривалості простою автомобіля визначаємо за формулою:

$$e_2 = v_n \times (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де e_n – мінімальні втрати від години простою, $e_n = 400$ грн/год.

Підставивши відповідні значення у формулу (5.4) і (5.5) отримаємо:

$$e_1 = 55 \times (2,68 - 2,4) = 15,4 \text{ грн.}$$

$$e_2 = 400 \times (2,68 - 2,4) = 112 \text{ грн}$$

Тоді середня економія коштів в 2025 році становитиме:

$$Ц_t = 44 + 240 = 127,4 \text{ грн.}$$

Загальну кількість запланованих перевірок технічного стану передньої осі визначаємо на підставі річного фонду часу робочого місця та трудомісткості (тривалості виконання роботи одним робітником) виконуваних операцій (річний фонд 2096 год, тривалість діагностики 2,68 год) [1, 2]:

$$П_t = 782 \text{ шт.} \quad (5.6)$$

$$B_{t2025} = 127,4 \times 1 \times 782 = 99626,8 \text{ грн.}$$

Вартісна оцінка витрат включає: вартість виготовлення конструкторської документації, вартість виготовлення технологічної документації, вартість основних матеріалів та комплектуючих, вартість виготовлення деталей, вартість складання, випробування та налагодження обладнання, вартість проведення організаційно-підготовчих робіт для запровадження обладнання у виробництво. Приймаємо для розрахунків, на підставі експертної оцінки, вартість витрат по першому року рівною 29000 грн, $З_{2025} = 29000$ грн

Приймаємо термін служби обладнання даного типу, $T = 6$ років.

Значення коефіцієнт приведення до розрахункового року α_t подано в таблиці 5.1 [1]

Вартість витрат для наступних років становитиме [1]:

$$З_t = З_{2026} \times \alpha_t \times 0,10, \text{ грн}$$

$$З_{2026} = 29000 \times 0,9091 \times 0,10 = 2636,39 \text{ грн}$$

Підставивши отримані значення у формулу (5.1) визначаємо річний економічний ефект за результатами першого 2025 року використання пристрою:

$$E_{p2025} = 99626 - 29000 = 70626,86 \text{ грн}$$

Результати розрахунків для решти років заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 - Показники економічної ефективності від використання стенда для діагностики передніх осей вантажних автомобілів

Показники	Роки використання пристрою						Разом
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
П _t - річна програма, шт.	782	782	782	782	782	782	4692
Ц _t -економія коштів, грн.	66,6	60,54	55,03	50,03	45,48	41,35	
α _t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	
В _t -вартісна оцінка результатів, грн.	99626,8	90570,7	82331,6	74849,6	68045,1	61858,3	477282
З _t - вартісна оцінка витрат, грн.	29000	2636,39	3057,68	2779,81	2527,1	2297,33	42298,3
Е _t -економічний ефект, грн.	70626,8	87934,3	79273,9	72069,8	65518	59561	434984

З таблиці 5.1 бачимо, що сумарний економічний ефект становитиме понад 434,98 тис. грн.

Строк окупності даного обладнання визначаємо з виразу [1]:

$$t_{ок} = (\sum Z_i / \sum E_i) \times 6, \text{ років} \quad (5.9)$$

$$t_{ок} = 42298,3 / 434984 \times 6 = 0,58 \text{ року}$$

Отже, строк окупності обладнання буде близько 7 місяців

ВИСНОВКИ

1. Аналіз конструкції передніх осей вантажних автомобілів показав, що вони мають дуже багато аналогічних за функціональним призначенням і подібних за геометрією деталей. Також їхній технічний стан характеризується однаковими показниками.

2. Технологія діагностування передніх осей вантажних автомобілів включає декілька основних етапів та методів для реалізації яких потрібно використовувати різні діагностичні прилади і інструменти як універсальні так і спеціальні

3. Спільним для всіх автомобілів є те, що для перевірки зазорів в поворотних кулаках (цапфах) найкращий результат можна отримати коли передні колеса не торкають основи майданчика чи дорожнього полотна

4. При сучасному контролі стану з'єднань передньої осі, який проводиться в господарствах, піднімають передню вісь з одного боку домкратом і визначають стан її з'єднань. Вісь не займає чіткого горизонтального положення і більшість контрольованих параметрів будуть із значною похибкою.

5. В роботі подано інформацію про сучасне діагностичне обладнання передових виробників, однак його ціна не є на даний час доступною для придбання невеликими автогосподарствами. Тому є актуальним виготовлення запропонованого нами обладнання для виставляння балки передньої осі в горизонтальне положення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Рижов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред.. В.К. Аветісяна Харків, ХНТУСГ, 2005 389 с
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. 2-е вид., доп. і перероблене. / В.Г. Андрійчук. Київ: КНЕУ, 2002. 624с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: Підр. для вищ. агр. закл. освіти II-IV рівнів акредитації за напрямом "Агрономія" / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – Київ: Урожай, 2002. – 324с.
4. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.
5. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
6. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: Афіша. 2005. 320 с
7. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. К44 Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. 400 с.
8. Коваленко В. М. К56 Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. Київ. Літера ЛТД, 2017. 224 с.
9. Коновалюк Д М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Підручник. Луцьк: ЛДТУ, 2001.- 564 с.

10. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — Київ.: Основа, 2006 — 448 с

11. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2/ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., та інші/ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. - Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 - 491с.

12. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І та ін.]. за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. -665с.

13. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій./ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник - Харків: ХНТУСГ, 2017. - 361 с.

14. Тищенко Л. М. Т 11 На допомогу фермерам. Практичні поради сервісу двигунів сільгосптехніки. / Л. М. Тищенко, А. Т. Лебедев, О. І. Сідашенко, С. О. Харченко, А. М. Антипенко, М. Г. Макаренко, О. М. Макаренко, Ю. М. Кулаков, П. С. Сиромятников, С. П. Сорокін, І. О. Шевченко, М. Л. Шуляк. За ред. Л. М. Тищенко - Харків.: «Міськдрук», 2014, - 224 с.

15. Чухрай В.Є. Визначення кількості можливих варіантів послідовностей виконання операцій розбирання об'єкта ремонту/Інженерія аграрного виробництва у вимірах бережливості. Колективна монографія / За ред. О.Д.Семковича, О.В.Сидорчука, І.М. Флиса, С.Й.Ковалишина. Львів: Львів. держагроуніверситет.2006. - С. 267-290

16. Шкельов Л. Т. та ін. Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л. Т. Шкельов, А. М. Станкевич, Д. В. Пошивач.— ЗАТ «Віпол», 2011.— 456 с.

17. Ярошевская В.М., Чабан В.Й. Охорона праці в галузі. Навч. Посібник. – Київ.: ВД «Професіонал». – 2004. – 288 с
18. <http://imesg.gov.ua>. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» [Електронний ресурс]
19. <http://naas.gov.ua/> Національна академія аграрних наук України [Електронний ресурс]
20. SERDI (serdi.com): / верстати для ремонту головок блоків
21. EngineBuilderMag.com: / обладнання для ремонту головок блоків двигунів
22. Rottler Manufacturing: / (rottlermfg.com): обладнання для ремонту
23. Sunnen (sunnen.com): / точне обладнання для ремонту двигунів
24. EngineBuilderMag.com: / інформація про обладнання для ремонту автомобілі і їх вузлів
25. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: підручник. – 6-те вид. Київ. Либідь, 2006. 400 с.
26. Коваленко В. М. Вантажні автомобільні перевезення: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін, Н. Б. Машика. Київ: Літера ЛТД, 2006. 304 с
27. Дудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підруч. / О. А. Дудченко. Київ: Знання-Прес, 2003. 511с.