

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: **„ Удосконалення технології ремонту передніх осей  
автомобілів категорії *NI* з розробкою пристроїв для їх розбирання  
та складання ”**

Виконав: студент 4 курсу групи Ат-43СП  
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”  
(шифр і назва)

Мільчаковський Роман Мар`янович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Рис В.І.  
(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

“ 27 ” листопада 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу студенту  
Мільчаковському Роману Мар'яновичу

1. Тема роботи: „ Удосконалення технології ремонту передніх осей автомобілів категорії *NI* з розробкою пристроїв для їх розбирання та складання ”

Керівник роботи: Рис Василь Іванович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 17 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_  
3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.  
Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання  
ремонтно-обслуговуючої бази. Кількість автомобілів зони  
обслуговування

4. Перелік питань, які необхідно розробити  
Передмова

\_\_\_\_\_ 1. Характеристика об'єкта ремонту і функціонального призначення його  
складових частин

\_\_\_\_\_ 2. Технологічна частина

\_\_\_\_\_ 3. Конструктивна частина

\_\_\_\_\_ 4. Охорона праці

\_\_\_\_\_ 5. Розрахунок економічного ефекту від запровадження пристроїв для  
розбирання та складання

\_\_\_\_\_ Висновки та пропозиції

\_\_\_\_\_ Список літературних джерел

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:
- 5.1 Аналіз конструкції переднього моста вантажного автомобіля; \_\_\_\_\_
- 5.2 Порівняльна характеристика двох варіантів технологій розбирання осі для заміни шкворнів і втулок; \_\_\_\_\_
- 5.3 План дільниці ремонту передніх осей автомобілів; \_\_\_\_\_
- 5.4 Пристрій для утримання поворотної цапфи; \_\_\_\_\_
- 5.5 Гідрознімач; \_\_\_\_\_
- 5.6 Схема випресування шкворня; \_\_\_\_\_
- 5.7 Результати розрахунку економічного ефекту від використання пристрою для розбирання та складання \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Рис В.І. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	Написання розділу: «Характеристика об'єкта ремонту і функціонального призначення його складових частин»	27.11.2023– 15.02.2024	
2.	Виконання другого розділу: «Технологічна частина»	16.02.2024– 15.03.2024	
3.	Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»	16.03.2024– 30.04.2024	
4.	Написання розділу: «Охорона праці»	01.05.2024– 15.05.2024	
5.	Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від запровадження пристроїв для розбирання та складання»	16.05.2024– 01.06.2024	
6.	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення проєкту в цілому	02.06.2024– 17.06.2024	

Студент \_\_\_\_\_ Роман МІЛЬЧАКОВСЬКИЙ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Василь РИС

У Д К 631 : 629

Кваліфікаційна робота : 59 с. текст. част., 7 рис., 5 табл., 31 джерело.

„ Удосконалення технології ремонту передніх осей автомобілів категорії N1 з розробкою пристроїв для їх розбирання та складання ”. Мільчаковський Роман Мар`янович. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу машин імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

Проведено аналіз конструкції вантажних автомобілів категорії N1 щодо ремонту передньої осі. Запропоновано удосконалення технології заміни деталей передньої осі на вантажних автомобілів категорії N1.

Запропоновано технологію ремонту передньої осі автомобіля категорії N1, розраховано обсяги ремонтно-обслуговувачих робіт, визначено чисельність робітників дільниці, підібрано комплект обладнання, скомпоновано план дільниці.

Розроблено конструкцію пристроїв для заміни шворнів і втулок, проведено розрахунок деталей на міцність.

Розглянуто основні питання охорони праці.

Проведено розрахунок річного економічного ефекту від використання обладнання, який при виконанні розрахункової програми робіт становитиме 1,8572 тис. грн. за період вісім років.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА РЕМОНТУ І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЙОГО СКЛАДОВИХ ЧАСТИН.....	7
1.1. Аналіз конструкції переднього моста вантажного автомобіля.....	7
1.2. Несправності передніх балок вантажних автомобілів.....	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1. Удосконалення технології ремонту балки передньої осі вантажного автомобіля категорії N1.....	15
2.2. Проектування ділянки ремонту передніх осей вантажних автомобілів категорії N1.....	20
2.2.1. Визначення обсягів ремонтно–обслуговувальних робіт та чисельності робітників.....	20
2.2.2. Визначення основних виробничих параметрів ділянки.....	22
2.2.3. Підбір технологічного обладнання та інструменту.....	23
2.2.4. Розрахунок площі ділянки.....	25
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	27
3.1. Розробка пристроїв для заміни шворнів і підшипників ковзання поворотних цапф.....	27
3.2. Будова і принцип дії обладнання.....	30
3.3 Розрахунок на міцність деталей пристроїв.....	32
3.3.1. Розрахунок гвинтової пари гвинт-гайка вертикальної стійки.....	32
3.3.2. Розрахунок гідроциліндра.....	36
3.3.3. Розрахунок штока.....	37
3.3.4. Розрахунок опори циліндра і лапи.....	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	41
4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів розбирання автомобіля.....	41
4.2.Розрахунок заземлення електроустаткування у ділянці.....	44

	5
4.3. Техніка безпеки і виробнича санітарія.....	46
4.4. Основні вимоги до приміщень ремонтного виробництва.....	46
4.5. Техніка безпеки під час ремонтних робіт.....	47
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ТА СКЛАДАННЯ.....	49
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

## ПЕРЕДМОВА

Реформування українського агропромислового комплексу супроводжувалося перерозподілом між власниками основних фондів, зокрема автомобілів та ремонтних баз для обслуговування та ремонту. Якщо з перепризначенням автомобілів особливих проблем не виникає, оскільки зміна паркомісця автомобіля та його власника супроводжується лише зміною документації, то перепризначення ремонтно-сервісних баз зіткнеться з великими труднощами. Ці труднощі виникають через неможливість відокремити та транспортувати будівлю та її компоненти. З іншого боку, наявне обладнання в ремонтних пунктах і ремонтних майстернях можна ефективно використовувати лише комплексно, тому перерозподіл обладнання через паї майна між окремими співвласниками не є тимчасовим вирішенням проблеми. З іншого боку, слід зазначити, що наявне обладнання на фермі є морально та фізично застарілим та здебільшого знаходиться в неробочому стані. Щодо стану будівель та споруд, то останніми роками вони перебувають у незадовільному стані через недостатнє опалення взимку.

Зазначені проблеми негативно впливають на технічний стан та ефективність автомобільного транспорту. Сучасні дорожні умови призводять до передчасного виходу з ладу шасі автомобіля, підвіски рульового керування та трансмісії, що негативно впливає на ефективність автомобіля та безпеку руху.

У зв'язку з нераціональними стратегіями великих спеціалізованих ремонтних підприємств і тим, що сучасна соціально-економічна ситуація вимагає реконструкції всіх галузей і систем агропромислового комплексу, була обрана тема даної кваліфікаційної роботи актуальною. Причиною вибору теми є те, що в існуючих умовах експлуатації передній міст автомобіля займає перше місце разом з іншими ресурсодефіцитними вузлами. Через незадовільну технічну обстановку та часті ДТП більшість автомобілів не приїжджають вчасно пройшли державний техогляд.

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА РЕМОНТУ І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЙОГО СКЛАДОВИХ ЧАСТИН

## 1.1. Аналіз конструкції переднього моста вантажного автомобіля

Передній міст являє собою окремий вузол, що складається з балки 1, з'єднаної з шарнірами 2 і 3 за допомогою циліндричних цапф 8 (рис. 1.1 і рис. 1.2).

Поперечина 1 переднього моста штампована і має консольну форму поперечного перерізу, розташована на відстані 806 мм і має дві площадки з чотирма наскрізними отворами з кожного боку. Через ці площадки передня вісь з'єднана з ресорами. Торці балок мають циліндричні оголовки з наскрізними отворами для болтів.

У вертикальній площині балки виконано два циліндричних отвори під цапфи 12 шворня і два проміжні отвори під пальці телескопічного амортизатора. Поворотні шарніри 2 і 3 також мають цапфи з двома циліндричними шийками для підшипників 38, 39 маточини переднього колеса діаметром 30 і 45 мм і шийкою діаметром 36 мм для масляної маточини переднього колеса. Маточина, великий фланець із буртиком діаметром 100 мм і висотою 3,5 мм, який використовується для центрування гальмівної колодки 35. Гальмівний щиток 35 переднього колеса з'єднаний з фланцем поворотного кулака шістьма болтами 12 діаметром 65 мм. Перший фланець проходить зверху і знизу через дві великі головки з циліндричним отвором для цапфи 8 і конічним отвором для важелів 24 і 19 рульової тяги.

В циліндричний отвір обертового кулака запресована втулка 4, на якій кулак обертається відносно осі повороту.

Палець 8 утримується від поперечного переміщення і повороту в балці переднього моста клиноподібним гвинтом 12. Штифт повністю звільняється від осьових сил, коли він діє на передню вісь і приймає передній опорний підшипник штифта, встановлений між нижнім кінцем головки балки та внутрішнім кінцем обертового кулака.



Між верхнім кінцем обертового шарніра і верхнім кінцем головки балки повинен бути зазор не більше 0,15 мм. Величина цього зазору встановлюється при складанні регулювальними металевими шайбами 11 .

Отвори для штифтів у верхній і нижній головках кулака закриті кришками 29 через шайби 33 . Кришка кріпиться до головки кулака двома болтами 30.

Верхня і нижня втулки поворотного вала змащуються твердим мастилом через напірний патрубок 7, вкручений в різьбовий отвір обертового кулака. Мастило надходить у нижню втулку шворня, протікаючи через спеціальні канавки в шворні та до підшипника шворня.

Упорний підшипник поворотного вала - підшипник ковзання, що складається з неметалічної 16 (середньої) і двох сталевих шайб 17. Набір із трьох шайб

Штампована кришка і закрита зверху штампованим захисним кожухом 9 захищають підшипник від пилу і води.

Важелі 24 і 19 рульової тяги кріпляться розрізними гайками. Важіль закріплений в отворі кулака. Важелі 19, 18, звернені в форму трапеції, мають обмеження повороту кулака 23 з його сферичною головкою. Болт 23 закріплений контргайкою. Відрегулюйте довжину болта так, щоб його головка упиралася в прилив поперечини на максимальний кут повороту колеса в обидва боки (дорівнює  $39^\circ$ ). При такому куті повороту мінімальний радіус повороту автомобіля по колії переднього зовнішнього колеса становить 8м. Маточина переднього колеса обертається на цапфі поворотного кулака (на конічних роликових підшипниках 38, 39). Конічні підшипники з'єднуються і регулюються за допомогою гайок 5, які нагвинчуються на різьбові кінці поворотного кулака і шліців.

Для запобігання повертання гайки між нею і кінцем внутрішнього кільця зовнішнього підшипника є виступ, який входить в паз цапфи передньої осі.

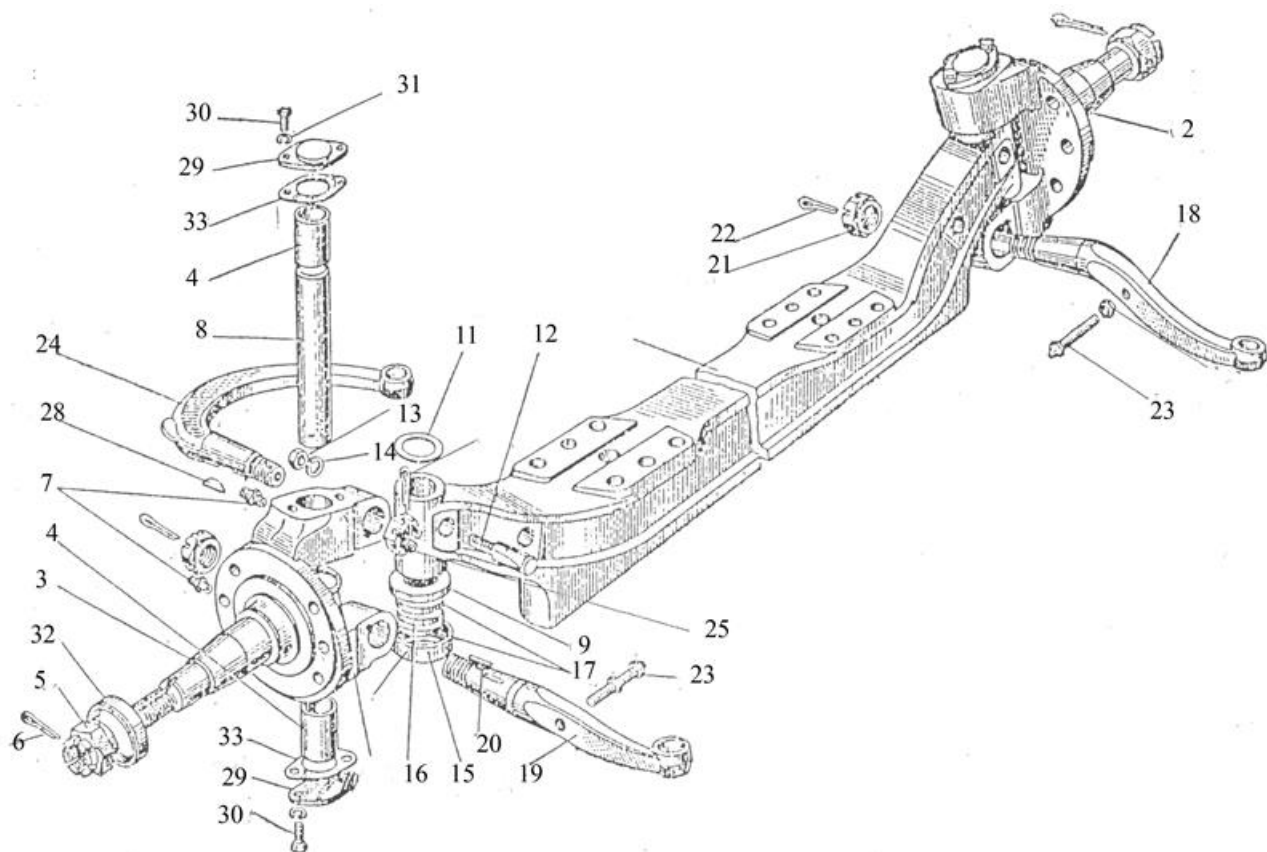


Рисунок. 1.1 – Деталі переднього моста вантажного автомобіля

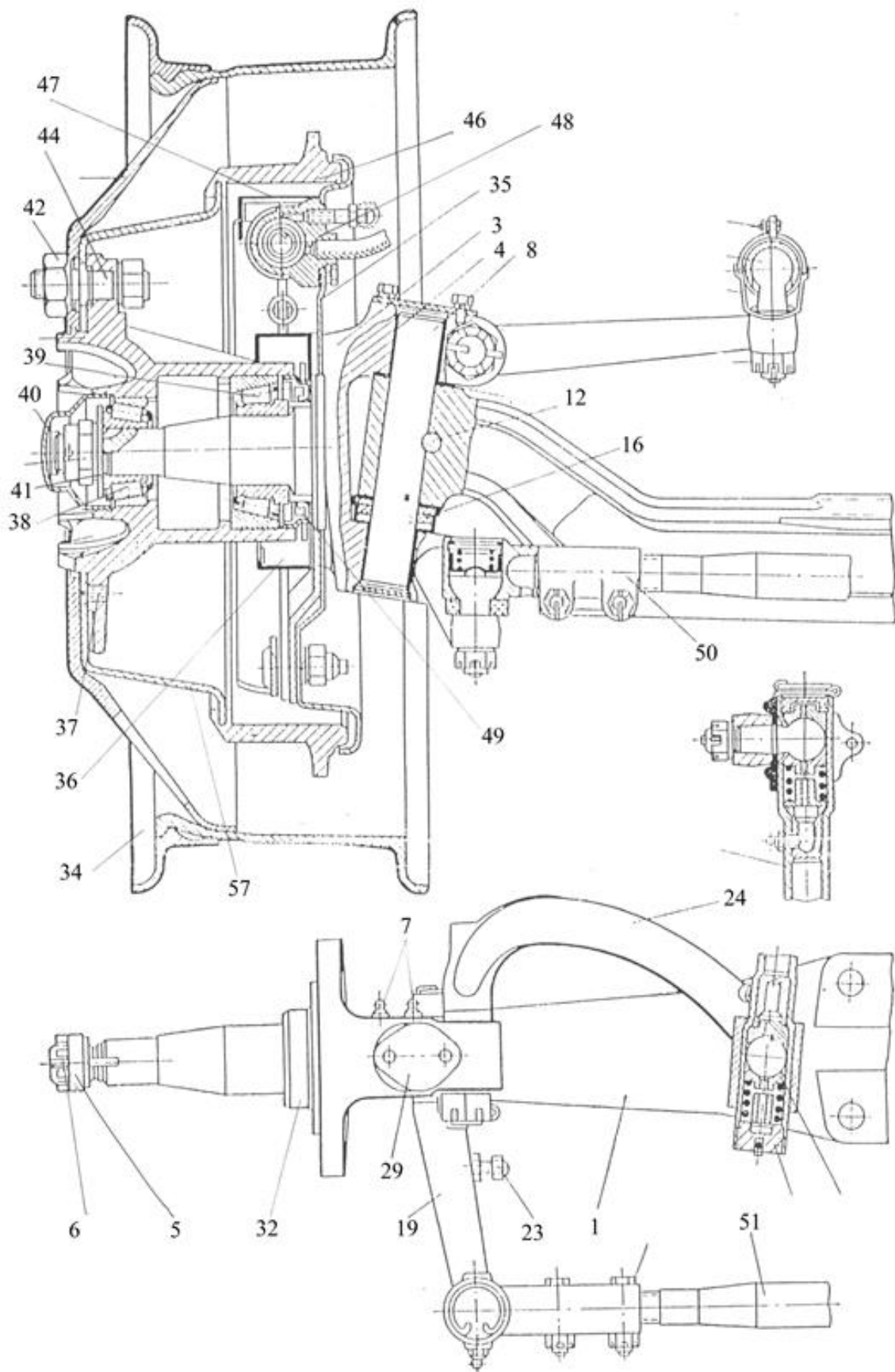


Рисунок 1.2 – Передня вісь вантажного автомобіля

В таблиці 1.2 подано перелік деталей, зображених на рисунках 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.2. – Перелік основних деталей переднього моста автомобіля

№ позиції	Назва деталі	К-сть
1	3	4
1	Балка передньої осі	1
2	Кулак поворотній правий	1
3	Кулак поворотній лівий	1
4	Втулка шворня поворотного кулака	4
5	Гайка М24х1,5 поворотного кулака (права і ліва)	1
6	Шплінт –5х40	2
7	Прес-масльонка К 1/8” поворотного кулака	4
8	Шворень поворотного кулака	2
9	Ковпак захисний упорного підшипника шворня поворотного кулака	2
10	Ущільнююче кільце шворня	2
11	Шайба регульовальна поворотного кулака	2
12	Штифт штопорний шворня поворотного кулака	2
13	Гайка М12х1,25 штопорного штифта	2
14	Шайба пружинна –12	2
15	Обойма підшипника шворня поворотного кулака	2
16	Шайба упорна шворня поворотного кулака середня (підшипника)	2
17	Шайба упорна шворня поворотного кулака	4
18	Важіль рульової трапеції правий	1
19	Важіль рульової трапеції лівий	1
20	Шпонка правого важеля рульової трапеції 5х22	2
21	Гайка важеля рульової трапеції М22х1,5	2
22	Шплінт важеля –5х36	2
23	Болт М10х1х35 обмеження поворотного кулака	2

## Продовження таблиці 1.2

1	3	4
24	Важіль правого поворотного кулака	1
25	Гайка М10х1	2
26	Гайка М22х1,5 важеля поворотного кулака лівого повздовжньої рульової тяги	1
27	Шплінт важеля –5х36	1
28	Шпонка 5х22 важеля поворотного кулака до повздовжньої рульової тяги	1
29	Кришка шворня	4
30	Болт М6х10 кріплення кришки шворня	
31	Шайба пружинна –6 болта кришки шворня	8
32	Втулка сальника маточини переднього колеса	2
33	Прокладка кришки шворня	4
34	Колесо в зборі	2
35	Гальмо в зборі	2
36	Масловідбійник	2
37	Гвинт М10х20 кріплення гальмівного барабана маточини	6
38	Підшипник зовнішній маточини колеса	2
39	Підшипник внутрішній маточини колеса	
40	Ковпак маточини колеса	2
41	Шайба упорного зовнішнього підшипника маточини переднього колеса	2
42	Гайка М20х1,5 кріплення переднього колеса, права різьба	6
43	Гайка М20х1,5 кріплення переднього колеса, ліва різьба	6
44	Шпилька маточини переднього колеса М20х1,5	12
45	Гайка М20х1,5 шпильки маточини переднього колеса	12
46	Гальмівний барабан передній	2
47	Тепловий екран гальмівного циліндра	2
48	Гальмівний циліндр	2
49	Сальник маточини переднього колеса	2

Продовження таблиці 1.2

1	3	4
50	Наконечник передньої тяги	2
51	Поперечка рульової тяги	1
52	Гайка М16х1,5 пальця наконечника	2
53	Шплінт –4х32 гайки пальця наконечника	2
54	Шплінт –3,2х20 фіксації гайки болта кріплення фланця і опорного щита гальма	12
55	Гайка М12х1,25	12
56	Болт М12х1,25х38 гальмівного щита	12
57	Фланець гальмівного барабана	

### 1.2. Несправності передніх балок вантажних автомобілів

Передня вісь вантажівки виконує три основні функції: переміщення автомобіля за рахунок повороту коліс; зміна напрямку руху за рахунок зчеплення поворотного кулака з осьюовою балкою, рульової тяги і гальмування рульового механізму; автомобіля за рахунок внутрішньої циліндричної поверхні гальмівного барабана. Реалізується шляхом взаємодії з фрикційною пластиною гальмівної колодки. Порушення будь-якої з перерахованих функцій призведе не тільки до зниження техніко-економічних показників, а й вплине на безпеку руху.

Забезпечений виробником ресурс переднього моста може бути досягнутий лише за умови експлуатації транспортного засобу відповідно до технічних вимог відповідної категорії доріг та своєчасної якісної діагностики та ремонту. Використання технічно кваліфікованих автомобілів в умовах бездоріжжя та ґрунтових доріг знижує ресурс трансмісії та шасі на 20..60%.

Основні несправності переднього моста автомобіля, які вимагають ремонту та обслуговування: спрацювання гальмівного барабана; спрацювання шарніра рульової тяги; спрацювання. Порушується герметичність натяжної пружини гальмівної колодки, втрачається

герметичність маточини, що супроводжується витоком мастила, пошкоджується з'єднання шарнірного вала і опорної втулки заблоковано. Крім того, за поганих дорожніх умов балка осі поворотного кулака, поворотний кулак і рульова тяга також будуть деформовані.

Що стосується передніх мостів, то одна несправність зазвичай призводить до серії інших несправностей. Наприклад, збільшення зазору підшипників маточини супроводжується радіальним і осьовим биттям гальмівного барабана, що призводить до передчасного і нерівномірного спрацьовування гальмівного барабана і гальмівних колодок. За рахунок великої маси колеса з гальмівним барабаном і маточиною виникають великі динамічні навантаження, що призводить до збільшення інтенсивності роботи шворня рульового важеля і зчеплення шарніра. Збільшення зазору між шпильками збільшить робочу міцність шарніра рульової тяги та шини, а також призведе до пошкодження посадкового місця балки осі.

Видно, що для аналізу технічного стану переднього моста як об'єкта ремонту необхідно ретельно проаналізувати його будову та взаємозв'язок між вузлами.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Удосконалення технології ремонту балки передньої осі вантажного автомобіля категорії N1

Розробка технології реставрації передбачає складання відомостей робіт, вибір обладнання для виконання робіт, розрахунок схем робіт і норм часу.

Ступінь насиченості технічних ремонтних процесів окремими операціями залежить від обраної ремонтним підприємством стратегії і в даному випадку від місця розташування. У цій роботі передбачається, що технологія ремонту буде базуватися на операціях розбирання та ремонту деяких деталей, які не збільшують ризик аварій.

Характеристика передньої осі автомобіля полягає в тому, що більшість її частин, таких як шарніри, кульові шарніри, рульові тяги, поворотні кулаки, різьбові з'єднання, гальмівні барабани, гальмівні колодки, гальмівні циліндри тощо, спричинятимуть аварії, якщо вони втратять свій початковий параметри, а якісна реставрація вимагає використання дорогого металу та енергоємного обладнання. Враховуючи це та враховуючи існуючу мережу постачальницьких організацій, ми не вважаємо за доцільне відновлювати деталі термінів, зазначених в умовах планованої ділянки.

На підставі матеріалів, наведених у попередніх розділах 1.2 і 1.3, ми склали перелік операцій з розбирання та розбирання переднього моста, як показано в таблиці 2.1. [1, 2, 3, ]

Таблиця 2.1 – Список операцій з розбирання переднього моста автомобіля категорії N1

	Зміст операції	
1	2	3
01	Поставте автомобіль на оглядову яму і під задні колеса з обох боків встановіть кронштейни	0.083



Продовження таблиці 2.1

1	2	3
02	Підніміть передню частину автомобіля так, щоб передні колеса були підняті на 100..120 мм над землею, і закріпіть її на кронштейнах	0.083
03	Використовуйте дротяну щітку, щоб очистити різьбові кінці стремен, пальці на кінцях рульових тяг, пробкові штифти шворнів, важелі поворотних кулаків і штифти коліс і змастити їх використаним моторним маслом.	0.410
04	Одягніть по черзі гумові трубки на клапани гальмівного гідроциліндра і налейте гальмівну рідину в чисту ємність.	0.064
05	Зніміть шплінт, відкрутіть гайку і витисніть пальці поздовжнього поворотного кулака з важеля поворотного кулака.	0.075
06	Відкрутіть гнучку трубу від гідроциліндра	0.067
07	Відкрутіть колісні гайки, зніміть колесо і встановіть його на кронштейн	0.300
08	Під балку осі встановити домкрат і підняти вісь так, щоб прогин ресори зменшився на 30..50 мм.	0.065
09	Відкрутити гайки стремен	0.380
10	Опустіть вісь так, щоб гальмівний барабан знаходився над землею на 30-50 мм, і транспортуйте до місця демонтажу.	0.065
11	Встановити передній міст на розбірну платформу	0.054
12	Відкрутіть гвинти, що тримають гальмівний барабан, і зніміть його	0.060
13	Вийміть шплінт, відкрутіть гайку і витисніть бічний натискний палець з важеля, що обертає кулак.	0.0150
14	Відкрутіть захисний ковпачок втулки колеса	0.040
15	Зніміть шплінт і відкрутіть гайку обертового кулака, зніміть маточину колеса, внутрішній затиск підшипника на маточині колеса та сальник маточини колеса	0.173

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3
16	Зніміть шплінт, відкрутіть болти і гайки, які кріплять маслозбірник, фланець і гальмівну кришку, і зніміть маслозбірник, фланець кришки і гальмівну кришку в цілому..	0.480
17	Відкрутіть болти і зніміть кришку штифта	0.200
18	Відкрутіть гайку та витягніть стержень штопора	0.120
19	Видавіть (вибийте) шворень і зніміть поворотний кулак і підшипники	0.220
20	Зніміть шплінт, відкрутіть гайку і натисніть (вибийте) важіль з правого поворотного кулака.	0.088
21	Зняти шплінт, відкрутити гайку і натиснути (вибити) важелі поздовжньої і поперечної тяги лівого поворотного кулака.	0.184
22	Видавіть сальник і зовнішнє кільце підшипника з маточини	0.16
23	Відкрутіть гайку та витягніть штифт кріплення колеса з маточини колеса	0.180
24	Зніміть шплінт і відкрутіть гайку болта затиску наконечника, відкрутіть наконечник з рульового штока	0.084
25	Зніміть натяжну пружину з гальмівної колодки	0.040
26	Відкручуємо болти і знімаємо гідроциліндр з опорної кришки	0.100
27	Відкрутіть гайку і зніміть втулку, блок і ексцентрикову шайбу	0.300
28	Зніміть кільце штопора і зніміть наконечник поперечної рульової тяги	0.120
29	Розібрати гідроциліндр	0.120
30	Видалити залишки фрикційних накладок з елементів колодок	0.200
31	Викрутіть масло з обертового кулака та обертового наконечника штока	0.120

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
32	Послабте контргайку і зніміть болт, що обмежує обертання кулака до важеля.	0.050
33	Видавіть втулку обертового кулака	0.120
	Загальна трудомісткість процесу знімання з автомобіля і розбирання осі автомобіля	4.798

Як видно з таблиці 2.1, для зняття та повного розбирання переднього моста з автомобіля потрібно виконати 33 основні операції, що займає загальний час 4,8 години. Стандартизовані умови застосування універсальних слюсарних інструментів, гвинтових знімачів і спеціальних накладок для вирізання деталей з натягом. [8, 21]

Використовуючи дані таблиці 2.1, ми склали перелік операцій, які необхідно виконати для заміни шарнірного вала та шарнірної втулки. Список включає наступні операції, що відповідають кодам, наведеним у таблиці 2.1: 01, 03а (Очистіть кінець рульової тяги з пальцевою різьбою, штопор шворня та штифт колеса та змастіть їх: 04, 05, 06, 07, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 33. Цей список включає операцію 03а замість операції 03, оскільки немає потреби змащувати різьби стрепен, а кулак, що обертається, вимагає наступних операцій : 01, 02, 03а, 05, 07, 13а (зняти шплінт, відкрутити гайку, натиснути палець бічної тяги від важеля лівого поворотного кулака), 17, 18, 19, 33. додаткові операції необхідні через конструктивні особливості, тобто штифт встановлено під кутом до захисного кожуха гальмівної опори (рис. 1.2), це запобігає натисканню захисного кожуха гальмівної опори зверху вниз на штифт, коли є опорний кожух. , а через співвісність із віссю штифта ускладнюється наближення до меж під час натискання його знизу вверх.

Для порівняння існуючих методик із мінімізацією кількості операцій скористаємося даними, наведеними в таблиці 2.2. [8]

Таблиця 2.2 – Порівняльні особливості двовісного розбирання технічних рішень по заміні цапф і втулок

Шифр операції	Трудомісткість люд.год за технологією		Додаткове обладнання для пропонованої технології
	існуючою	пропонованою	
01	0,083	0,083	
03a	0,220	0,220	
04	0,067	-	
05	0,075	0,075	
06	0,067	-	
07	0,300	0,300	
12	0,060	-	
13a	0,150	0,075	
14	0,040	-	
15	0,173	-	
16	0,480	-	
17	0,200	0,200	
18	0,120	0,120	
19	0,220	0,173	Гідрознімач
33	0,220	0,180	Гідрознімач обладнання для заміни шкворнів і втулок
34	-	0,162	
Разом	2,475	1,588	

Як видно з таблиці 2.2, трудомісткість розбиральних робіт із заміни цапф і втулок зменшилась на 0,887 люд.-год, або на 35,8%.

Новий код операції 34 передбачає кріплення опорної пластини пристрою для заміни штифтів і втулок до втулки обертового кулака.

## 2.2. Проектування ділянки ремонту передніх осей вантажних автомобілів категорії N1

В рамках даної дипломної роботи суть проекту станції ремонту переднього моста полягає у визначенні обсягу ремонтно-профілактичних робіт, підборі комплексу обладнання та інструменту, розрахунку чисельності працівників і планування виробничої площі та станція.

### 2.2.1. Визначення обсягів ремонтно–обслуговувальних робіт та чисельності робітників

При визначенні обсягу ремонтно-технічних робіт ми враховуємо, що на місці будуть проводитися роботи, пов'язані із заміною будь-яких деталей, а також технічне обслуговування №2..

Кількість ТО2 визначаємо з виразу [6, 7]:

$$N_{ТО2}=K \cdot A/B, \quad (2.1)$$

де  $K$  – кількість автомобілів,  $K=659$ ;

$A$  – середньорічний пробіг одного автомобіля,  $A=19,8$  тис.км;

$B$  – пробіг автомобіля між двома черговими ТО-2,  $B=9,6$  тис.км

$$N_{ТО2}=659 \cdot 19,8/9,6=1359$$

Загальна трудомісткість робіт з ремонту станції визначається за наступною формулою [6, 7]:

$$T_3=T_{ТО2}+T_{ПР}, \quad (2.2)$$

де  $T_{ТО2}$  – трудомісткість технічного обслуговування №2, люд.год;

$T_{ПР}$  – трудомісткість поточного ремонту, люд.год;

Трудомісткість ТО-2 і ПР визначається наступними виразами [6, 7]:

$$T_{ТО2}=N_{ТО2} \cdot t_{ТО2}, \quad (2.3)$$

де  $t_{ТО2}$  – трудомісткість одиниці проведення ТО-2 передньої балки вантажного автомобіля,  $t_{ТО2}=1,2$  люд.год;

$$T_{ПР}=K \cdot A \cdot t_{ПР}, \text{ люд.год} \quad (2.4)$$

де  $t_{ПР}$  – питома трудомісткість ремонтних робіт передньої осі на 1000 км пробігу,  $t_{ПР}=0,35$  люд.год/тис.км;

$$T_{ГО2}=1359 \cdot 1,2=1630,8 \text{ люд.год};$$

$$T_{ПР}=659 \cdot 19,8 \cdot 0,35=4579,8 \text{ люд.год};$$

$$T_3=1630,8+4579,8=6210,6 \text{ люд.год.}$$

Кількість робітників, які повинні виконувати розрахунковий обсяг робіт, визначаємо за формулою [6, 7, 18]:

$$P_{ря}=T_3/\Phi_{р\delta}, \text{ чол} \quad (2.5)$$

де  $\Phi_{р\delta}$  – річний розрахунковий фонд робочого часу, який визначаємо з виразу:

$$\Phi_{р\delta}=m_k \cdot t_m - n_{cc} \cdot t_c - n_{cn} \cdot t - n_{np} \cdot t_{ck}, \text{ год} \quad (2.6)$$

де  $m_k$  – кількість календарних тижнів у році,  $m_k=52$ ;

$t_m$  – тижневий фонд робочого часу,  $t_m=40$  год;

$n_{cc}$  – кількість святкових днів у році, що випадають на суботу,  $n_{cc}=1$ ;

$t_c$  – тривалість суботньої зміни при шестиденному робочому тижні,  $t_c=5$  год;

$n_{cn}$  – кількість святкових днів, що припадають на повні робочі дні,  $n_{cn}=7$ ;

$t$  – тривалість повної робочої зміни при шестиденному робочому тижні,  $t=7$  год;

$n_{np}$  – кількість передсвяткових днів,  $n_{np}=6$  год;

$t_{ck}$  – час, на який скорочується передсвятковий день,  $t_{ck}=1$  год;

$$\Phi_{р\delta}=52 \cdot 40 - 0 \cdot 5 - 7 \cdot 7 - 6 = 2063 \text{ год.}$$

Підставивши дане значення у вираз (2.5), отримаємо:

$$P_{ря}=6210,6/2063=3,067 \text{ чол}$$

Тому на проектній ділянці повинні безперервно працювати троє робітників з коефіцієнтом завантаження, визначеним виразом:

$$\eta_p=P_{ря}/P_я, \quad (2.7)$$

де  $P_я$  – прийнята чисельність працівників,  $P_я=3$  чол,

$$\eta_p=3,067/3=1,022$$

Згідно існуючих нормативів повинна задовольнятися умова:

$$0,95\eta_p \leq \eta_p \leq 1,15, \quad (2.8)$$

З даної нерівності бачимо, що вимога задовольняється, а перевантаження робітників в середньому складає 2,2%.

### 2.2.2. Визначення основних виробничих параметрів дільниці

Попередні розрахунки показують, що програма ТО2 становить  $W_{TO2}=1359$ . Знаючи річний фонд часу  $\Phi_{p\partial}=2063$  год можна визначити середню ритмічність заступлення автомобілів ТО2 з наступної формули [6, 7,18]:

$$\tau_{TO2}=\Phi_{p\partial}/W_{TO2}, \text{ год.} \quad (2.9)$$

$$\tau_{TO2}=2063/1359=1,518 \text{ год.}$$

Кількість робочих місць для проведення ТО2 передніх осей визначаємо з виразу:

$$P_{MTO2}=t_{TO2}/\tau_{TO2}, \quad (2.10)$$

$$P_{MTO2}=1200/1518=0,79$$

Таким чином приймаємо одне робоче місце для проведення ТО2 передніх осей.

Для визначення умовної приведенної програми поточних ремонтів (кількості заїздів автомобілів на дільницю) скористаємось залежністю:

$$\bar{W}=T_{\text{пр}}/\bar{t}_{\text{пр}}, \quad (2.11)$$

де  $\bar{t}_{\text{пр}}$  – середня трудомісткість одного розрахункового поточного ремонту осі,  $\bar{t}_{\text{пр}}=8,2$  люд.год;

$$\bar{W}=4697,3/8,2=572,8\approx 573$$

Сориставшись формулами (2.9 і 2.10) визначимо відповідно ритмічність поступлення автомобілів на ПР і кількість необхідних робочих місць:

$$\tau_{TO2}=2063/573=3,6 \text{ год;}$$

$$P_{MTO2}=8,2/3,6=2,278.$$

Приймаємо два робочих місця для проведення ПР. Коефіцієнт використання робочих місць визначаємо з наступного виразу [6, 7, 18]:

$$\eta_{PM}=P_{M\text{розр}}/P_{M\text{прій.}}, \quad (2.12)$$

$$\eta_{PMTO2}=0,79/1=0,79;$$

$$\eta_{PMIP}=2,278/2=1,13.$$

Враховуючи те, що обмежуючим фактором є паркування оглядових ям, а також обладнані як ТО-2, так і ПР, загальна кількість трьох оглядових ям нас задовольнила. Оскільки роботи з технічного обслуговування можуть проводитися на робочому місці обслуговування.

### 2.2.3. Підбір технологічного обладнання та інструменту

Вибір технологічного устаткування та інструменту здійснюється з урахуванням особливостей конструкції переднього моста, відповідних елементів конструкції автомобіля, техніки технічного обслуговування та ремонту.

У таблиці 2.3 наведено перелік основного обладнання, відібраного за обсягом та найменуванням на основі виконання запланованих робіт.

Таблиця 2.3 – Інформація про технічне обслуговування та ремонт переднього моста вантажівки.

Назва обладнання	Марка	Габарити, мм	Кількість	Площа, яку займає
1	2	3	4	5
Кран гідравлічний для майстерні 2 тонни	Grubber GR020C	1,480x0,850x0,850	2	1,56/3,12
Прес гідравлічний	Proflin 97370	0,64x0,26x0,24	3	
Візок, що знімає і встановлює колеса ручний	1115M	1,236x0,935x0,898	6	1,42/8,57
Підйомник гідравлічний для оглядових ям, Q=40 кН.	П113	1,100x0,660x1,075		



Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Набір інструментів Yato	YT- 38841	0,49x0,20x0,250	3	
Комплект інструменту для рульового керування	И135-90	0,550x0,260x0,212	3	
Дриль ударний Dnipro- M	HD-120M	0,385x0,078	3	
Багатофункціональна висока шафа пластикова Keter/Kis Stilo	Alto 241058	1,590x0,360	3	0,57/1,72
Візок для інструменту 7 секцій	ТСАА0702 ТОРТУЛ	0,610x0,450	3	0,30/0,90
Верстак на одне робоче місце	ОРГ-1468-01- 060А	1,200x0,800	3	0,96/2,68
Ванна для розконсервування деталей	М 3702	0,800x0,54x0,92	1	0,43
Ванна для миття деталей, N=1,2 кВт	М 3743	2,400x0,54x0,92	1	1,29
Комплект інструменту „Пост ТО2 передніх мостів і рульового керування”	ОРГ- 12.88.02.40	Стіл-тумба 1,400x0,580x0,920	3	0,81/2,43
Установка для мийки деталей 150л	TRG4001-40 TORIN	0,62x0,54x0,800	3	0,33/1,00
Комплект інструменту для дефектування	КИ-1344	Стіл-тумба 1,280x0,75x0,92	3	0,96/2,88
Стенд для розбирання і складання мостів	М 2450	1,3x1,184x1,008	2	1,53/3,07

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Стенд для перевірки і ремонту гідроприводів гальм	К 230-М	0,930x0,520x1,262	1	0,57
Верстат розточування гальмівних барабанів і обточування накладок, N=2.5 кВт	P 114	1,860x1,150x2,750 (з підйомником)	1	2,14
Свердлильний верстат Einhell	TE-BD 750 E	0,700x0,360x1,2	1	
Точило Bosch	GBG 60-20 Professional	0,60x0,35x1,40	1	0,21
Обладнання для зміни втулок і шкворнів поворотних кулаків	Власного виробництва	0,80x0,60	1	0,48
Загальна площа				31,69

Обладнання, що зберігається в шафах, буфетах, ящиках і столах і верстаках, у розрахунку не враховується, тому п'яту графу залишають незаповненою.

#### 2.2.4. Розрахунок площі ділянки

Загальну виробничу площу ділянки визначаємо з виразу:

$$F = \sum F_0 \cdot K + \sum F_M \cdot K_2, \quad (2.13)$$

де  $\sum F_0$  – загальна площа зайнята обладнанням, м<sup>2</sup>;

$K$  – коефіцієнт, враховує робочі зони, проїзди і проходи,  $K=4,5..5,0$ ;

$\sum F_M$  – загальна площа зайнята автомобілями,

$$\sum F_M 3(6,395 \times 2,380) = 45,6 \text{ м}^2;$$

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує зону доступності до автомобіля,  $K_2=1,2$ ;

$$F=31,69\cdot 5+45,6\cdot 1,2=213,17 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри робочої зони майданчика: ширина - 12 м, довжина - 18 м, загальна площа - 216 м<sup>2</sup>. Для такого приміщення можна використовувати типову двосторонню будівлю гаража, реконструйовану в більшості господарств району.

У цій роботі розрахунок допоміжної площі проводиться не буде, тому що прив'язка до конкретного місця розташування ділянки буде здійснена після підписання договору та затвердження бізнес-плану.

### 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Розробка пристроїв для заміни шворнів і підшипників ковзання поворотних цапф

Відсутність спеціального технічного обладнання для заміни шворнів і втулок, як окремо, так і разом, потребує великих і невиправданих трудових ресурсів, що значно збільшує терміни виведення автомобіля з експлуатації.

Виходячи з наших розрахунків, наведених у таблиці 2.2, ми знаходимо, що трудомісткість заміни цих елементів необґрунтовано завищена на 0,896 люд-год., тобто при виконанні роботи одним працівником тривалість ремонтного циклу становить ще майже 54 хвилини.

Така необґрунтована витрата часу зумовлена, з одного боку, конструкцією переднього моста, а з іншого боку, відсутністю обладнання, яке дозволяє втиснути (вибити) цапфу знизу та закріпити шворінь (цапфу) всередині. Для формулювання технічного завдання на розробку спеціального технологічного обладнання для заміни цапфи і втулки поворотної цапфи розглянемо процес заміни цапфи більш детально. На малюнку. 5.1 показано рішення запресовування цапфи з нижньої втулки шворня і поперечини, що дає можливість відокремити шворінь від поперечини переднього моста, що можливо при переміщенні цапфи на  $l_p=140$  мм. У той же час ми бачимо, що відстань від нижнього кінця внутрішнього отвору втулки до плеча кришки гальмівної опори становить  $l_d=72$  мм. Крім того, доступ обмежений важелем поперечної тяги та, для лівої цапфи, також важелем поздовжньої тяги, як показано на малюнку 3.2 Якщо при заміні шворня зазначено, що шворінь знаходиться в положенні прямолінійного руху, то зручним місцем для встановлення гідропідйомника може бути ділянка між балкою осі та поперечною тягою, якщо останньої немає, де як зазначено в запропонованій технології. Якщо прийняти, що зовнішній діаметр не перевищує  $d=80$  мм, то відстань між віссю повороту і віссю циліндра буде  $l_0=135$  мм. Якщо необхідно використовувати циліндр більшого діаметра, можна послабити болт

обмеження повороту, повернути цапфу або збільшити відстань  $l_0$ . Вийняти шворінь з верхньої втулки нескладно, так як в цьому з'єднанні завжди є зазор. Запропонована техніка передбачає попереднє розбирання колеса, щоб отримати кращий доступ до шворня, тому наступне завдання полягає в тому, щоб утримувати шворінь у вузлі, натискаючи на шарнір, від'єднати шарнір від поперечини, щоб натиснути на стару втулку. і запресувати новий, потім подати і відрегулювати відносно отвору в поперечині і встановити шворінь. Щоб вирішити цю проблему, планувалося розробити пристрій, за допомогою якого цапфа, встановлена разом з гальмівним барабаном на опорній плиті та зміщена від поперечини, використовувалася для стиснення втулки, стиснення нової втулки, а потім повернення цапфу у вихідне положення. його розташування.

При розробці спеціального технологічного обладнання необхідно визначити вихідні дані, які задаються конструкцією переднього моста автомобілів N1. Так як автомобілі категорії N1 відносяться до числа останніх моделей і їх частка в загальному обсязі Автомобілі категорії N1 становлять 70%, то для розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

Діаметр шворня, мм	$d=30_{-0,021}$
Довжина шворня, мм	$L=188,5$
Висота опорного підшипника, мм	$h=16,8$
Висота балки під шворінь, мм	$h_1=80_{-0,12}$
Діаметри отворів під втулки шворнів в поворотних цапфах, мм	$d_1=35_{-0,03}$
Висота втулки шворня, мм	$h_3=45$
Діаметр шпильок кріплення колеса, мм	$d_3=20$
Діаметр розміщення шпильок, мм	$D=222,25$
Вага поворотної цапфи в зборі з гальмівним барабаном, Н	$F=610$
Зусилля ви пресування шворня, Н	$F_6=4800$
Тиск в магістралі створюваний плунжерним	

Насосом преса P324, МПа

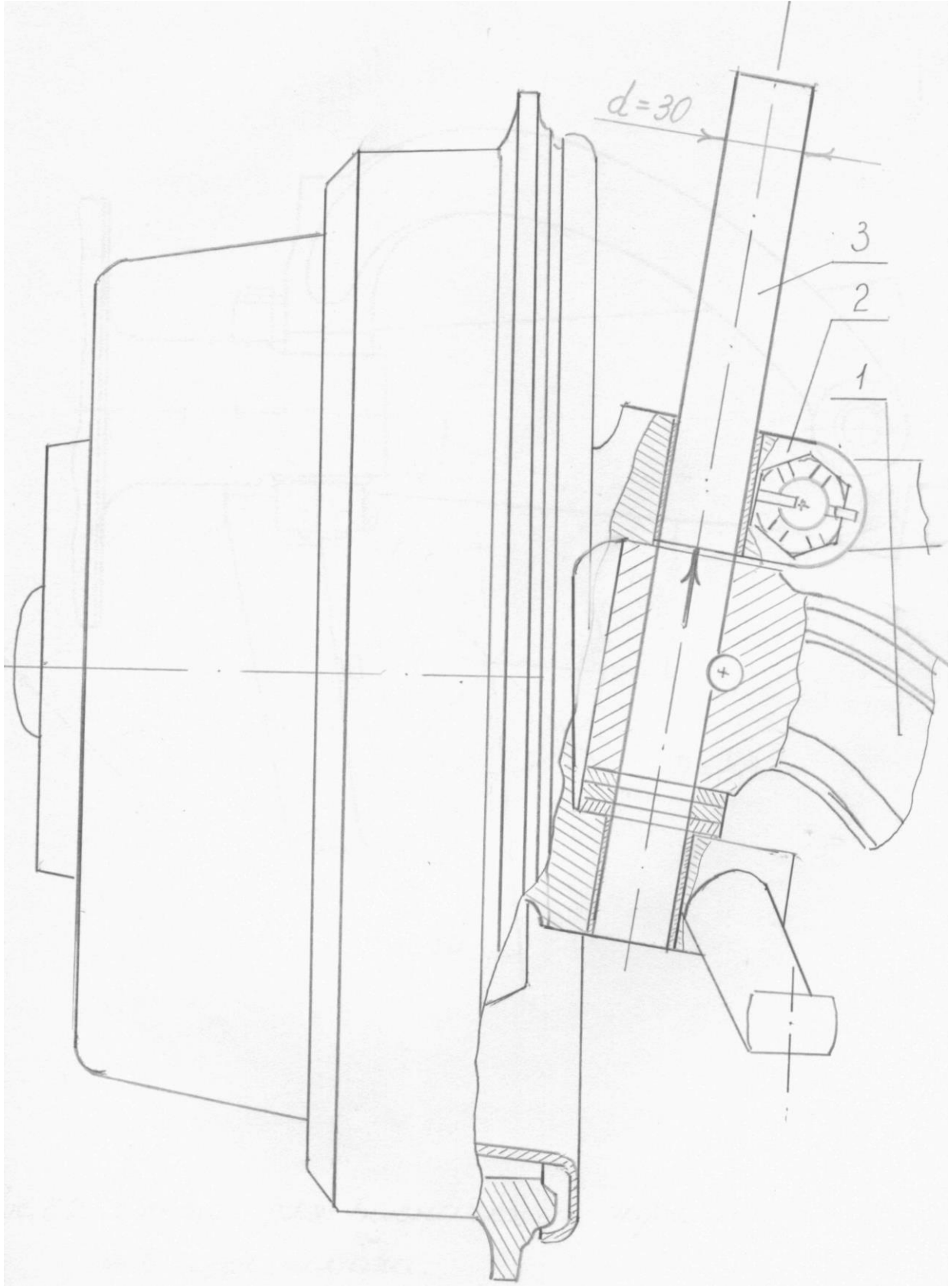
 $p=40$ 

Рисунок 3. 1– Схема випресування шворня.

1 – балка осі; 2 – цапфа; 3 – шворень.

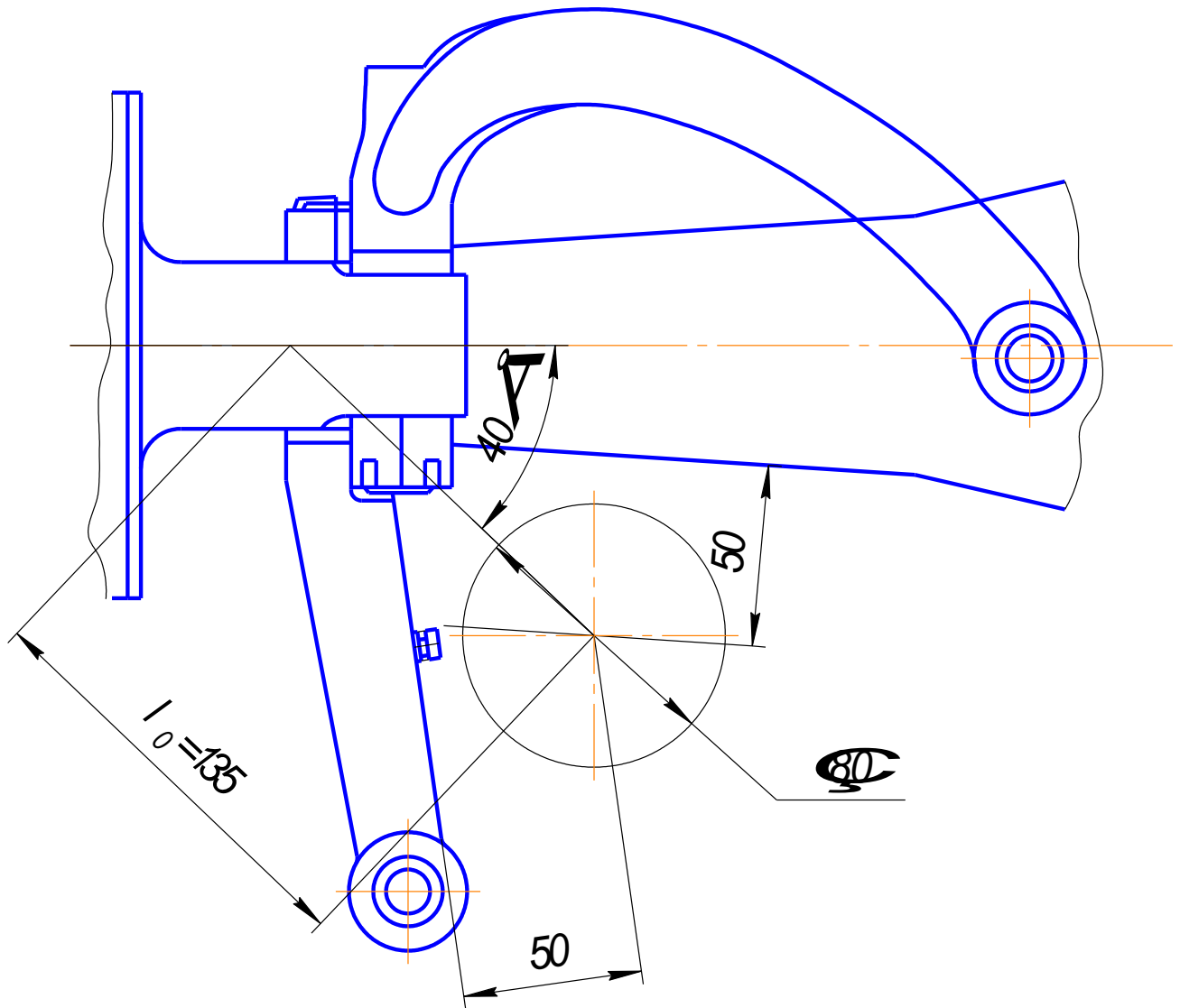


Рисунок 3.2 – Схема для визначення параметрів гідро знімача: 1 – балка осі; 2 – цапфа; 3 – важіль поворотної тяги; 4 – важіль повздовжньої тяги.

### 3.2. Будова і принцип дії обладнання

Повне устаткування для заміни шворня і втулки шворня складається з пристрою для фіксації шворня і гідропреса з приводом від поршневого насоса переносної гідромашини Р324, що входить до переліку обладнання.

Пристрій для утримання поворотної цапфи складається з основи 1 з двох поздовжніх труб прямокутного перетину, в передній частині якої на осях 2 закріплені колеса 3. Щоб уникнути деформації поздовжніх труб рами, на розпірному валу 2 встановлені втулки 4. Поздовжні труби основи 1 з'єднані

між собою і приварені до вертикальної рами з протилежних сторін п'ятьма гайками 6, які спираються на верхню частину вертикальної рами, а гвинти 7 стискають гайки 6. Оснащена важелем 8 і утримується в опорі засувкою 9, закріпленою кільцем 10. Опора 11 запресована в нижню частину задньої рами, де вилка 12 на кермі 14 закріплена на осі 13. Підшипник ковзання 15 встановлений між кінцем кронштейна 11 і фланцем вилки 12. Ручка 17 закріплена в отворі вилки 12 на валу 16. Вилка 18 натискається на верхню частину гвинта 7 і фіксується шпилькою 19. Палець 20 встановлений в отворі вилки 18 перемикачів передач і з'єднаний з консоллю 21. Передній кінець консолі 21 закріплений сферичним пальцем 22, а другий кінець сферичного пальця 22 закріплений гайкою 23, гайкою 24 у гнізді опорної пластини 25. Другий сферичний палець 22 з'єднаний зі стрижнем 26 телескопічної тяги 27, яка прикріплена до консолі 21 за допомогою пальців 28. Стрижень 26 закріплений на штоку 27 через гайку 29 з відкритою конічною втулкою 30.

Гідропідйомник складається з циліндра 1. У циліндрі 1 встановлений шток 3 з поршнем. Між поршнем і задньою кришкою циліндра 4 встановлена пружина 5. З зовнішньої сторони циліндра намотаний кронштейн 6 циліндра. циліндр 1. Навколо штока 2 обертається ніжка 7 зі змінною насадкою 8. Вставте болти 9 в отвори опори циліндра 6.

Працює пристрій наступним чином. Встановити автомобіль на місце робіт, зважити передній міст, зняти колеса, від'єднати передній кінець поперечної рульової тяги і лівий кінець поперечної рульової тяги. Підведіть опорну плиту 25 до кінця поворотної цапфи, послабте гайку 29 телескопічної тяги 27, поверніть гайку 6 і поверніть гальмівний барабан так, щоб штифт маточини збігся з отвором опорної пластини 25, останній закріплений трьома колісними гайками. Далі повертаємо гайку 6, розташовуємо консоль 21 майже в горизонтальному положенні і затягуємо гайку 29 телескопічної тяги 27. Знявши кришку цапфи, що обертається, на верхньому вушку цапфи, встановіть кронштейн гідравлічного підбирача 6 і закріпіть його двома болтами 9. Потім робоча рідина через плунжерний насос 1 і поршень 3 разом



зі штоком 2 надходить у гідроциліндр, кулачок 7 починає рухатися вгору, а подовжувач 8 видавлює цапфу. Після контакту захвата 8 з цапфою клапан насоса перемикається і поршень 3 зі штоком 2 і захватом 7 приймає початкове положення. Потім встановіть інший подовжувач і повторіть процес, встановивши третій подовжувач, натиснувши пальцями на межі опори балки осі. Після цього відкотіть пристрій, що утримує обертову цапфу, на відстань, що дозволяє протягнути гнучку гальмівну трубку, і поверніть її на кульовому шарнірі в зручне положення, зніміть втулку і поверніть цапфу в попереднє положення, встановіть гальмівну трубку та опорний штифт.

### **3.3 Розрахунок на міцність деталей пристроїв**

Розрахунок міцності будь-якої складової обладнання є важливим етапом проектування, так як від правильності розрахунків залежить надійність і довговічність конструкції, безпека праці і матеріаломісткість. Ретельно підібрані геометрії деталей і технологічність їх установки дозволяють оптимізувати вартість розробленого пристрою. Через обмеження обсягу роботи з ідентифікації ми обчислюємо лише деталі, де обладнання, найімовірніше, буде пошкоджено або деформовано під час використання.

#### **3.3.1. Розрахунок гвинтової пари гвинт-гайка вертикальної стійки**

Вага цапфи, що обертається, діє безпосередньо на опорну плиту.  $F=610\text{Н}$ . Але на гвинти консолі буде діяти вага консолі, до якої кріпиться елемент, і сила реакції балки осі від працівників, які прикладають зусилля до елемента осі з протилежних сторін. Вертикальна стійка. Крім того, в процесі вирівнювання консолі пружини можуть частково стискатися, що створює додаткове навантаження на пристрій. Тому при розрахунку беремо розрахункове навантаження на гвинт  $F_2=5000\text{ Н}$ . Гвинт виготовлений зі сталі 45, а гайка виготовлена з бронзи БрОЦС-6-66-3. Для подібних гвинтових пар рекомендується використовувати різьбу з прямокутним або квадратним перетином різьби.

Розрахункова схема гвинтової пари наведена на рис.1. 3.3.

Щоб визначити середній діаметр різьби  $d_2$  гвинта і гайки, з розрахунку зносостійкості різьби беремо відношення висоти гайки до середнього діаметра різьби  $\psi=H/d_2=1,4$ , а допустимий тиск для різьби  $[p]=80 \text{ кгс/см}^2=7,8 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , [4].

Тоді :

$$d^2 = \sqrt{\frac{2P}{\pi \cdot \psi \cdot [p]}}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

де  $P$  – навантаження на гайку, Н

$$d^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1,4 \cdot 7,8 \cdot 10^3}} = 0,029 \text{ м} = 29 \text{ мм}$$

Приймаємо  $d_2=30$  мм і визначаємо розміри різьби.

Висота профілю різьби визначається з виразу:

$$h=0,1d_2, \quad (3.2)$$

$$h=0,1 \cdot 30=3 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр різьби визначається із співвідношення:

$$d=d_2+h, \quad (3.3)$$

$$d=30+3=33 \text{ мм}$$

Внутрішній діаметр різьби визначаємо із співвідношення

$$d_1=d_2-h, \quad (3.4)$$

$$d_1=30-3=27 \text{ мм}$$

Крок різьби  $S$  визначається за формулою

$$S=2h, \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$S=2 \cdot 3=6 \text{ мм}$$

Визначити крок різьби з виразу

$$S_1=z \cdot S, \text{ мм} \quad (3.6)$$

де  $z$  – число заходів різьби,  $z=1$  [4]

$$S_1=1 \cdot 6=6 \text{ мм}$$

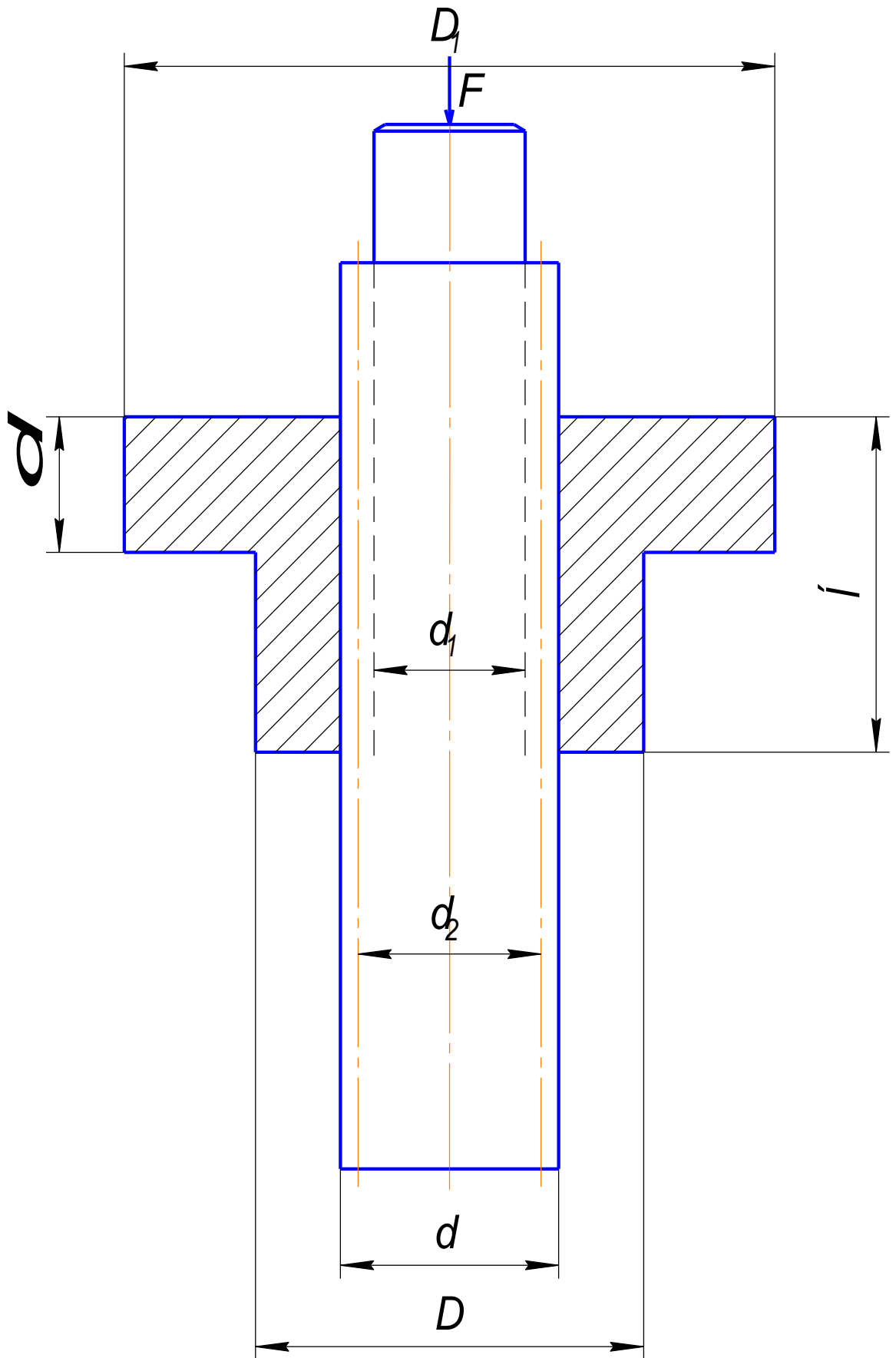


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема гвинтової пари

Визначаємо кут підйому різьби з виразу

$$\operatorname{tg}\beta = S_1/\pi \cdot d_2, \quad (3.7)$$

$$\operatorname{tg}\beta = 6/3,14 \cdot 30 = 0,063$$

Отже, кут підйому різьби  $\beta = 3^\circ 40'$ . Коефіцієнт тертя сталі та бронзи при недостатньому мастилi  $f = 0,1$  [4];

Тоді

$$\operatorname{tg}\varphi = f = 0,1$$

і відповідно, кут тертя  $\varphi = 5^\circ 50'$

Цим забезпечується стан самозатягування гвинта, т.к

$$\beta < \varphi$$

Перевірте міцність гвинтів. Крутний момент  $M_k$ , що виникає в незакріпленому поперечному перерізі, визначається за наступною формулою:

$$M_k = 0,5 d_2 \cdot P \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi), \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.8)$$

де  $P$  – зусилля, що діє на гвинт, Н;

$$M_k = 0,5 \cdot 0,03 \cdot 4800 \cdot 0,17 = 12,24 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для сталі 45 межа текучості

$$\sigma_T = 3600 \text{ кгс/см}^2 = 352 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Допустиме напруження стиску гвинта визначається за наступною формулою:

$$[\sigma_c] = \sigma_T/3, \text{ Па} \quad (3.9)$$

$$[\sigma_c] = 352 \cdot 10^6/3 = 117 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою [16, 17]

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left(\frac{4P}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + 4\left(\frac{M_k}{0,2 \cdot d_1^2}\right)^2}, \quad (3.10)$$

де  $P$  – навантаження на гвинт, Н;

$d_1$  – внутрішній діаметр різьби, м;

$M_k$  – крутний момент, нм.

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 4,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,0027^2}\right)^2 + 4\left(\frac{12,24}{0,2 \cdot 0,027^2}\right)^2} = 93 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Отже, міцність гвинта більша потрібної, так як  $\sigma_{екв} < [\sigma_c]$ .

Допустиме напруження для гайки на розтяг  $[\sigma_p]$  і на зминання  $[\sigma_{зм}]$  приймаємо  $[\sigma_p] = [\sigma_{зм}] = 400 \text{ кгс/см}^2 = 39 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ; на зріз  $[\tau_3] = 225 \text{ кгс/см}^2 = 22 \cdot 10^6 \text{ Па}$  [15].

Визначимо висоту гайки з виразу

$$H = \psi d_2, \text{ мм} \quad (3.11)$$

$$H = 1,4 \cdot 30 = 42 \text{ мм}$$

Визначимо зовнішній діаметр гайки за формулою [16, 17]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\sigma_p]} + d_1^2}, \text{ мм} \quad (3.12)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 39 \cdot 10^3} + 0,033^2} = 0,051 \text{ м} = 51 \text{ мм}$$

Визначимо діаметр фланця гайки

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\sigma_{зм}]} + D^2}, \quad (3.13)$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 39 \cdot 10^3} + 0,051^2} = 61 \text{ мм}$$

Визначаємо товщину фланця

$$\delta = P / \pi \cdot D \cdot [\tau], \text{ мм} \quad (3.14)$$

$$\delta = 5 \cdot 10^3 / 3,14 \cdot 0,051 \cdot 22 \cdot 10^6 = 14 \text{ мм}$$

Розглядаючи стандартизовану серію, приймаємо, що фактичний розмір гайки більший за розрахунковий.

### 3.3.2. Розрахунок гідроциліндра

Зусилля, яке передається штоком гідроциліндра, визначається наступним виразом [4, 16, 17]

$$F_{ш} = P_n \cdot 0,785(D^2 - d^2) K_p K_3, \quad (3.15)$$

де  $P_n$  – номінальний тиск напору,  $0,5 P_n = 20 \text{ МПа}$ ;

$D$  – внутрішній діаметр циліндра,  $D = 60 \text{ мм}$ ;

$d$  – діаметр штока,  $d = 40 \text{ мм}$ ;

$K_p$  – коефіцієнт забезпечення робото здатності,  $K_p = 0,90$ ;

$K_3$  – коефіцієнт запасу потужності, який враховує втрати на створення прискорення під час ви пресування,  $K_3=0,86$ ;

$$F_{ш}=20 \cdot 0,785 \cdot (60^2 \cdot 40^2) \cdot 0,90 \cdot 0,86 = 22608 \text{ Н}$$

Таким чином, гідравлічний циліндр може створити силу, яка в 4,71 рази перевищує силу, необхідну для натискання на штифт.

### 3.3.3. Розрахунок штока

На шток від поршня до ніжки передається сила  $F_{ш}=22608$  Н, яка діє вздовж його осі, тому необхідно визначити напругу руйнування, що діє на критичній ділянці штока.  $\sigma_p$  (рис. 5.4)

$$\sigma_p = F/A_1, \quad (3.16)$$

$$\sigma_p = 22608 / 0,785 \cdot 22^2 = 59,5 \text{ МПа}$$

Для сталі 45, з якої виготовлений шток, допустиме напруження розриву  $[\sigma_p]=1400$  МПа, отже умова міцності задовольняється.

Довжина різьби стрижня (висота гайки для заданого зусилля і матеріалу) визначається за такою формулою

$$H = F_{ш} / [\tau_{зр}] \cdot \pi \cdot d \cdot k_n, \text{ мм} \quad (3.17)$$

де  $[\tau_{зр}]$  – допустиме напруження зрізу для сталі 45  $[\tau_{зр}]=85$  МПа;

$d$  – діаметр, на якому відбувається зріз,  $d=23,839$  мм;

$k_n$  – коефіцієнт повноти різьби,  $k_n=0,65$ .

$$H = 22608 / 85 \cdot 3,14 \cdot 23,839 \cdot 0,65 = 5,46 \text{ мм}$$

Приймаємо висоту гайки  $H=12$  мм.

Товщина ніжок стрижня визначається допустимою напругою вигину

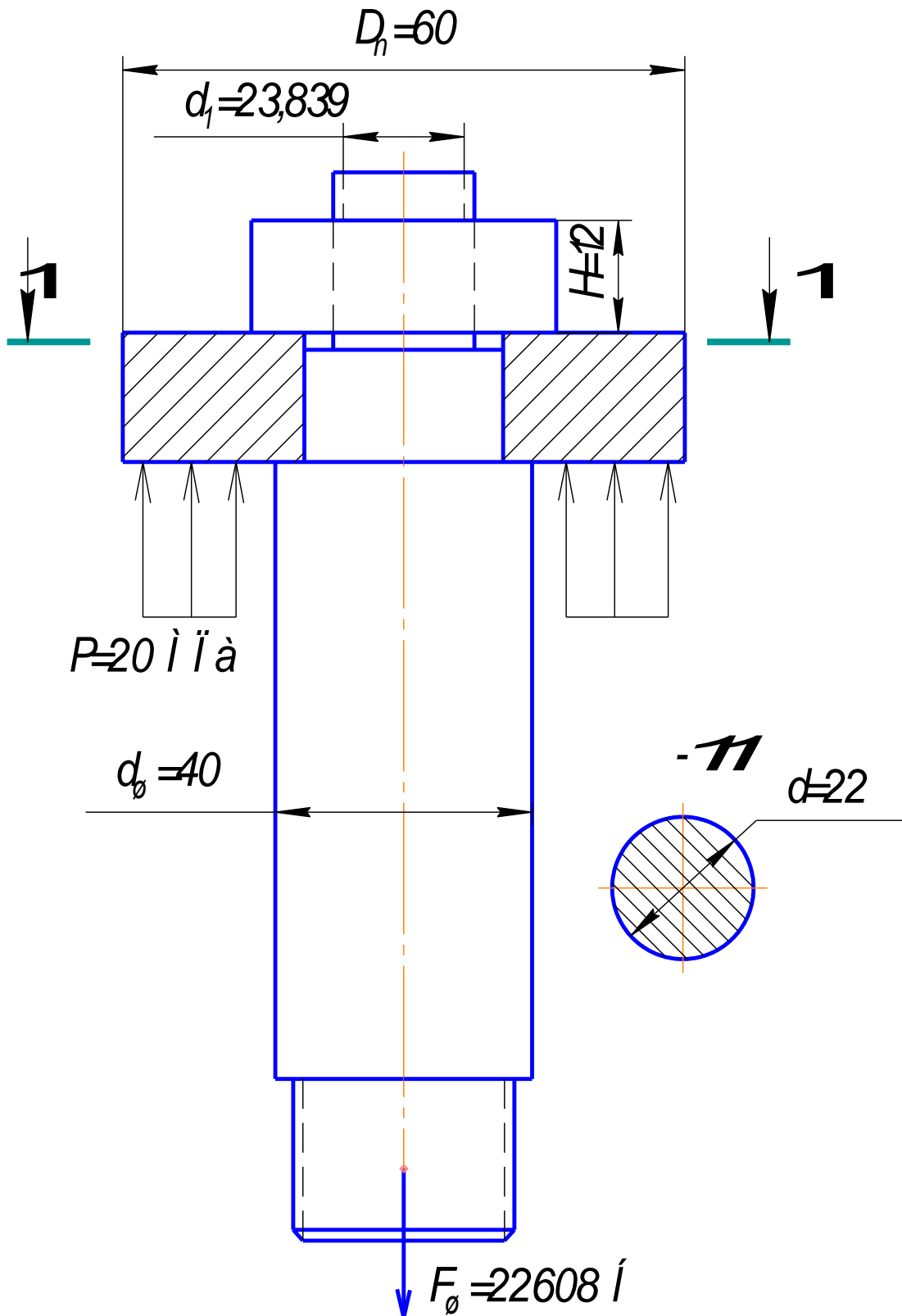


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку штока

### 3.3.4. Розрахунок опори циліндра і лапи

Оскільки кронштейн циліндра і ніжки стрижня виготовлені в консольній формі, а параметри різьби відомі з попередніх розрахунків, ми виконуємо наступні розрахунки на основі напруги згину.

Вибір орієнтації для площі поперечного перерізу в опорній площині циліндра<sup>22-22</sup> визначаємо момент опору січення за формулою:

$$W = F \cdot l / [\sigma_{зг}], \quad \text{мм}^3 \quad (3.18)$$

Де  $F$  – сила, що діє на опору циліндра і на лапу,  $F = 22608$  Н;

$l$  – плече прикладання сили, мм;

$[\sigma_{зг}]$  – допустиме напруження згину для сталі 45,  $[\sigma_{зг}] = 195$  Н/мм<sup>2</sup>,

тоді для опори циліндра

$$W_o = 22608 \cdot 95 / 195 = 11014 \text{ мм}^3,$$

для лапи штока

$$W_n = 22608 \cdot 105 / 195 = 12173 \text{ мм}^3$$

Виходячи з проектних міркувань, опорна ширина опорних секцій не повинна бути менше 80 мм, а ширина ніжок - не менше 50 мм.

Потім ми можемо визначити товщину цих деталей за наступною формулою

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}}, \quad \text{мм} \quad (3.19)$$

де  $b$  – прийнята ширина деталі в критичному січенні

Тоді для опори циліндра

$$h_o = \sqrt{\frac{6 \cdot 11014}{80}} = 28,7 \text{ мм}$$

для лапи штока

$$h_n = \sqrt{\frac{6 \cdot 12173}{50}} = 38,2 \text{ мм}$$



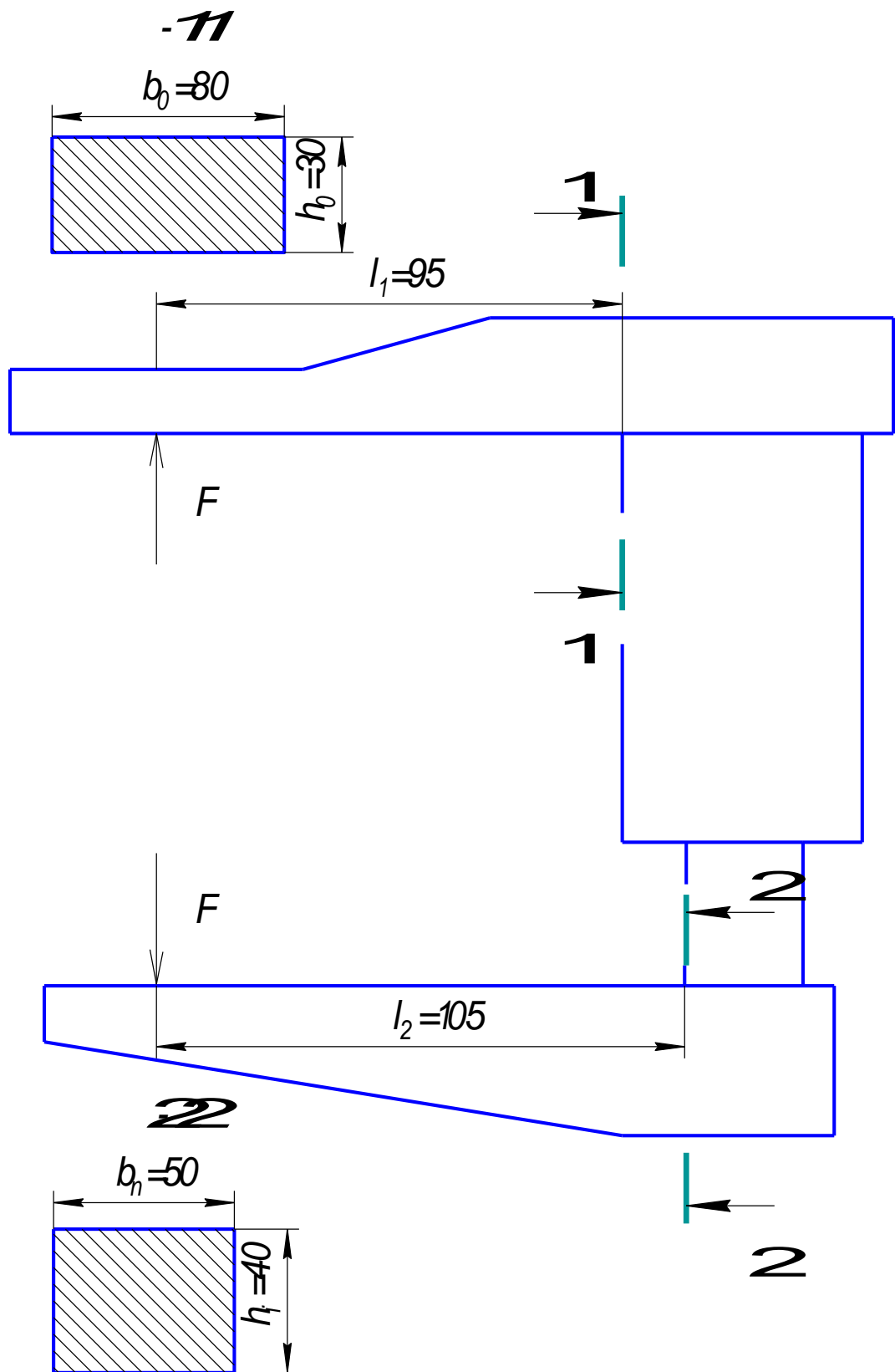


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема опори і лапи

Враховується конфігурація опор циліндра і ніжок стрижня з урахуванням контурів елементів, що згинаються.

## **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 проектованої дільниці, то вони визначаються технологічним процесом і можуть бути сформульованими наступним чином.

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:

- 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 відколи, зазубрин 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 відколи, зазубрин 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 кромок 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 (НУ<sub>1</sub>);
- використання легкозаймистих речовин (НУ<sub>2</sub>);
- несправні інструменти (НУ<sub>3</sub>);
- несправне обладнання (НУ<sub>4</sub>);
- порушення вимог безпеки праці (НУ<sub>5</sub>):

#### Небезпечні дії (НД):

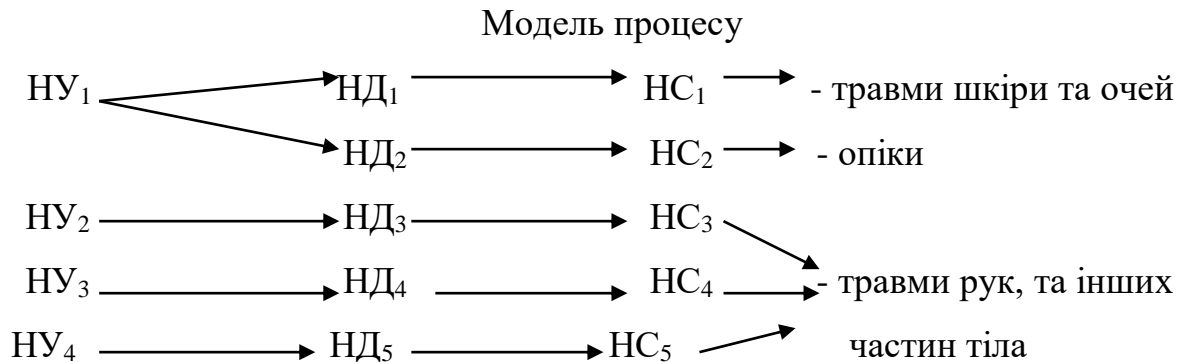
- розбризкування мийного розчину, витікання технологічних рідин (НД<sub>1</sub>);
- користування інструментом, що спричинює іскроутворення, значний нагрів або відкритого полум'я, паління цигарок (НД<sub>2</sub>);
- та використання відкритого полум'я (НД<sub>3</sub>);
- потрапляння горючих матеріалів на нагріті деталі;
- використання несправного обладнання (НД<sub>5</sub>):

#### Небезпечна ситуація (НС):

- потрапляння агресивних речовин на шкіру та в очі (НС<sub>1</sub>);
- займання горючих речовин (НС<sub>2</sub>):

- зіскакування інструментів з деталей (НС<sub>3</sub>);
- падіння деталей, інструментів обладнання або непередбачена траєкторія їх руху (НС<sub>4</sub>);
- необачні або невмілі дії виконавця (НС<sub>5</sub>)

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



#### 4.2. Розрахунок заземлення електроустановки у дільниці.

Визначаємо опір розтікання струму одиничного вертикального електрода використовуючи наступний вираз:

$$R_{el} = \frac{0,366 \cdot P_r}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4t + l}{4t - l} \right), \text{ Ом} \quad (4.1)$$

де  $l$  – довжина заземлювача, ( $l=1,3$  м);

$d$  – діаметр труби,  $d=0,05$  м;

$t$  – висота від поверхні землі до середини заземлювача,  $t=0,5$  м;

$P_r$  – розрахунковий питомий опір ґрунту з урахуванням кліматичного коефіцієнта до вертикального заземлювача,  $P_r=196 \dots 236$  Ом·м.

$$R_{el} = \frac{0,366 \cdot 216}{1,3} \left( \lg \frac{2 \cdot 1,3}{0,05} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 0,5 + 1,3}{4 \cdot 0,5 - 1,3} \right) = 124,7 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір електродів без урахування опору з'єднувальної ланки з виразу:

$$R_{zp.el.} = \frac{R_{el}}{\eta \cdot \eta_e}, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де  $n$  – необхідна кількість стержнів;

$\eta_e$  - коефіцієнт використання стержневих заземлювачів,  $\eta_e = 0,83$

Кількість стержнів визначаємо з виразу:

$$n_c = \frac{R_{el} \cdot \eta_c}{R_{дон} \cdot \eta_e}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

де  $\eta_c$  - коефіцієнт використання системи,  $\eta_c = 0,85$ ;

$\eta_e$  - коефіцієнт використання електрода  $\eta_e = 0,79$ ;

$R_{дон}$  - допустимий опір,  $R_{дон} = 4 \dots 10$  Ом

$$n_c = \frac{124,7 \cdot 0,85}{10 \cdot 0,79} = 13,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_c = 14$  шт.

Підставивши значення у (4.2) отримаємо:

$$R_{сп.ел.} = \frac{127,7}{14 \cdot 0,83} = 10,7 \text{ Ом}$$

Визначимо опір одиничної штаби, прокладеної в ґрунті на глибину  $t$  від поверхні землі з виразу:

$$R_{ш} = 0,366 \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l}{\sigma + t}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де  $\sigma$  - ширина штаби,  $\sigma = 0,05$  м;

$t$  - глибина заземлення,  $t = 0,4$  м

Підставивши значення у (4.4) отримаємо

$$R_{ш} = 0,366 \frac{120}{1,3} \cdot \lg \frac{2 \cdot 1,3}{5 + 0,4} = 260 \text{ Ом}$$

Визначимо сумарний опір з виразу:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{сп.ел.} \cdot R_{ш}}{R_{сп.ел.} \cdot R_{ш} \cdot \eta_{ш}} \quad (4.5)$$

де  $\eta_{ш}$  - коефіцієнт використання штаби,  $\eta_{ш} = 0,82$

Підставивши значення у вираз (4.5) отримаємо

$$R_{\Sigma} = \frac{10,7 \cdot 260}{10,7 \cdot 260 \cdot 0,82} = 8,7 \text{ Ом}$$

Умова надійного розтікання струму буде наступна:

$$R_{\Sigma} < R_{дон} \quad (4.6)$$

де  $R_{\text{дон}} = 10 \text{ Ом}$

Прирівнявши сумарний опір і допустимий зробимо висновок

$$8,7 < 10$$

Умова дотримується.

### **4.3. Техніка безпеки і виробнича санітарія**

Заходи по створенню безпечних і нешкідливих умов праці можуть бути поділені на такі підгруп: організаційні – по поліпшенню умов праці і удосконаленню техніки безпеки; по контролю за дотриманням норм і правил охорони праці.

До організаційних належать заходи по своєчасному обслуговуванню обладнання дільниці та підтримання його в технічно справному стані, навчання робітників безпечним прийомам праці, забезпечення робітників спецодягом та індивідуальними засобами захисту, встановлення і дотримання протипожежного режиму, забезпечення дільниці первинними засобами пожежегасіння, розміщення знаків і попереджувальних написів, забезпечення робітників пам'ятками та інструкціями з техніки безпеки.

До заходів, які сприяють поліпшенню умов праці належать: удосконалення опалення приміщень, нормалізація вологості в них та ліквідація протягів, зниження запыленості та загазованості повітря, поліпшення освітленості робочих місць, зниження шумів та вібрацій.

Удосконалення техніки безпеки передбачає: поліпшення огорож, огляд та випробування повітрозбірників та вантажопідйомних засобів, встановлення запобіжних засобів, автоматичної сигналізації та блокування, контроль за станом електрообладнання і заземлення, контроль технічного стану машин, механізмів і обладнання, утримання інструменту і пристроїв в технічно справному стані, забезпечення індивідуальних засобів захисту.

### **4.4. Основні вимоги до приміщень ремонтного виробництва**

В ремонтних майстернях необхідно дотримуватись наступних

спеціальних вимог.

Підлоги в виробничих, складських та допоміжних приміщеннях повинні мати тверде покриття без щілин, вибоїн і порогів, а також достатній статичний і динамічний опір, стійкість до дії кислот, лугів і мастил. На підлозі повинні позначатись світлими полосами границі проїздів. Всі внутрішні і зовнішні двері приміщень повинні відкриватись в бік найближчого виходу.

Щоб уникнути протягів і різкого охолодження приміщення необхідно біля зовнішніх дверей встановити тамбури. Двері тамбурів повинні оснащуватись пристроями для само закривання.

Правильне розміщення обладнання дуже важливе для створення безпечних умов праці.

Ширина проходів між стелажми і торцями об'єктів ремонту, які стоять на робочих місцях або на засобах транспортування чи маневруючих, повинна бути не менше 1 м, між торцями обладнання і стінами споруд – не менше 0,5 м, між ремонтowanими передніми мостами і навкруги них – не менше 1,2 м, обладнанням і зовнішніми воротами не менше 2 м.

Відстань між стіною і верстатом необхідно встановити не менше 0,8 м, а при знаходженні між ними робітника не менше 1,2 м. Якщо між верстатами немає проїзду, то вони повинні встановлюватись на відстані 1 м один від одного, якщо між верстатами є односторонній проїзд, то на відстані 3,1 м. Якщо верстати обслуговуються з зовнішньої сторони, то ця відстань зменшується відповідно на 1,4 м.

Забороняється робота на несправному обладнанні, а також без спеціального одягу і головного убору.

#### **4.5. Техніка безпеки під час ремонтних робіт**

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 непошкодженні 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 справно працювати забезпечуючи надійне видалення з виробничих приміщень шкідливих домішок, їх вловлювання та нейтралізацію, необхідний обмін повітря.

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

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ТА СКЛАДАННЯ

Загально відомі інструменти і обладнання для розбирання пресових з'єднань не завжди можна ефективно використати під час розбирання ходової частини, а зокрема під час випресування шкворнів. Розроблені в даній роботі пристрої дадуть змогу скоротити тривалість виконання операцій розбирання, зменшити загальний час перебування автомобілів у ремонті і дасть змогу уникнути пошкодження поверхонь внаслідок використання пристроїв загального призначення та підручних засобів.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового пристрою визначаємо за формулою [1]:

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

де  $B_p$  - вартісна оцінка економічних результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

$Z_p$  - вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн..

При розрахунку береться до уваги строк служби обладнання  $t$ , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою [1]:

$$B = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t * \alpha_t; \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де  $B_t$  - вартісна оцінка результатів в  $t$ -тому році розрахункового періоду, грн.;

$t_n$  - початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  - кінцевий рік розрахункового періоду;

$\alpha_t$  - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в  $t$ -тому році визначається за формулою

$$B_t = C_t * A_t * \Pi_t, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де,  $C_t$  - економія коштів на ремонті передньої вісі одного автомобіля;

$A_t$  - кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

$\Pi_t$  - загальна кількість ремонтів з використанням розробленого пристрою.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою [1]:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_h - t}; \quad (5.4)$$

де,  $E_n$  - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень,  $E_n = 0,1$ ;

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків коефіцієнтів зведення до розрахункового року  $\alpha_t$  заносимо в таблицю 6.1.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою.

Економію коштів на операціях розбирання пресових з'єднань одної вісі визначаємо за формулою [1]:

$$Ц_t = \alpha_t (e_1 + e_2) \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де  $e_1$  – економія коштів на оплаті праці, грн..;

$e_2$  - економія коштів за рахунок скорочення тривалості простою під час простою автомобіля на технічному обслуговуванні або ремонті, грн.

Економію коштів за рахунок зменшення оплати праці на заміні комплекту шворнів і втулок внаслідок скорочення тривалості операцій, визначаємо з виразу [1]:

$$e_1 = e_p * (t_1 - t_2) \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де  $e_p$  - середня година тарифна ставка робітника,  $C_p = 120$  грн.год;

$t_1$  - середня приведена тривалість заміни комплекту одного автомобіля одним робітником (2 табл. 2.2,  $t = 2,475$  год.);

$t_2$  - середня приведена тривалість заміни комплекту з використанням розробленого устаткування,  $t_2 = 1,588$  год.

$$e_1 = 120 * (2,475 - 1,588) = 106,44 \text{ грн.}$$

Економію коштів за рахунок скорочення тривалості простою автомобілів визначаємо з виразу [1]:

$$e_2 = v_n(t_1 - t_2) \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де  $v_n$  – середні приведені втрати від години простою автомобіля

$$v_n = 740 \text{ грн./год.}$$

Підставивши відповідні значення у формулу (5.7) отримаємо:

$$e_2 = 740(2,475 - 1,588) = 656 \text{ грн}$$

Тоді середня економія за рахунок використання обладнання в 2025 році становитиме:

$$Ц_{2025} = 1 * (106,44 + 656) = 762 \text{ грн}$$

$$Ц_{2026} = 0,9091 * (1,75 + 6,56) = 693 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаємо економію коштів для решти років і результати заносимо у таблицю 5.1.

Кількість операцій заміни втулок шворнів на автомобілях для кожного розрахункового року визначаємо з виразу:

$$П_t = W * j, \text{ шт.} \quad (5.8)$$

де  $W$  – приведена програма заміни втулок шворнів проведення ремонтів,

$$W = 573;$$

$j$  – коефіцієнт щорічного збільшення програми ремонту за рахунок збільшення парку автомобілів та розширення зони обслуговування,  $j = 1$  для першого року використання і  $j = 1,03$  для кожного наступного року стосовно попереднього;

$$П_{2025} = 573 * 1 = 573 \text{ шт.};$$

$$П_{2026} = П_{2025} * 1,03, \text{ шт.}$$

$$П_{2026} = 573 * 1,03 = 590 \text{ шт.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} З_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де  $Z_t$  - величина витрат в  $t$ -тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу :

$$Z_{2010} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 * t * P_t, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації,

$C_1 = 8000$  грн;

$C_2$  - вартість матеріалів на 1 комплект,  $C_2 = 2820$  грн;

$C_3$  - вартість комплектуючих,  $C_3 = 1300$  грн;

$C_4$  - вартість виготовлення деталей,  $C_4 = 2500$  грн;

$C_5$  - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт,  $C_5 = 740$  грн;

$C_6$  - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією,  $C_6 = 400$  грн.

$C_7$  - середня погодинна оплата праці робітника зайнятого на ремонті передніх осей,  $C_7 = 120$  грн.;

$t$  - середня тривалість циклу заміни,  $t = 1,588$  год

Значення показників  $C_1 \dots C_6$  прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтних та механічних майстерень, що займаються виготовленням нестандартного обладнання.

$$Z_{2025} = 8000 + 2820 + 1300 + 2500 + 740 + 400 + 120 * 1,588 = 15951 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_t = C_e * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де,  $C_e$  - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання обладнання в роботоздатному стані, грн.

$$C_e = \eta * (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6), \text{ грн.} \quad (5.12)$$

де  $\eta$  - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності,  $\eta = 0,16$  ;

$$C_e = 0,16 * 15951 = 2552 \text{ грн.}$$

$$Z_{2026} = 2552 * 0,9091 = 2320 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Скориставшись формулою (5.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$V_{2025} = 762 * 573 = 436,6 \text{ тис. грн.};$$

$$V_{2026} = 693 * 590 = 408,7 \text{ тис. грн.};$$

Результати розрахунків для решти років заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку економічного ефекту від використання пристрою для заміни шворнів і втулок

Показники	Роки використання пристрою								Разом
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
$P_t$ - річна програма замін ЦПГ, шт.	573	590	608	626	645	664	684	705	5095
$C_t$ -економія коштів на одній заміні шкворнів, грн.	762	693	572	430	294	182	103	53	
$\alpha_t$ - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	
$V_t$ -вартісна оцінка результатів, тис.грн..	436,6	408,7	348,1	269,2	189,5	121,1	70,4	37,2	1880,9
$Z_t$ -вартісна оцінка витрат, тис. грн.	15,951	2,32	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3	0,2	23,7
$E_t$ -економічний ефект, тис. грн..	420,7	406,4	346,1	267,8	188,5	120,5	70,1	37,1	1857,2

З таблиці 5.1 бачимо, що середньорічний ефект за період використання пристрою для заміни шворнів та втулок становитиме 232,15 тис. грн.

Підставивши результати попередніх розрахунків і дані з таблиці 5.1 у формулу (5.1) отримаємо значення економічного ефекту за період використання

$$E = 1880,9 - 23,7 = 1857,2 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{\sum z_t}{\sum \epsilon_t} * t_{вик.}, \text{ років} \quad (5.13)$$

де,  $t_{вик.}$  - термін використання обладнання приймаємо  $t_{вик.} = 8$  років.

$$T_{ок.} = 23,7 / 1857,2 * 8 = 0,10 \text{ року}$$

Отже, строк окупності пристрою буде рівним більше місяця.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вивчення стану питання технічного обслуговування і ремонту автомобілів показало, що в автогосподарствах відсутня належна матеріально-технічна база для своєчасного і якісного ремонту передніх осей автомобілів.

2. Відсутність сучасної дієвої системи організації ремонту автомобільних агрегатів безпосередньо на автомобілях з мінімізацією операцій відповідно до їх технічного стану, вимагає розробки спеціальних ресурсощадних технологій і створення спеціалізованих ремонтно-обслуговуючих дільниць.

3. Для ремонту передніх осей автомобілів категорії N1 достатньо створити дільницю, на якій буде працювати три робітники, причому подібність конструкцій передніх мостів автомобілів дозволяє на перспективу охопити всі марки вантажних автомобілів і розширити штат дільниці.

4. Запропоновану в роботі конструкцію пристрою для заміни шворнів і втулок можна виготовити в ремонтних майстернях господарств і доцільно застосовувати в автогосподарствах.

5. Доцільність застосування розробленого пристрою підтверджується розрахунковим економічним ефектом, що становитиме понад 1857,2 тис. грн.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Ришов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред.. В.К. Аветісяна. Харків, ХНТУСГ, 2005. 389 с
2. Біліченко В.В. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko\\_servis\\_ta\\_remont\\_avto/index.html#](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/index.html#)
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. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. «Трактори та автомобілі», Київ; Вища освіта 2003р.; с.18-22
5. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. «Трактори і автомобілі» Київ. Урожай 2002р.; с.8,11-12.
6. Будова автомобіля і трактора. Частина 3. (Трансмісія, механізми керування, ходова частина). Посібник до лабораторних робіт: для студентів технологічного факультету / Укл. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Бивалькевич Л.М. Чернігів: ЧНПУ, 2015. 108 с.
7. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
8. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 264с.
9. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
10. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
11. Захарчук О.В. Основи технології виробництва та ремонту

автомобілів : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / Олег Вікторович Захарчук. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2017. 140 с.

12. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.

13. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ: Либідь, 2018. 400 с.

14. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. Львів: Світ, 2004. 496с.

15. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.1 «Автотракторні двигуни», Київ; Вища школа 2000р. с.7-9.

16. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.3 «Автотракторні двигуни», Київ; Вища школа 2000р. с.9-13.

17. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія : підручник / Лудченко О.А. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.

18. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління: підручник / О. А. Лудченко. Київ : Знання-Прес, 2004. 478 с. : іл.

19. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І. Шевчук В.В. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт". Львів. ЛНУП. 2023. 50 с.

20. Підручник: Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ: Либідь, 2013. 400 с.

21. Ремонт автомобілів: навч. посіб., кн. 1/ В. Я. Чабанний, С. О. Магопєць, О. Й. Мажейка та ін. ; за ред. В. Я. Чабанного. Кіровоград : Центральноукраїнське вид-во, 2007. 392 С.

22. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с

23. Сирота В. І., Сахно В.П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія:

Навчальний посібник. 2-ге видання, виправлене та доповнене. Київ: Арістей, 2008. 288с.

24. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

25. Черновол М.І., Чабанний В.Я. та ін. Технічна експлуатація автомобілів: Лабораторний практикум. Кіровоград: РВП КНТУ, 2007. 125 с.

26. Класифікація вантажних автомобілів URL: <https://dolphincargo.com.ua/ua/klasifikaciya-vantazhnix-avtomobiliv/> (дата звернення: 1.01.2024).

27. Типи і види вантажних автомобілів. URL: <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnih-avtomobiliv> (дата звернення: 8.08.2023).

28. Типи та види вантажних автомобілів. URL: <https://www.soloviy-trans.com.ua/dlia-zamovnykiv/chy-znaiete-vy/typy-ta-vydy-vantazhnykh-avtomobiliv> (дата звернення: 1.03.2024).

29. Вантажні автомобілі, нові моделі – Київ. URL: <https://vidi.ua/ua/new-truck/all/?page=2> (дата звернення: 8.01.2024)

30. Автомобілі КрАЗ. URL: <https://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produktsiya/automobile/civil> (дата звернення: 1.01.2024).

31. Вантажівки MAN. URL: <https://man-ag.com.ua/uk/main/truck/> (дата звернення: 1.03.2024).