

У Д К 631 : 629

Дипломний проєкт : 62 с. текст. част., 10 рис., 5 табл., 6 арк. формату А1, 22 джерела.

Вдосконалення операцій розбирання з'єднань з натягом під час ремонту вузлів машин. Мельник Сергій-Павло Іванович – Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Львів, Львівський НУП, 2023р.

Проведено короткий аналіз конструкції передньої осі автомобіля ГАЗ – 53. Розглянуто технології діагностування та ремонту передньої осі та технологічні заходи підтримання осей у справному стані. Наведено приклади несправностей передніх осей та методи їх усунення. Запропоновано технології знімання передньої осі з автомобіля та заміни окремих деталей передньої осі.

Проведено аналіз відомих технічних засобів для демонтажу шворнів та їх втулок. Розроблено конструкцію пристрою для заміни шворнів та їх втулок в основі якого є телескопічний гідравлічний знімач з плунжерним насосом. Проведено розрахунок деталей пристрою на міцність.

Розглянуто питання охорони праці та захисту населення.

Проведено розрахунок економічного ефекту від використання розробленого пристрою, який за розрахунковий період складе понад 299,710 тис. грн., а строк його окупності не перевищить 4 місяців.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ОСІ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ	7
1.1. Особливості конструкції передньої осі вантажного автомобіля	8
2. РЕМОНТ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ АВТОМОБІЛІВ ГАЗ-53 ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ.....	16
2.1. Заміна передньої осі.....	16
2.2 Технологія заміни деталей передньої осі.....	16
2.2.1 Знімання передньої осі.....	17
2.2.2 Заміна шворня і втулок поворотного кулака	17
2.2.3 Технологія складання передньої осі.....	20
2.2.4 Заміна упорного підшипника шворня і регулювання зазору по осі шворня	21
2.2.5 Заміна втулки сальника маточини переднього колеса.....	22
2.2.6 Вдосконалення технології ремонту передньої осі	22
3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ.....	30
3.1 Вихідні дані для розробки пристрою.....	30
3.2 Характеристика відомих пристроїв	34
3.2.1 Гідравлічний знімач шворнів з консольною лапою.....	35
3.2.2 Гідравлічний знімач з кульками.....	37
3.3 Розробка пристрою для заміни шворнів і їх втулок.....	37
3.4 Розрахунок елементів конструкції.....	41
4.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів розбирання автомобіля.....	45
4.2.Розрахунок заземлення електроустаткування підрозділу	

ремонту.....	48
4.3. Техніка безпеки і виробнича санітарія.....	50
4.4. Основні вимоги до приміщень ремонтного виробництва.....	51
4.5. Техніка безпеки під час ремонтних робіт.....	52
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ.....	54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ВСТУП

Розвиток автомобільного транспорту, який привів до появи швидкісних, комфортабельних, економічних автомобілів, поступово робить автомобільні перевезення конкурентно спроможними залізничним. Це пояснюється більшою його оперативністю, уникненням додаткових навантажувально-розвантажувальних робіт, формування довільних партій вантажу за рахунок вибору автомобілів та автопоїздів потрібної вантажопідйомності. 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, сягає 70...95%. При чому, є ряд країн, в яких внутрішні перевезення здійснюються лише автомобільним транспортом.

Тривале реформування агропромислового комплексу України супроводжується перерозподілом між власниками основних засобів, в тому числі і автомобілів та матеріально-технічної бази для їх технічного обслуговування і ремонту. Майстерні, існуючих раніше господарств, мали різний рівень технічного оснащення, але в більшості з них обладнання морально і фізично застаріле. Сьогодні, як юридичні так і фізичні власники автомобілів не можуть власними силами якісно і своєчасно їх обслуговувати та ремонтувати через відсутність належної бази та фахівців. Тому виникає потреба створення на районному рівні такої виробничої структури, яка могла би надавати комплексні ремонтно-обслуговувальні послуги власникам автомобілів за їх бажанням.

Загально відомо, що за створених сьогодні умов відсутності дефіциту запасних частин основу ремонту складають розбирально-складальні роботи.

1. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ОСІ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Передні осі вантажних автомобілів мають аналогічну конструкцію і виконують такі основні функції: 1 – забезпечення руху автомобіля шляхом обертання коліс; 2 – здійснення зміни напрямку руху через шарнірне з'єднання поворотних кулаків з балкою осі, рульовими тяговими важелями та рульовим управлінням; 3 – здійснення гальмування автомобіля фрикційними накладками гальмівних колодок внаслідок їх взаємодії внутрішньою циліндричною поверхнею гальмівного барабана. Порушення будь-якої з цих функцій спричиняє зниження експлуатаційних показників та має негативний вплив на безпеку руху.

Для досягнення передбаченого заводом-виробником автомобіля ресурсу передніх осей необхідно своєчасно та якісно діагностувати і ремонтувати автомобіль з дотриманням технічних вимог, якщо він експлуатується на дорогах відповідної категорії. Однак використання автомобілів з дотриманням технічних вимог у складних умовах бездоріжжя та на запущених дорогах з гравійним покриттям може знизити ресурс вузлів трансмісії та ходової частини на 20-60%.

До основних відмов передніх мостів вантажних автомобілів, які вимагають ремонту та обслуговування, можна віднести наступні проблеми: надмірне спрацювання гальмівних барабанів, збільшення зазорів у підшипниках маточин, підвищена шумність роботи підшипників. Надмірне спрацювання шарнірів рульових тяг, збільшення радіального та осьового зазорів між шворнем та поворотним кулаком, втрата герметичності елементів приводу робочих гальм, втрата пружності або ослаблення чи руйнування стяжних пружин гальмівних колодок. Також часто трапляється витікання мастила з порожнин маточин, пошкодження ущільнень шарнірів рульових тяг, забивання каналів для мащення шворня з втулками та опорного

підшипника балки. Крім того, при поганих дорожніх умовах може відбуватися деформація балки осі, цапф, поворотних кулаків та рульових тяг.

Для передніх мостів характерним є те, що виникнення однієї несправності зазвичай призводить до послідовного появи інших проблем. Наприклад, збільшення зазору у підшипниках маточини може призвести до радіального та осьового биття гальмівного барабана, що спричиняє нерівномірне і передчасне спрацювання як барабанів, так і колодок. У зв'язку з великою масою колеса з гальмівним барабаном і маточиною виникають значні динамічні навантаження, які збільшують інтенсивність спрацювання спряжень шворнів та шарнірів рульових тяг. Збільшення зазорів у спряженнях шворнів також підвищує інтенсивність спрацювання шарнірів рульових тяг та шин, а також може призвести до пошкодження місць, де встановлена балка осі [1,3].

1.1. Особливості конструкції передньої осі вантажного автомобіля

Передня вісь складається з балки 1, яка є штампованою і має форму січення двотаврове. Вона з'єднана з поворотними кулаками 2 і 3 за допомогою циліндричних шворнів 8 (рис. 1.1, рис. 1.2). Балка 1 має дві площадки з чотирма наскрізними отворами для кріплення ресор. Ці площадки використовуються для кріплення передньої осі до ресор. Кінці балки мають циліндричні головки з наскрізними отворами для шворнів.

У вертикальній площині балки розміщені два циліндричних отвори для штопорних штифтів 12 шворня, а також два отвори для кріплення пальців телескопічних амортизаторів. Поворотні кулаки 2 і 3 також мають цапфи з двома циліндричними шийками. Шийки мають задані (відповідно до моделі) діаметри для підшипників 38, 39 маточин передніх коліс, а також шийку для втулок сальників маточин. Поворотні кулаки мають масивний фланець з буртом, який використовується для центрування і фіксації щита гальма 35. Щит гальма 35 переднього колеса прикріплений до фланця поворотного

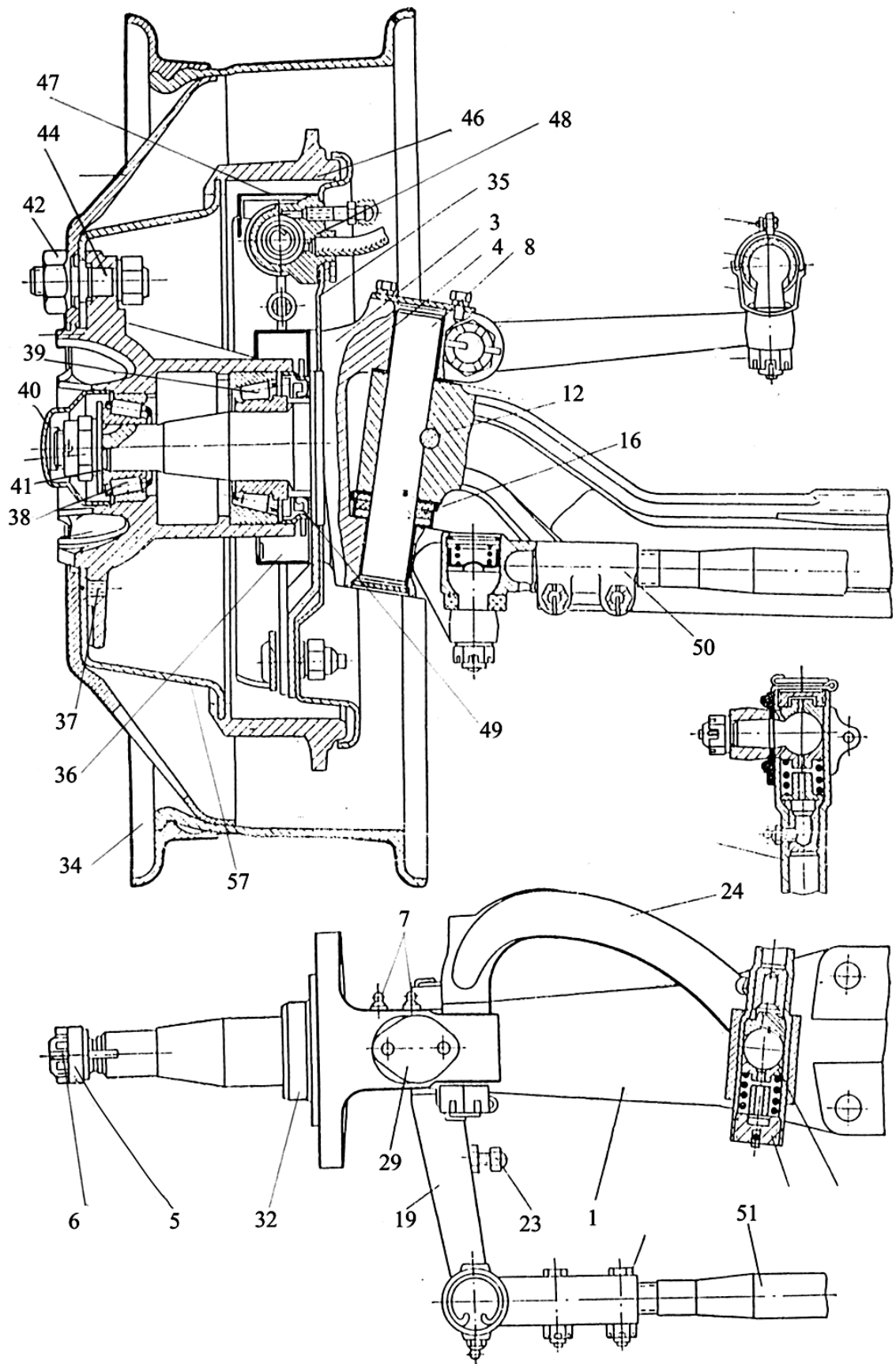


Рисунок 1.2 – Передня вісь автомобіля ГАЗ-53

кулака за допомогою шести болтів. Зверху і знизу фланець кулака переходить в дві масивні головки з циліндричними отворами для шворня 8, а також конічними отворами для кріплення важелів поздовжньої 24 і та поперечної 19 рульових тяг.

Клиновим штопорним штифтом 12 забезпечується утримання шворнів 8 в балці передньої осі від поперечного переміщення і провертання. Шворні повністю розвантажені від осьових зусиль, оскільки передній опорний підшипник шворнів розташований між нижнім торцем головки балки і внутрішнім торцем головки поворотного кулака [1,3,16].

Між площиною верхньої головки поворотного кулака і верхнім торцем площини балки передбачений зазор, який не повинен перевищувати 0,15 мм. Цей зазор регулюється за допомогою регулювальних металевих шайб 11 під час складання.

Отвір під шворні у верхній і нижній головках поворотного кулака закритий штампованою кришкою 29, що має прокладку 33. Кришка кріпиться до головки кулака болтами (кількість болтів і їх розмір залежить від моделі моста).

Верхня і нижня втулка шворнів змащуються консистентним мастилом через прес-маслянки 7, що вкручені в різьбових отворах головок поворотних кулаків. Мастило, проходячи через нижню втулку шворня, також поступає через спеціальну канавку на шворні і до упорного (до верхнього і/або нижнього) підшипника шворня.

Упорні підшипники шворня складаються з однієї неметалевої шайби 16 (як правило середньої) і двох сталевих шайб 17. Цей комплект, який складається в основному з трьох шайб, складених в штампованій обоймі і закритий зверху ковпаком 9. Ковпак захищає підшипник від попадання пилу і вологи.

Це забезпечує змащення та захист упорних підшипників шворня для їх ефективної роботи.

Важіль 24 та 19 рульових тяг закріплені за допомогою корончатих гайок, які шплінтуються, забезпечуючи надійне кріплення. Важелі фіксуються в отворах кулака шпонками, що також сприяє їхньому надійному з'єднанню.

Важелі 19 і 18 рульової трапеції мають обмеження повороту кулака 23, які оснащені сферичними головками. Болти 23 використовуються для фіксації цих обмежень повороту і вони затягуються контргайками для забезпечення надійності.

Довжина болтів регулюється таким чином, щоб їхні головки при максимальному куті повороту коліс в обидві сторони, не впиралися в приливи балки. Це дозволяє досягти мінімального радіуса повороту автомобіля по колії переднього зовнішнього колеса, яка є конкретною для кожної моделі автомобіля.

На цапфах поворотних кулаків, які мають конічні роликові підшипники 38 і 39, розташовуються маточини передніх коліс. Конічні підшипники кріпляться і регулюються корончатою гайкою 5, яка закручується на різьбовий кінець цапфи кулака і зашплінтовується. Шайба 41 з виступом в отворі, яка встановлюється між гайкою і торцем внутрішнього кільця зовнішнього підшипника, служить для запобігання прокручування гайки. Виступ шайби входить в канаву цапфи передньої осі, що допомагає забезпечити стабільну фіксацію гайки.

В таблиці 1.1 наведено перелік деталей, позначених на рисунку 1.1 і рисунку 1.2 [3,6,9,10].

Таблиця 1.1 – Перелік основних деталей передньої осі вантажного автомобіля

Найменування деталі	№ деталі	К-сть
1	2	3
Балка осі передньої	1	1
Болт обмеження поворотного кулака	23	2

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Болт кріплення гальмівного щита	56	12
Болт кріплення кришки шворня	30	
Важіль правого поворотного кулака	24	1
Важіль рульової тяги трапеції лівий	19	1
Важіль рульової тяги трапеції правий	18	1
Втулка сальника маточини	32	2
Втулка шворня поворотного кулака	4	4
Гайка важеля рульової тяги трапеції	21	2
Гайка	25	2
Гайка	55	12
Гайка штопорного клинового штифта	13	2
Гайка кріплення пальця наконечника	52	2
Гайка кріплення колеса з лівою різьбою	43	6
Гайка кріплення колеса з правою різьбою	42	6
Гайка шпильки маточини колеса	45	12
Гайка кріплення важеля лівого поворотного кулака повздовжньої тяги	26	1
Гайка поворотного кулака: з правою різьбою з лівою різьбою	5	1 1
Барабан гальмівний	46	2
Циліндр гальмівний	48	2
Гальмо в зборі	35	2
Гвинт кріплення барабана до маточини	37	6
Захисний ковпак упорного підшипника шворня поворотного кулака	9	2
Ковпак маточини колеса	40	2
Колесо в зібраному стані	34	2
Кришка шворня	29	4

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Кулак поворотній лівий	3	1
Кулак поворотній правий	2	1
Відбивач мастила	36	2
Наконечник поперечної тяги	50	2
Обойма підшипника шворня поворотного кулака	15	2
Підшипник маточини внутрішній	39	
Підшипник маточини зовнішній	38	2
Трубчаста поперечна тяга	51	1
Прес-маслянка кулака поворотного	7	4
Прокладка кришки шворня	33	4
Сальник маточини	49	2
Захисний екран циліндра гальм	47	2
Ущільнююче кільце шворня	10	2
Фланець гальмівного барабана	57	2
Шайба пружинна	14	2
Шайба пружинна	31	8
Шайба регулювальна кулака поворотного	11	2
Шайба упорна шворня кулака поворотного	17	4
Шайба упорна шворня кулака поворотного середня (полімерна)	16	2
Шайба підшипника зовнішнього маточини	41	2
Шворінь кулака поворотного	8	2
Шпилька маточини	44	12
Стопорний шплінт гайки кріплення щита гальм	54	12
Шплінт гайки пальця шарнірного наконечника	53	2
Шплінт	6	2
Шплінт важеля	22	2

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Шплінт важеля	27	1
Шпонка важеля кулака поворотного	28	1
Шпонка правого важеля рульової трапеції	20	2
Клиновий штифт фіксації шворня	12	2

На підставі аналізу таблиці 1.1 можна зробити припущення, що передня вісь вантажного автомобіля може становити в межах 60 найменувань деталей. конкретна кількість деталей, їх геометричні параметри та номенклатура залежить від конкретної моделі автомобіля.

2. РЕМОНТ ПЕРЕДНІХ ОСЕЙ АВТОМОБІЛІВ ГАЗ-53 ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ

2.1 Заміна передньої осі

Щоб зняти передню вісь необхідно [3,6,9,10]:

1. Послабити гайки кріплення коліс. Підняти перед автомобіля до моменту вивільнення коліс від навантаження, під передню частину рами підставити підставки.

2. Зняти передні колеса.

3. Викрутити ковпак маточини.

4. Викрутити гайку цапфи поворотного кулака.

5. Зняти маточину з підшипником і гальмівним барабаном.

6. Вийняти шплінт і викрутити гайки та зняти гальмові щити. Щоб не пошкодити гальмовий шланг, необхідно підвісити щити на лонжерони рами.

7. Вийняти шплінт і викрутити гайки та від'єднати важелі рульового керування від поворотних кулаків.

8. Викрутити гайки й від'єднати нижні кінці амортизаторів від балки передньої осі.

9. Підвести під передню вісь домкрат.

10. Викрутити гайки і зняти ресори.

11. Зняти передню вісь з автомобіля.

2.2 Технологія заміни деталей передньої осі

Деталі передньої осі можна замінювати безпосередньо на автомобілі або знявши передню вісь з нього. Це залежить від того який рівень доступу є до конкретної деталі. Крім того важливим є технологічне оснащення виконавців робіт.

2.2.1 Знімання передньої осі

Щоб зняти передню вісь необхідно [3,6,9,10]:

1. Послабити гайки кріплення коліс. Підняти перед автомобіля до моменту вивільнення коліс від навантаження, під передню частину рами підставити підставки.
2. Зняти передні колеса.
3. Викрутити ковпак маточини.
4. Викрутити гайку цапфи поворотного кулака.
5. Зняти маточину з підшипником і гальмівним барабаном.
6. Вийняти шплінт і викрутити гайки та зняти гальмові щити. Щоб не пошкодити гальмовий шланг, необхідно підвісити щити на лонжерони рами.
7. Вийняти шплінт і викрутити гайки та від'єднати важелі рульового керування від поворотних кулаків.
8. Викрутити гайки й від'єднати нижні кінці амортизаторів від балки передньої осі.
9. Підвести під передню вісь домкрат.
10. Викрутити гайки і зняти ресори.
11. Зняти передню вісь з автомобіля.

2.2.2 Заміна шворня і втулок поворотного кулака

Для заміни шворня і його втулок потрібно [3,6,9,10]:

1. Послабити гайки кріплення коліс, підняти автомобіль за передню вісь таким чином, щоб колеса не торкалися опорної поверхні, встановити на підставки і зняти передні колеса.
2. Зняти маточини в зборі з барабанами і підшипниками передніх коліс.
3. Зняти гальмові щити і підвісити їх на лонжероні рами.
4. Від'єднати важелі рульового керування від поворотних кулаків.
5. Викрутити болти, зняти кришки шворнів.
6. Викрутити гайки, зняти шайби і вибити стопорні штифти шворнів.

7. За допомогою спеціального пристосування (рис. 2.1) зі змінними головками вибити шворінь з поворотного кулака вниз.

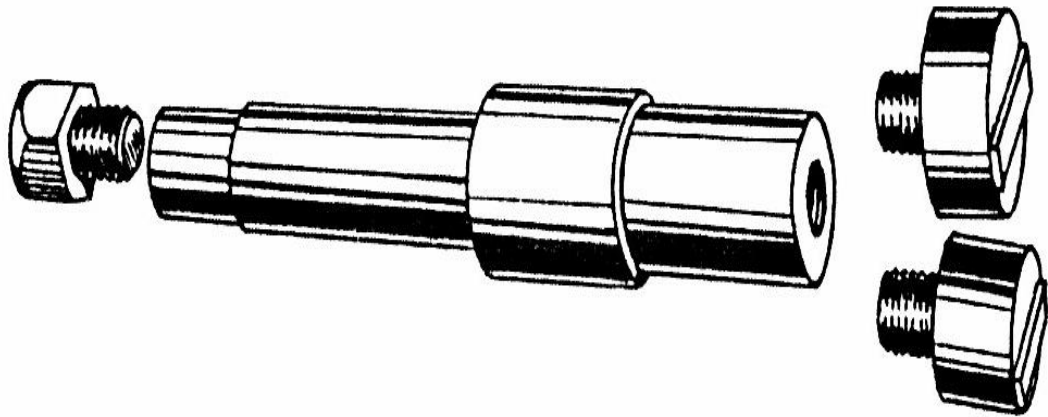


Рисунок 2.1 – Оправка для ремонту поворотного кулака

8. Зняти поворотний кулак, упорний підшипник шворня і гумові ущільнювальні кільця шворня.

9. Затиснути поворотний кулак у лещатах (рис. 2.2) і за допомогою оправки вибити обидві втулки шворня.

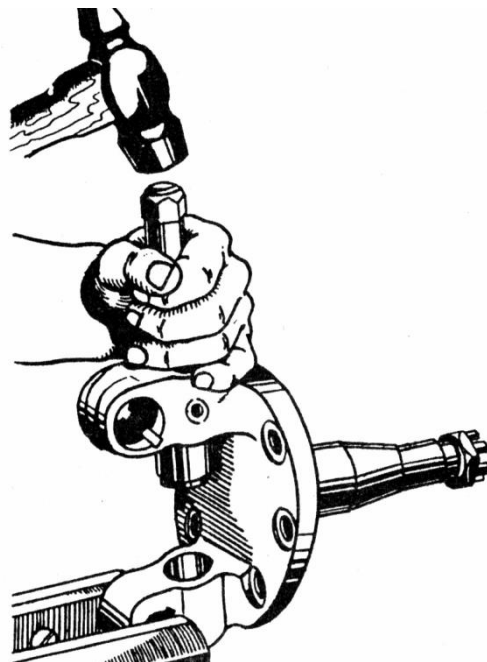


Рисунок 2.2 – Випресування втулок шворня

10. Зачистити отвір під шворінь у поворотному кулаку й отвір для мащення.

11. За допомогою оправки встановити нові втулки так, щоб отвір у втулках збігся з отворами в головках кулака і щоб відкриті кінці мастильних канавок втулок були направленні в бік балки передньої осі (рис. 2.4).

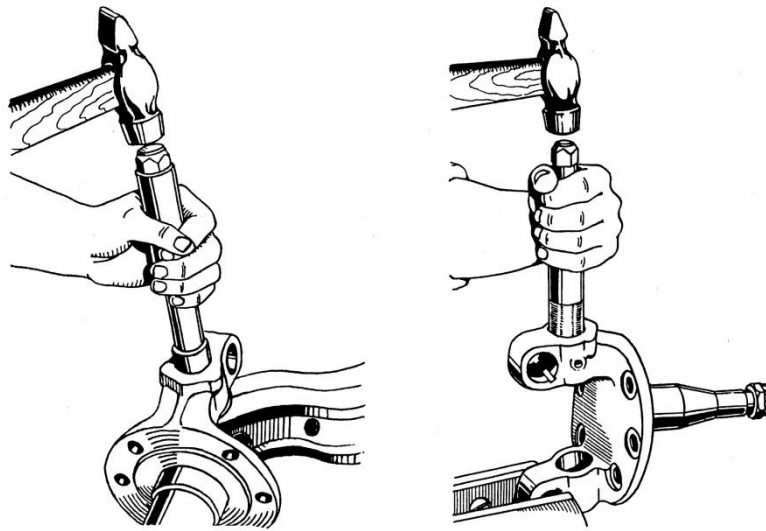


Рисунок 2.3 – Вибивання шкворня

Рисунок 2.4 – Запресування втулок шкворня

12. Розвернути одночасно обидві нові втулки за допомогою спеціальної розвертки (рис 2.5.) до діаметра $30^{+0,05}_{+0,02}$ мм.

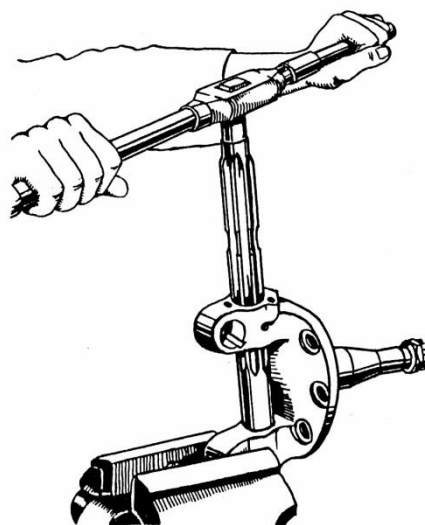


Рисунок 2.5 – Розвертання втулок шворня

13. Очистити втулки від металевої стружки після розвертання і нанести на кожну втулку тонкий шар мастила.

14. Попередньо змастивши гумові ущільнювальні кільця і кільцеві проточки в головках кулака, встановити кільця.

2.2.3 Технологія складання передньої осі

Технологія складання передньої осі може мати наступний варіант виконання операцій.

1. Встановити поворотний кулак на балку передньої осі.

2. У верхнє вухо кулака вставити новий шворінь з урахуванням положення лиски під стопорний штифт (рис. 2.6), встановити підшипник шворня і просунути шворінь до співпадіння лиски під стопорний штифт з отвором у балці.

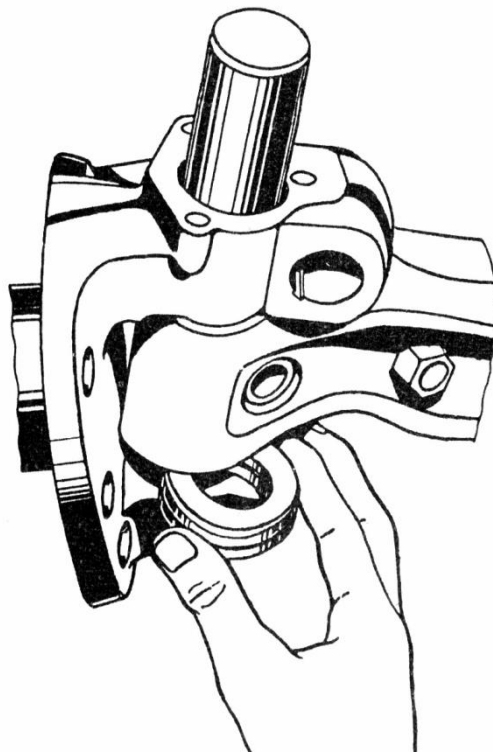


Рисунок 2.6 – Встановлення шворня і його підшипника

Перед установкою поверхню шворня змастити тонким шаром мастила.

При установці шворня особливу увагу звернути на стан гумових ущільнювальних кілець і правильність їхньої установки.

3. Встановити стопорний штифт (рис. 2.7), пружинну шайбу і затягти до упору гайку штифта.

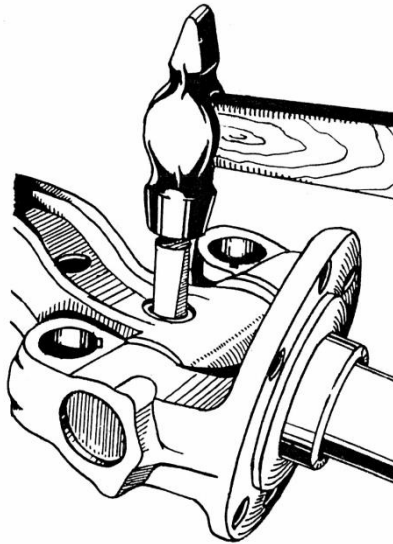


Рисунок 2.7 – Встановлення стопорного штифта

4. Встановити кришки верхніх вух поворотних кулаків і закріпити їх болтами з пружинними шайбами.
5. Встановити важелі рульового керування на поворотних кулаках.
6. Встановити гальмовий щит.
7. Встановити маточини з підшипниками і гальмівними барабанами.
8. Поставити і прикрутити колеса.
9. Змастити шворінь поворотного кулака через прес-маслянку.
10. Перевірити і при необхідності відрегулювати сходження коліс.

2.2.4 Заміна упорного підшипника шворня і регулювання зазору по осі шворня

При періодичних оглядах слід звертати увагу на стан упорного підшипника шворня та на величину його зазору між верхнім вухом кулака і

вухом балки. Щоб замінити упорний підшипник шворня, необхідно спочатку виконати операції, наведені вище "Зміна шворня поворотного кулака і втулок шворня" і додатково:

1. Вийняти спрацьований упорний підшипник разом зі штампованим захисним ковпаком.
3. Підняти поворотний кулак нагору так, щоб щільно затиснути підшипник між вухами кулака і балкою.
4. За допомогою щупа заміряти величину зазору між верхнім вухом поворотного кулака і вухом балки. Якщо величина зазору перевищує 0,12 – 0,25 мм (залежно від моделі), необхідно зменшити зазор, поставивши в цьому місці металеву прокладку.
5. Зібрати передню вісь у послідовності, зазначену вище "Складання передньої осі".

2.2.5 Заміна втулки сальника маточини переднього колеса

Для заміни спрацьованої втулки сальника маточини переднього колеса необхідно виконати роботи, зазначені вище "Заміна шворня поворотного кулака і втулок шворня" і додатково:

1. Розрубати зубилом втулку сальника в двох діаметрально протилежних місцях.
2. Зняти втулку.
3. Напресувати до упору нову втулку сальника

2.2.6 Вдосконалення операцій ремонту передньої осі

Для розробки технології ремонту перед нами стоїть декілька важливих кроків. Наведемо загальні кроки, які можна виконати для складання такої технології:

1. Аналіз потреб: визначити обсяг робіт та типи ремонтних операцій, які потрібно виконати на ділянці; оцінити потреби в ремонті та визначте пріоритети.

2. Створити перелік операцій: перелік операцій повинен включати розбирання-складання та відновлення деталей, які не підвищують ризик аварійності; розглянути кожну операцію і чітко визначте її обсяг та послідовність виконання.

3. Вибір обладнання: відповідно до переліку операцій, визначте необхідне обладнання і інструменти для їх виконання. врахувати особливості ділянки та типу ремонтних робіт.

4. Розрахунок режимів виконання операцій: визначити оптимальні режими виконання кожної операції. Врахуйте час, необхідний для виконання операції, послідовність виконання, необхідні перерви та інші фактори.

5. Норми часу: встановити норми часу для кожної операції на основі розрахунку режимів виконання; норми часу допоможуть планувати роботу і контролювати продуктивність.

6. Випробування та вдосконалення: перевірити розроблену технологію на практиці; виявити можливі недоліки та вдосконалюйте процес ремонту з урахуванням отриманих результатів.

7. Документування: створити документ, який містить всю інформацію про розроблену технологію ремонту; включити перелік операцій, обладнання, режими.

8. Документування (продовження): у документацію про технологію ремонту включити також інструкції щодо безпеки, правил використання обладнання та інструментів, а також рекомендації щодо зберігання та обслуговування обладнання.

9. Тестування технології: провести тестовий запуск технології ремонту на практиці, спостерігаючи за її ефективністю та виявити можливі проблеми

або недоліки; записати відомості про результати тестування та зробити відповідні корективи до технології.

10. Контроль якості: встановити процедури контролю якості для кожної операції та кроку технології ремонту; врахувати стандарти та вимоги щодо якості продукту.

11. Навчання та підготовка персоналу: забезпечити належну підготовку та навчання персоналу, який буде виконувати ремонтні операції згідно з розробленою технологією; переконатися, що вони розуміють процедури, вміють користуватись обладнанням та дотримуватись вимог щодо безпеки.

Один з варіантів заміни дефектних деталей новими або відновленими полягає в розбиранні передньої осі, дефектуванні деталей та спряжень. Це може бути економічно вигідним, особливо якщо існує достатня кількість постачальників, які забезпечують якісні запасні частини.

Інший варіант - звернення до спеціалізованих підприємств або ремонтних центрів, які мають необхідне обладнання та досвід у відновленні цих деталей. У багатьох випадках це дасть змогу отримати якісні відновлені деталі за менші витрати порівняно з новими.

Користуючись попереднього наведеними матеріалами складаємо перелік операцій знімання і розбирання передньої осі, які подані в таблиці 2.3 [3,6,9,10].

Таблиця 2.1 – Перелік і зміст основних технологічних операцій демонтажу і розбирання передньої осі вантажного автомобіля

Шифр	Зміст операції	T, люд. год.
1	2	3
О-1	Встановити автомобіль на оглядову канаву, або естакаду, підкласти опори з обох боків задніх коліс	0,095

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
О-2	Підняти передню частину автомобіля на висоту 120 - 150 мм, щоб передні колеса не торкались поверхні, встановити стійкі підставки пі раму автомобіля	0,095
О-3	Зачистити кінці стремен, пальців наконечників, штопорних штифтів шворнів, та інших виступаючих кінців різьбових деталей, та змастити їх препаратами для полегшення відкручування	0,471
О-4	Провести огляд клапанів гідроциліндрів та гумових трубок, видалити з системи стару гальмівну рідину	0,0736
О-5	Вийняти шплінт, відкрутити гайку і виштовхнути з важеля поворотного кулака палець шарніра повздовжньої рульової тяги	0,086
О-6	Від'єднати гнучкі рукави від робочих гідроциліндрів	0,077
О-7	Відкрутити гайки кріплення коліс та зняти їх, колеса встановити на транспортні візки	0,345
О-8	Підняти вісь візком-домкратом так, щоб стиснути ресори на 40 – 60 мм	0,074
О-9	Відкрутити гайки кріплення стремен ресор	0,437
О-10	Опустити вісь донизу, забезпечивши зазор 40 – 60 мм між гальмівними барабанами підлогою для безпечного її транспортування на інше робоче	0,074
О-11	Встановити передню вісь на оснащення для її розбирання	0,062

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
О-12	Відкрутити гвинти кріплення гальмівних барабанів та зняти їх	0,069
О-13	Вийняти шплінти, відкрутити гайки і виштовхнути з важелів поворотних кулаків пальці поперечної тяги	0,017
О-14	Відкрутити захисні ковпаки маточин	0,046
О-15	Вийняти шплінти і відкрутити гайки поворотних кулаків, зняти маточини, внутрішні обойми внутрішніх підшипників на втулки сальників маточин	0,198
О-16	Вийняти шплінти, відкрутити гайки болтів кріплення відбійник мастила, фланця і щита гальм і зняти відбійник мастила, фланець щита і щит гальма в зборі.	0,552
О-17	Відкрутити болти і зняти кришки шворнів	0,230
О-18	Відкрутити гайки і вибити штопорні штифти шворнів	0,138
О-19	Виштовхнути (вибити) шворні, зняти поворотні кулаки, підшипники	0,253
О-20	Вийняти шплінт, відкрутити гайку і виштовхнути (вибити) важіль з правого поворотного кулака	0,101
О-21	Вийняти шплінт, відкрутити гайку і виштовхнути (вибити) важелі повздовжньої і поперечної тяги з лівого поворотного кулака	0,211
О-22	Вийняти сальник і зовнішні кільця підшипників з маточин	0,184
О-23	Відкрутити гайки і виштовхнути шпильки кріплення коліс з маточин	0,207

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
O-24	Вийняти шплінти і відкрити гайки болтів хомутів наконечників, відкрити наконечники з рульової тяги	0,096
O-25	Зняти стяжні пружини з гальмівних колодок	0,046
O-26	Відкрити болти і зняти гідроциліндри з опорних щитів	0,115
O-27	Відкрити гайки і зняти осі накладок, колодки і ексцентричні шайби	0,345
O-28	Зняти штопорні кільця і розібрати наконечники поперечної рульової тяги	0,138
O-29	Розібрати гідроциліндри	0,138
O-30	Усунути залишки фрикційних накладок з елементів колодок	0,23
O-31	Відкрити маслянки з поворотних кулаків і наконечників поворотної тяги	0,138
O-32	Відпустити контргайки і викрутити з важелів болти обмеження поворотних кулаків	0,057
O-33	Виштовхнути втулки поворотних кулаків	0,138
	Сумарна трудомісткість операцій знімання осі з автомобіля та її розбирання	5,517

З таблиці 2.1 бачимо, що для знімання з автомобіля і повного розбирання передньої осі потрібно виконати 33 основних операції, загальна тривалість яких становить 5,52 год. Нормування операцій проведено для умов використання універсального слюсарного інструменту, гвинтових знімачів та спеціальних накладок для вибивання деталей з натягом. [10, 21]

Користуючись даними таблиці 2.1 складаємо перелік операцій, які необхідно виконати, щоб замінити шворні і втулки шворнів. Цей перелік включає наступні операції, що відповідають шифрам поданим в таблиці 2.1:

О-1, О-3а (зачистити різьбові кінці пальців наконечників рульових тяг, штопорних штифтів шворнів, шпильок кріплення коліс і змастити їх: О- 4, О-О-5, О-6, О-7, О-12, О-14, О-15, О-16, О-17, О-18, О-19, О-33. в даний перелік включено операцію О-3а замість операції О-3 так як відпадає потреба змащування різьби стрепен і гайок важелів поворотних кулаків. Слід зазначити, що для заміни шворнів і їх втулок за умови наявності спеціального інструменту, достатньо було б виконати операції: О-1, О-2, О-3, О-5, О-7, О-13 (вийняти шплінт, відкрутити гайку і виштовхнути з важеля лівого поворотного кулака палець поперечної тяги), О-17, О-18, О-19, О-33. потреба в додаткових операціях викликана особливостями конструкції, а саме тим, що шворнінь встановлений під кутом до опорного щита гальма (рис. 1.2), який перешкоджає ви пресуванню шворня зверху вниз при наявному опорному щиті, а виштовхнути знизу вверх не вдається через обмеження доступу по осі шворня. Тому в даному дипломному проекті передбачається розробка спеціального технологічного обладнання, яке дасть змогу звести до мінімуму кількість операцій.

Для порівняння існуючої технології з технологією, що передбачає мінімізацію кількості операцій скористаємось даними, наведеними в таблиці 2.2. [6,9,16]

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика двох варіантів технологій розбирання осі для заміни шворнів і втулок

Шифр операції	Трудомісткість люд. год. згідно технології		Додаткове обладнання для пропонуваної технології
	діючої	запропонованої	
1	2	3	4
О- 1	0,095	0,095	
О- 3а	0,253	0,253	
О- 4	0,077		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
О- 5	0,086	0,086	
О- 6	0,077		
О- 7	0,345	0,345	
О- 12	0,069		
О- 13	0,172	0,086	
О- 14	0,046		
О- 15	0,198		
О- 16	0,552		
О- 17	0,230	0,230	
О- 18	0,138	0,138	
О- 19	0,253	0,198	Знімач гідравлічний
О- 33	0,253	0,207	Пристрій для відведення і утримування цапфи, знімач гідравлічний
О- 34		0,186	
Разом, люд. год.	2,846	1,826	

З таблиці 2.2 видно, що трудомісткість операцій за діючою і запропонованою технологією є різною. Процес заміни шворнів і їх втулок за новою технологією скоротиться на 1,02 люд. год, що становитиме майже 36%.

Операція з індексом О-34 передбачає закріплення поворотного кулака на плиті обладнання його відведення і утримування.

3. РОЗРОБКА ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ

У нашому випадку виявлено, що трудомісткість заміни втулок або комплекту шворнів з втулками є необґрунтовано великою і приводить до зайвих витрат часу та праці. Це може бути обумовлено як конструктивними особливостями передньої осі, так і відсутністю необхідного спеціалізованого обладнання для виконання цих операцій більш ефективним способом.

Для вирішення цієї проблеми, рекомендується розглянути можливість впровадження спеціального обладнання, яке дозволить виштовхувати шворні знизу і утримувати поворотний кулак (цапфу) в зборі під час заміни втулок. Таке обладнання може значно полегшити процес ремонту, зменшити затрати часу та зусиль працівників.

3.1 Вихідні дані для розробки пристрою

Для розробки спеціального технологічного обладнання для заміни шворнів і втулок поворотних цапф, вам необхідно врахувати наступні особливості процесу заміни шворня:

1. Необхідно забезпечити можливість пресування шворня з нижньої втулки поворотної цапфи і балки. Це дозволить відділити поворотну цапфу від балки передньої осі. Розрахунок показує, що переміщення шворня повинно бути на величину $l_p=140$ мм.

2. Врахуйте відстань від нижнього торця вуха втулки до буртика опорного щита гальма, яка становить $l_d=72$ мм. Це буде обмежуючим фактором для доступу і заміни шворня.

3. Врахуйте наявність важелів поперечної тяги та, для лівої цапфи, важеля повздовжньої поворотної тяги. Ці важелі можуть обмежувати доступ та роботу під час заміни шворня.

З урахуванням цих факторів, ви можете розробити спеціальне технологічне обладнання, яке дозволить ефективно замінити шворні і втулки поворотних цапф. Обладнання повинно мати можливість здійснювати пресування шворня, враховувати обмеження доступу та забезпечувати безпеку робітника під час процесу заміни.

При розробці обладнання рекомендується звернутися до фахівців з технічної консультації та механічного проектування, які зможуть надати конкретні рекомендації щодо дизайну, матеріалів та функціональності обладнання. Також слід враховувати вимоги безпеки та відповідність обладнання стандартам і процедурам, що стосуються роботи з автомобільними деталями та механізмами.

Під час розробки спеціального технологічного обладнання для заміни шворнів і втулок поворотних цапф, ви можете врахувати наступні критерії:

1. Ефективність: Обладнання повинно забезпечувати швидку і надійну заміну шворнів і втулок поворотних цапф. Механізми і процеси повинні бути оптимізовані для зменшення часу ремонту та збільшення продуктивності.

2. Точність: Обладнання повинно забезпечувати точну і надійну установку шворнів і втулок. Врахуйте вимоги до геометричних параметрів і міжвузлових зазорів, щоб забезпечити належну функціональність системи після заміни.

3. Безпека: Обладнання повинно бути безпечним у використанні. Забезпечте наявність необхідних заходів безпеки, таких як захисні щитки, системи блокування, запобіжні пристрої тощо, щоб уникнути травм робітників.

4. Простота використання: Обладнання повинно бути простим у використанні та маневруванні. Врахуйте ергономічні аспекти та зручність роботи оператора, забезпечивши зручний доступ до деталей і механізмів.

5. Надійність та довговічність: Обладнання повинно бути стійким до впливу навколишнього середовища та механічних навантажень. Врахуйте

вимоги до матеріалів, обробки поверхонь та зносостійкості, щоб забезпечити тривалий термін служби обладнання.

Розробка спеціального технологічного обладнання потребує комплексного підходу.

Для зручної зони встановлення гідравлічного знімача між балкою осі і важелями поперечної тяги, яка передбачається у запропонованій технології, необхідно розробити спеціальне обладнання для утримання поворотної цапфи в зборі під час процесу заміни шворнів і втулок. Це обладнання повинно враховувати такі етапи роботи:

1. Кріплення поворотної цапфи з гальмівним барабаном до опорної плити: Розробіть механізм, який дозволить надійно закріпити поворотну цапфу з гальмівним барабаном до опорної плити. Забезпечте стійкість цапфи під час заміни шворня.

2. Відведення цапфи від балки: механізм, який дозволить відводити поворотну цапфу від балки передньої осі. Забезпечте необхідний простір для заміни шворня і втулки.

3. Виштовхування старих втулок і запресування нових: механізм, який дозволить виштовхнути старі втулки і запресувати нові. Забезпечте точність і контроль процесу виштовхування і запресування.

4. Повернення цапфи назад на місце: механізм, який дозволить повернути цапфу назад на місце після завершення заміни шворня і втулки.

При розробці обладнання слід враховувати безпеку робітників, ефективність процесу заміни, простоту використання та надійність. Залучення фахівців з механічного проектування і технічної консультації може бути корисним для оптимального проектування технологічного обладнання.

Розробляючи спеціальне технологічне обладнання потрібно задатись початковими даними, виходячи з конструкції переднього моста автомобіля який буде обслуговуватись. Оскільки автомобілі будуть обслуговуватися

різних моделей, то приймаємо вихідні дані, що відповідають найбільш розповсюдженим осям з параметрами наведеними в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – вихідні дані для розрахунку параметрів обладнання

№ з\п	Назва параметра і розмірність	Позначення	Числове значення
1	2	3	4
1	Довжина шворня, мм	L	188,5
2	Діаметр шворня, мм	d	30
3	Висота підшипника опорного, мм	h	16,8
4	Висота балки в місці встановлення шворня, мм	h_1	80
5	Створюваний плунжерним насосом тиск в магістралі, МПа	p	40
6	Діаметр на якому розміщені шпильки, мм	D	222,25
7	Діаметр шпильок кріплення колеса, мм	d_3	20
8	Висота втулки розміщення шворня, мм	h_3	45
9	Діаметри отворів під втулки шворнів в поворотних цапфах, мм	d_1	35
10	Зусилля виштовхування шворня, Н	F_e	610
11	Вага поворотного кулака разом з барабаном гальмівним	F	610

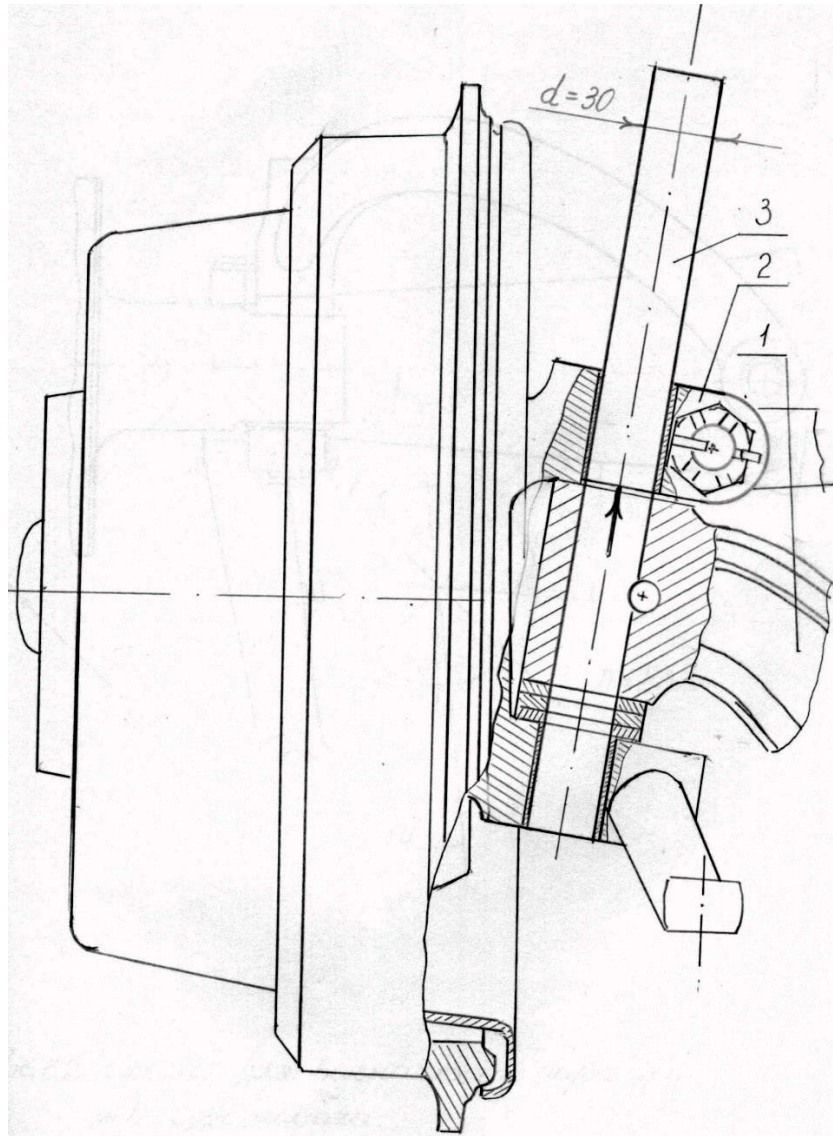


Рис. 3.1 Схема для розгляду процесу виштовхування шворня.

1 – балка передньої осі; 2 – цапфа кулака поворотного; 3 – шворінь кріплення поворотного кулака.

3.2 Характеристика відомих пристроїв

Для операцій процесів розбирання агрегатів і вузлів машин розроблено багато різноманітних пристроїв. Однак в окремих випадках потрібно застосовувати спеціальне оснащення.

3.2.1 Гідравлічний знімач шворнів з консольною лапою

Відома конструкція гідрознімача який має наступні компоненти:

- Циліндр 1: циліндрична трубка, в якій відбувається переміщення робочого середовища для забезпечення руху штока.
- Шток 2: циліндричний шток, який знаходиться всередині циліндра і здійснює рух у напрямку виходу або входу з циліндра.
- Поршень 3: деталь, яка щільно прилягає до внутрішньої стінки циліндра і розділяє його на дві камери.
- Задня кришка циліндра 4: закриває задній кінець циліндра і утримує пружину на місці.
- Пружина 5: елемент, який забезпечує повернення штока до початкового положення після виконання руху.
- Опора циліндра 6: накручена на зовнішню поверхню циліндра і дозволяє фіксувати циліндр на місці.
- Лапа 7: деталь, яка знаходиться на кінці штока і використовується для зчеплення з об'єктом, який потрібно вилучити.
- Змінна насадка 8: додаткова деталь, яка може бути прикріплена до лапи для адаптації до різних типів об'єктів або робочих умов.
- Болт 9: елементи, що використовуються для закріплення опори циліндра на місці виконання операції.

Процес роботи обладнання для заміни шворнів і втулок поворотних цапф автомобіля включає наступні кроки:

- Підготовка автомобіля: автомобіль піднімається на робоче місце і виважується передній міст. Знімаються колеса, а також від'єднуються передній кінець поздовжньої тяги і лівий кінець поперечної рульової тяги.
- До торця поворотної цапфи підводиться опорна плита 25.

- Закріплення опорної плити: обертаючи гайку 29 телескопічної тяги 27 і обертаючи гальмівний барабан, шпильки маточини суміщаються з отворами опорної плити 25. Опорна плита закріплюється трьома гайками коліс.

- Встановлення консолі: гайки 6 обертаються для встановлення консолі 21 в близьке до горизонтального положення, після чого гайка 29 телескопічної тяги 27 затягується.

- Встановлення опори гідрознімача: кришки шворнів знімаються з верхньої провусини цапфи, після чого опора 6 гідрознімача встановлюється на поворотну цапфу і фіксується двома болтами 9.

- Заміна шворня: за допомогою плунжерного насоса робоча рідина подається в гідроциліндр 1, що приводить до руху поршня 3 з штоком 2. Лапа 7 з встановленою надставкою 8 виштовхує шворінь.

Цей процес дозволяє виконати заміну шворнів і втулок поворотних цапф автомобіля за допомогою спеціального технологічного обладнання без розбирання поворотного кулака.

Після того, як лапа 8 контактує з цапфою, клапан насоса перемикається, і поршень 3 з штоком 2 та лапою 7 повертаються в початкове положення. Далі встановлюється ще одна наставка і процес повторюється, виштовхуючи шворень за межі опори балки осі. Цей крок повторюється ще раз для встановлення третьої наставки і виштовхування пальця повністю за межі опори балки осі. Після цього відкочовується пристрій для утримання поворотної цапфи, що дозволяє гнучкому трубопроводу гальм вільно рухатись, і поворотна цапфа повертається на кульових шарнірах у зручне положення. На цьому етапі знімаються втулки, а поворотна цапфа повертається у попереднє положення. Останнім кроком є встановлення нових шворнів на свої місця.

Недоліком даного пристрою є те, що його можна використовувати лише для випресування, а його використання обмежене для інших моделей приєднувальними базовими елементами (фіксуючими гвинтами 9)

3.2.2 Гідравлічний знімач з кульками

Для ви пресування шворнів пропонується також кульковий знімач (аркуш 3 граф. частини). Будова гідрознімача є наступною. Знімач складається із С-подібної скоби 1 у якій просвердлено чотири отвори діаметром 9 мм для фіксування скоби на поворотному кулаку і два отвори; верхній отвір діаметром 31 мм і нижній отвір діаметром 35 мм в який вставляється направляюча труба 11 з кульками 12. З'єднана направляюча труба із скобою за допомогою напресування з подальшою зваркою. Направляюча труба з'єднується із гідроциліндром 4 за допомогою гайки 13. Гідроциліндр в свою чергу складається із корпусу 14, штока 6 із поршнем 7, кришки циліндра 8 в яку вкручено перехідну муфту 9 до якої приєднується гнучкий шланг із запобіжним клапаном 10. Для обмеження ходу шланга служить пружина 5. Яка одним кінцем впирається в поршень гідроциліндра 7 із ущільнення 16, а другим кінцем у шайбу 15. Зверху на корпусі гідроциліндра розташований хомут 3. Для фіксації механізму у робочому положенні служить з'єднувальна скоба 2.

Суть принципу роботи полягає в тому, що при русі плунжера вгору через магістральні рукави, всмоктувальний клапан проходить забір порції робочої рідини. Встановлюємо пристрій на передню вісь і кріпимо його за допомогою болтів на місце попередньо знятої кришки шворня. Шток гідроциліндра, під дією рідини тисне на кульки, які в свою чергу створюють тиск на шворінь. Шворінь під дією тиску кульок випресовується. Коли шток гідроциліндра зробив повний хід, вертають його в початкове положення. Через отвір в трубі подаємо ще певну кількість кульок і повторюємо операцію доти поки не випресуємо шворінь.

3.3 Розробка пристрою для заміни шворнів і їх втулок

Для розбирання і складання пресових з'єднань пропонується гідравлічний телескопічний знімач. (аркуш 4 граф. частини).

Будова телескопічного гідрознімача є наступною. В основному гідроциліндрі (5) знаходиться проміжний гідроциліндр (3), в основі якого розміщений робочий шток (2). У верхній частині гідро знімача, зокрема на основному гідроциліндрі (5) нарізана різьба на яку закручується кришка гідроциліндра (8). Кришка в свою чергу фіксує металічну ущільнюючу шайбу (7) і основу верхньої траверси (6). В напрямних отворах верхньої траверси (6) знаходяться дві тяги (1), які фіксуються на ній гайками (12).. На інших кінцях тяг закріплена нижня траверса (4).

Між кришкою гідроциліндра (8) і гідроциліндром (5) розміщена ущільнююча прокладка (17). Кришка гідроциліндра має отвір з нарізаною різьбою в якій кріпиться штуцер (19) і до нього в свою чергу кріпиться магістральний гнучкий рукав високого тиску. В робочому штоку (2) знаходиться фіксатор (15) у вигляді кульки з пружиною (18). Даний фіксатор завальцьований в радіальному отворі робочого штока (2).

Робочу рідину в телескопічний гідрознімач подає плунжерний насос (рис. 5.2), який складається з корпусу (1) в середині якого рухається плунжер (2). В верхній частині корпусу на різьбі встановлена кришка насоса (3). Між кришкою і корпусом розміщена прокладка (17). В між корпусом і кришкою знаходиться ущільнювальне кільце (16). В кришці насоса в верхній частині знаходиться буртик, який частково фіксує пружину (14). Дана пружина (14) дає можливість повертати плунжер насоса з нижньої крайньої точки в верхню крайню точку. В нижній частині корпусу насоса зроблено систему отворів. В даних отворах знаходиться нагнітальний і всмоктувальний клапани. Всмоктувальний клапан являє собою кульку (12) підтиснену пружиною (15). З протилежного боку пружина (15) впирається в кульку (13) яка в свою чергу є нагнітальним клапаном. Кулька (13) з протилежного боку підперта пружиною (18), протилежний кінець якої впирається в штуцер (19), що вкручений в основу корпусу (1). До даних штуцерів (9,19) кріпляться магістральні рукави. Слід відзначити, що штуцер (19) є всмоктувальним, а

штуцера (9) нагнітальними. В корпусі насоса в нижній частині знаходяться також дві пробки (8). Вище згадані пробки вкручені в різьбові отвори основи корпусу (1). В верхній частині плунжера насоса закріплена педаль (4) за допомогою штифта (5), що фіксується плоскою шайбою (11) і стопорним кільцем (10). Дана педаль має повзун який рухається в пазах напрямної (6), в верхній частині якої є отвори в яких розміщений штифт (20). Даний штифт служить обмежувачем руху педалі вгору. В нижній частині напрямної прикріпленні хомути (7) які в свою чергу є розрізними і кріпляться один до одного за допомогою різьбового з'єднання болт-гайка. Дані хомути призначені для того щоб утримувати напрямну у вертикальному положенні відносно корпусу

Суть принципу роботи полягає в тому, що при русі плунжера насоса вгору через магістральні рукави, всмоктувальний клапан проходить забір порції робочої рідини. При русі плунжера насоса вниз створюється тиск $3,20 \text{ н/мм}^2$ який буде відкривати нагнітальний клапан і подавати робочу рідину через магістральні рукави до телескопічного гідрознімача, який в свою чергу буде створювати зусилля $5315,4 \text{ Н}$. при відкритій пробці зворотного зливу і натисканні на робочий шток гідроциліндра робоча рідина потече у зворотному напрямку.

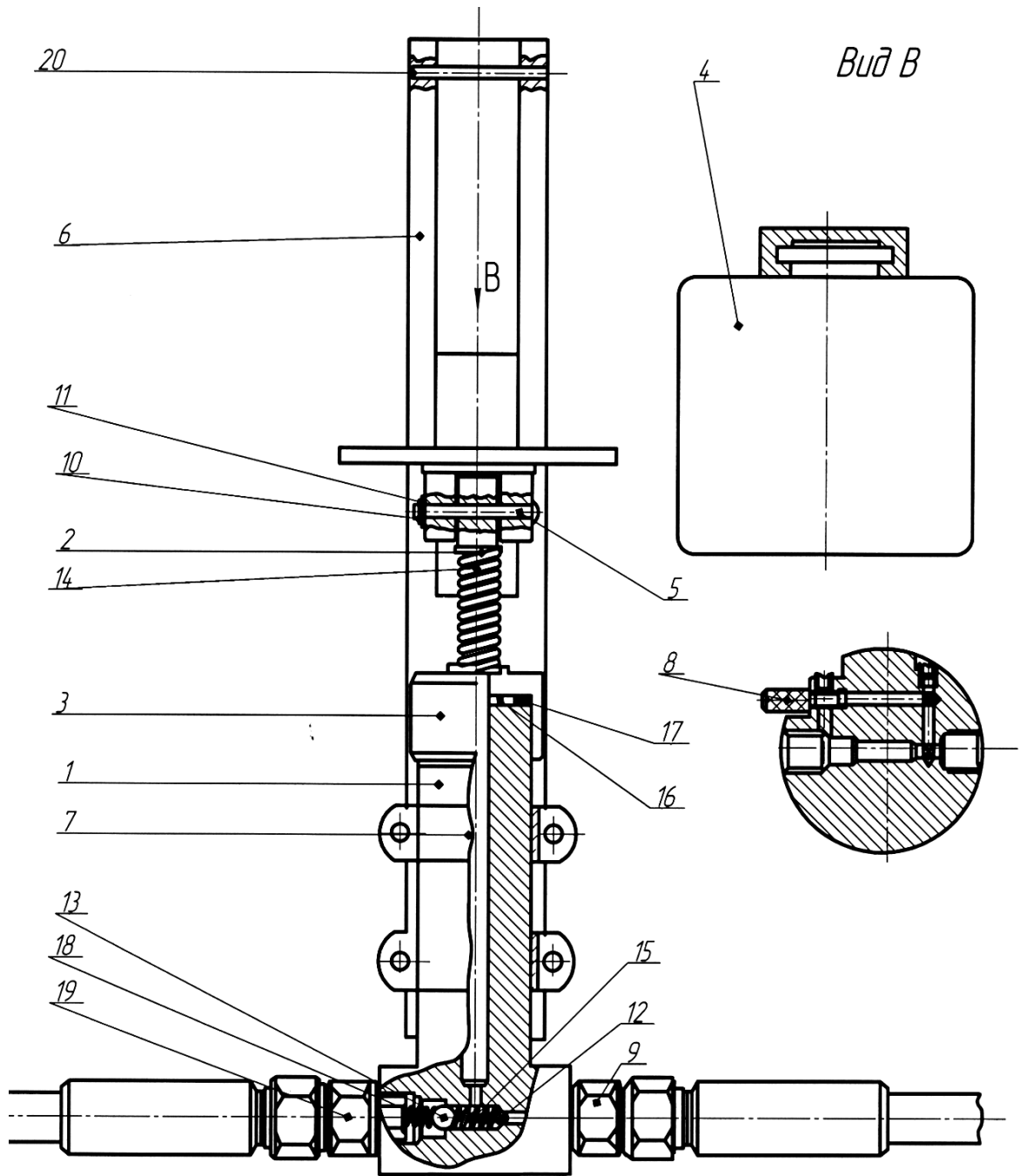


Рисунок 3.1 – Плунжерний насос для приводу телескопічного знімача

Слід відзначити, що дана напрямна за допомогою латунної пайки прикріплена до стояка стенда, а порожнина даного стенда являє собою ємність для робочої рідини телескопічного гідрознімача. Вище згаданий

пристрій призначений для розбирання і збирання передніх мостів вантажних автомобілів з кріпленням поворотних цапф за допомогою шворнів.

3.4 Розрахунок елементів конструкції

Під час монтажу і демонтажу деталей передньої вісі автомобіля ГАЗ-53А за допомогою гідрознімача накладається основна умова, щоб він забезпечував максимальне зусилля для ви пресування не менше 5 кН.

Проводимо необхідний розрахунок для проектного гідрознімача.

Визначаємо зусилля яке створюється на штоку насоса [4,12,13]:

$$F_{ум} = F \cdot U \cdot \eta_m, \text{ Н} \quad (3.1)$$

де $F_{ум}$ – зусилля яке створює робітник на штоку насоса, $F= 300$ Н;

U – передаточне число важільної системи, $U= 1$;

η_m - коефіцієнт різного виду втрат, $\eta_m = 0,93$.

$$F_{ум} = 300 \times 1 \times 0,93 = 279 \text{ Н}$$

Визначаємо тиск який буде створювати плунжер насоса [4,12,13]:

$$P = \frac{4 \cdot F_{ум}}{\pi \cdot d^2} \cdot \eta_n, \text{ Н/мм}^2 \quad (3.2)$$

де d – діаметр плунжера насоса, $d= 10$ мм;

η_n - коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta_n = 0,9$.

$$P = \frac{4 \cdot 279}{3,14 \cdot 100} \cdot 0,9 = 3,20 \text{ Н/мм}^2$$

Визначаємо зусилля які створюють циліндр телескопічного гідрознімача:

$$F_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P, \text{ Н} \quad (3.3)$$

де D – діаметр найбільшого циліндра гідрознімача, $D = 46$ мм;

$$F_n = \frac{3,14 \cdot 2116}{4} \cdot 3,20 = 5315,4 \text{ Н}$$

Визначаємо об'єм рідини який потрібен для гідро знімача:

$$V_z = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_z, \text{ мм}^3 \quad (3.4)$$

де h_z – хід циліндра гідро знімача, $h_z = 150$ мм

$$V_z = \frac{3,14 \cdot 2116}{4} \cdot 150 = 249159 \text{ мм}^3$$

Знайдемо об'єм рідини який буде подавати плунжер насоса:

$$V_z = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_1, \text{ мм}^3 \quad (3.5)$$

де h_1 - хід плунжера насоса, $h_1 = 100$ мм

$$V_z = \frac{3,14 \cdot 100}{4} \cdot 100 = 7850 \text{ мм}^3$$

Визначаємо кількість робочих ходів плунжера, щоб він міг заповнити робочою рідиною об'єм V_z [4,12,13]:

$$K_{нач} = \frac{V_z}{V_1} \quad (3.6)$$

$$\text{Підставляємо: } K_{нач} = \frac{249159}{7850} = 31,7 \text{ хд.}$$

Приймаємо 32 робочих ходи плунжера.

Визначаємо швидкість руху робочих циліндрів телескопічного гідро знімача:

$$U_{ni} = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D}, \text{ мм/с} \quad (3.7)$$

$$U_{ni} = \frac{4 \cdot 7850}{3,14 \cdot 2116} = 4,7 \text{ мм/с}$$

Визначаємо мінімальну допустиму товщину стінки з умов міцності на розрив:

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot [\sigma]_p} \quad (3.8)$$

Матеріал циліндра сталь 45 покращена в якій $[\sigma]_p = 50 \text{ Н/мм}^2$

$$\delta = \frac{3,20 \cdot 46}{2 \cdot 50} = 1,5 \text{ мм}$$

Приймаємо товщину стінок 2 мм.

Розрахуємо буртики гідроциліндрів на зминання, виходячи з умови:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{зм} \quad (3.9)$$

де F_δ – зусилля з яким буде випресовуватись деталь, $F_\delta = F_n = 5315,4 \text{ Н}$

$\sigma_{зм}$ - допустиме напруження на згин, (Сталь 45 $[\sigma]_{зм} = 260 \text{ Н/мм}^2$) [4,12];

A – площа поперечного перерізу буртика гідро циліндрів,

$$(A = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4})$$

$$1. \sigma_{зм} = \frac{5315,4}{166,42} = 31,9 \text{ Н/мм}^2$$

$$2. \sigma_{зм} = \frac{5315,4}{147,58} = 36,0 \text{ Н/мм}^2$$

$$3. \sigma_{зм} = \frac{5315,4}{63,585} = 83,6 \text{ Н/мм}^2$$

Отже у всіх трьох буртиках гідроциліндрів умова міцності на згин виконується $\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}$.

Розраховуємо буртики гідроциліндрів на зріз, виходячи з умови:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A} \leq [\tau]_{зр}, \quad (3.10)$$

де A - площа зрізу буртика, ($A = \pi \cdot d \cdot h$, h – висота буртика в площині зрізу);

$[\tau]_{зр}$ - допустиме напруження на зріз, (сталь 45 $[\tau]_{зр} = 105 \text{ Н/мм}^2$ [4,12,13])

$$1. [\tau]_{зр} = \frac{5315,4}{3,14 \cdot 54 \cdot 2} = 15,7 \text{ Н/мм}^2;$$

$$2. [\tau]_{зр} = \frac{5315,4}{3,14 \cdot 48 \cdot 2} = 17,6 \text{ Н/мм}^2;$$

$$3. [\tau]_{зр} = \frac{5315,4}{3,14 \cdot 42 \cdot 2} = 20,2 \text{ Н/мм}^2$$

Отже в усіх трьох буртиках гідроциліндрів також виконується умови міцності на зріз, тобто $\tau_{зр} > [\tau]_{зр}$.

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 ділянки, 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 [5,7,8].

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 (НУ₁);
- використання легкозаймистих речовин (НУ₂);
- несправні інструменти (НУ₃);
- несправне обладнання (НУ₄);
- порушення вимог безпеки праці (НУ₅);

Небезпечні дії (НД):

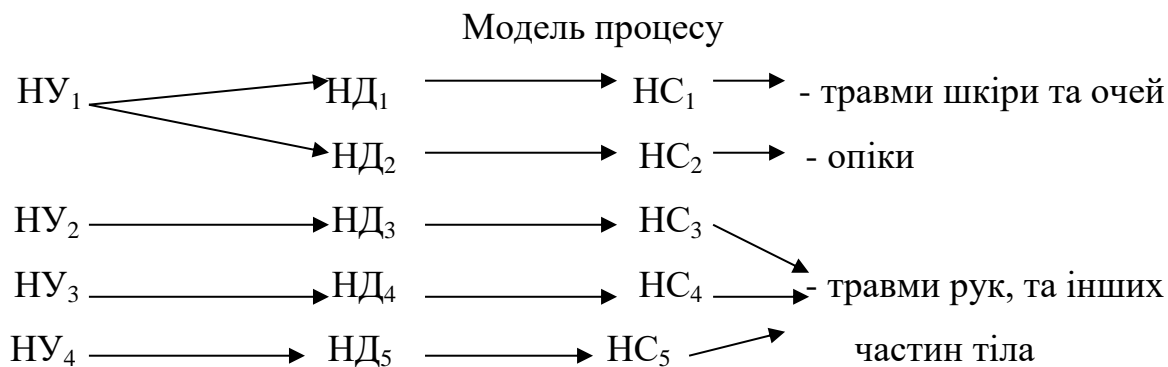
- розбризування мийного розчину, витікання технологічних рідин (НД₁);
- користування інструментом, що спричинює іскроутворення, значний нагрів або відкритого полум'я, паління цигарок (НД₂);
- та використання відкритого полум'я (НД₃);

- 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):
- необачні або невмілі дії виконавця (НС₅)

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



4.2. Розрахунок заземлення електроустаткування підрозділу ремонту.

Визначаємо опір розтікання струму одиничного вертикального електрода використовуючи наступний вираз [5,7,8]:

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

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, $P_r=196\dots236$ 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 [5,7,8]:

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

де n – необхідна кількість стержнів;

η_s - коефіцієнт використання стержневих заземлювачів, $\eta_s = 0,83$

Кількість стержнів визначаємо з виразу:

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

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

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

R_{don} – допустимий опір, $R_{don} = 4\dots10$ 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:

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

Визначимо опір одиничної штаби, прокладеної в ґрунті на глибину t від поверхні землі з виразу [5,7,8]:

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

де b – ширина штаби, $b=0,05$ 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:

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

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

Підставивши значення у вираз (4.5) отримаємо

$$R_{\Sigma} = \frac{10,7 \cdot 26}{10,7 \cdot 26 \cdot 0,82} = 8,7 \text{ Ом}$$

Умова надійного розтікання струму буде наступна:

$$R_{\Sigma} < R_{дон} \quad (4.6)$$

де $R_{дон} = 10$ 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 запыошеності 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 [5,7,8].

Правильне розміщення обладнання дуже важливе для створення безпечних умов праці.

Ширина проходів між стелажими 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 ремонтованими 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 полицках 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 домішків, їх вловлювання та нейтралізацію, необхідний обмін повітря.

В приміщеннях виробничих діляниць 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 ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ

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 шворнів. Розроблений в даному дипломному проєкті пристрій дасть 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 [2, 11]:

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

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 [2, 11]:

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

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;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в t -тому році визначається за формулою

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

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

A_t - кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

Π_t - загальна кількість ремонтів з використанням розробленого пристрою

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою [2, 11]:

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

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 α_t заносимо в таблицю 5.1.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою.

Економію коштів на операціях розбирання пресових з'єднань однієї вісі визначаємо за формулою [2, 11]:

$$Ц_t = (C_n + C_p) \times (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де C_n - втрати від години простою автомобіля, $C_n = 200$ грн;

C_p - середня годинна тарифна ставка робітників, $C_p = 50$ грн/год.;

t_1 - середня трудомісткість заміни шворнів на одній вісі за існуючою технологією, $t_1 = 2,46$ люд.год.;

t_2 - трудомісткість заміни шворнів на одній вісі з використанням розробленого обладнання $t_2 = 1,42$ люд.год.;

$$Ц_{2014} = (200 + 50) \times (2,46 - 1,42) = 260 \text{ грн.}$$

Кількість операцій заміни шворнів по роках визначатиметься з виразу:

$$\Pi_t = \Pi_{(t-1)} \times j, \text{ шт.} \quad (5.6)$$

j – коефіцієнт щорічного збільшення програми ремонту за рахунок збільшення парку автомобілів та розширення зони обслуговування, $j = 1$ для першого року використання і $j = 1,05$ для кожного наступного року стосовно попереднього;

$$П_{2024} = 166 \times 1 = 166 \text{ шт.};$$

$$П_{2025} = 166 \times 1,05 = 184 \text{ шт.}$$

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

Економію коштів на ремонті передньої вісі одного автомобіля для наступних років визначаємо за формулою :

$$Ц_t = \alpha_t \times Ц_{2024} ; \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$Ц_{2025} = 0,9091 \times 260 = 236,4 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} Z_t * \alpha_t , \text{ грн.} \quad (5.8)$$

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

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу :

$$З_{2024} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де C_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації,

$C_1 = 2500$ грн;

C_2 - вартість матеріалів на 1 комплект, $C_2 = 1570$ грн;

C_3 - вартість комплектуючих, $C_3 = 1240$ грн;

C_4 - вартість виготовлення деталей, $C_4 = 1540$ грн;

C_5 - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт, $C_5 = 395$ грн;

C_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією, $C_6 = 540$ грн.

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

$$Z_{2024} = 2500 + 1570 + 1240 + 1540 + 395 + 540 = 7785 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$Z_t = C_e \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

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

$$C_e = \eta \times Z_{2024}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де η - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta = 0,1$;

$$C_e = 0,1 \times 7785 = 778,5 \text{ грн.}$$

$$Z_{2025} = 778,5 \times 0,9091 = 707,7 \text{ грн.}$$

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

Скориставшись формулою (5.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2024} = 260 \times 1 \times 166 = 43160 \text{ грн.};$$

Результати розрахунків для решти років заносимо в таблицю 5.1.

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

$$E = 311,285 - 11,575 = 299,710 \text{ тис. грн.}$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum C_t} * t_{вик.}, \text{ років} \quad (5.12)$$

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

$$T_{\text{ок.}} = (11575 / 299710) \times 8 = 0,3 \text{ року}$$

Отже, строк окупності пристрою буде рівним 4 місяці.

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

Показники	Роки використання пристрою								Разом
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
P_t - річна програма ремонту,	166	184	194	204	214	224	236	248	1570
C_t -економія коштів на одній заміні шворнів, грн.	260	236,4	214,9	195,3	177,6	161,4	146,8	133,4	
α_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 , грн.	43160	43498	41691	41048	38006	36154	34645	33083	311285
Z_t - вартісна оцінка витрат, грн.	7785	707,7	643,4	584,9	531,7	483,4	439,5	399,4	11575
E_t - економічний ефект, грн.	35375	42790	41048	40463	37474	35671	34205	32684	299710

З таблиці 5.1 бачимо, що середньорічний ефект за період використання пристрою для заміни шворнів становитиме 37,464 тис грн/рік.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

- 1) Відсутність сучасної дієвої спеціалізованої системи ремонту автомобільних агрегатів, вимагає розробки спеціальних ресурсощадних технологій і створення спеціалізованого технологічного оснащення для ремонту автомобілів в умовах первинних ремонтних майстерень агропромислових формувань та автогосподарств.
- 2) Занепад ремонтної бази інженерно-технічних комплексів господарств та відсутність ремонтних працівників належного фаху змушують власників автомобілів шукати виконавців ремонтних робіт, які б якісно і своєчасно виконували їхні замовлення.
- 3) Аналіз технологічних процесів ремонту передніх осей автомобілів ГАЗ-53 вказує на те, що трудомісткість і тривалість заміни шворнів можна скоротити якщо буде у наявності пристрій який дасть змогу випресовувати шворнінь знизу поворотної цапфи вгору, так як внизу немає місця для його виходу і встановлення відомих технічних засобів.
- 4) Більшість відомих пристроїв дають змогу лише випресовувати шворнінь, а його встановлення здійснюють шляхом забивання молотком.
- 5) Розроблену в даному дипломному проекті конструкцію гідравлічного телескопічного знімача можна успішно використовувати для демонтажу і монтажу шворнів не розбираючи без потреби поворотну цапфу. Крім того даний гідравлічний знімач можна використовувати для розбирання інших з'єднань з натягом, зокрема для заміни підшипників маточин та хрестовин карданних валів різноманітних машин.
- 6) Доцільність запровадження у виробництво пристрою для розбирання пресових з'єднань, зокрема для заміни шворнів підтверджується розрахунковим середнім річним економічним ефектом який складатиме 37,464 тис грн. і сумарним економічним ефектом за розрахунковий період понад 299,710 тис.грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Automobiles : навч. посібник з англійської мови / Н. І. Марченко, Н. О. Курносова, О. В. Забашта та ін. Житомир : ЖДТУ, 2005. 256 с.
2. 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.
3. Автомобілі: технічне обслуговування чи ремонт? <https://online.dtkk.ua/2013/39/59134> (дата звернення: 8.04.2023).
4. Корець М. С. Основи машинознавства: навч. посібник/ М. С. Корець, А. М. Тарара, І. Г. Трегуб. Київ, 2001. 144 с.
5. Жирецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 349 с.
6. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 За ред. Вітвицького В. В. Київ, "Поліграфкнига", 2007р.286с.
7. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
8. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: науч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.
9. Кисликов, В. Ф., Лущик, В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. 5-те вид. Київ : Либідь, 2005. 400 с.
10. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. Київ: Знання-Прес, 2004. 478 с.
11. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету

механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 208 "Агроінженерія". Львів. ЛНУП. 2023. 70 с.

12. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ: Вища школа. 1993, 556 с.
13. Павловський М. А. Теоретична механіка: підручник. Київ: Техніка, 2002. 512 с.
14. Писаренко Г.С. та інші. Опір матеріалів: Підручник. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. І переробл. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
15. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, та інші / За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.
16. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
17. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / Є.Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
18. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравелла, 2009. 368 с.
19. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. Київ : Каравела, 2009. 368 с. (Українська книга)
20. Чухрай В. Є. Обґрунтування технологічних параметрів обладнання для операцій розбирання-складання машин в умовах ремонтної бази їх власників. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 83. Наукове видання. Глеваха, 2000 – с. 234-238.

21. Чухрай В.Є / Оптимізація процесів розбирання і складання об'єктів ремонту / Вісник аграрної науки. – 2006 Спеціальний випуск, серпень . – С. 114-121
22. Яценко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Яценко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.