

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста  
автомобіля Iveco EuroCargo

Виконав: студент 4 курсу, групи МАС-42  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Ігор ГОЛИК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Петро ПАРОВИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Іван ГЕВКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Голику Ігорю Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

Керівник роботи Гевко Іван Богданович д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9–42

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Характерні несправності заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo та способи

їх усунення – А1;

Технологічна схема діагностування заднього моста автомобіля

Iveco EuroCargo – А1;

Технологічна карта ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo – 3А1.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально–технічний розділ	27.01.2026	
2	Технологічний розділ	10.02.2026	
3	Конструкторський розділ	02.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

---

  
(підпис)

Голик Ігор Петрович

---

  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

---

  
(підпис)

Гевко Іван Богданович

---

  
(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Паробію Петру Михайловичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

Керівник роботи Гевко Іван Богданович д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9–42

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Маршрутна карта ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo – 4A1;

Пристосування поворотне для ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo – A1;

Дільниця для ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo – A1.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально–технічний розділ	27.01.2026	
2	Технологічний розділ	10.02.2026	
3	Конструкторський розділ	02.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Паробій Петро Михайлович

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гевко Іван Богданович

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 100 сторінок формату А4 та 12 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова дефектація, зношування деталей, регулювання, складання, регулювання.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	9
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	12
1.1 Характеристика агрегату, що ремонтується.....	12
1.2 Аналіз характерних несправностей заднього моста.....	13
1.3 Технічні вимоги до ремонту заднього моста.....	18
1.4 Обґрунтування прийнятого напрямку технологічного процесу ремонту.....	20
1.5 Вибір основних методів діагностування заднього моста.....	22
1.6 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	26
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	28
2.1 Технологічний процес діагностики заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	28
2.2 Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	31
2.3 Розроблення технологічної карти ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	45
2.4 Розроблення маршрутної карти ремонту заднього моста.....	52
2.5 Вибір технологічного оснащення, інструмента і матеріалів ремонту заднього моста Iveco EuroCargo.....	56
2.6 Розрахунок трудомісткості ремонту заднього моста.....	59
2.7 Розрахунок кількості працівників.....	62
2.8 Технологія обкатування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	63
2.9 Розрахунок площі дільниці.....	68
2.10 Економічний розрахунок вартості ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	69
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	74
3.1 Обґрунтування необхідності розроблення спеціального пристосування... 74	74
3.2 Призначення та конструкція пристосування.....	76
3.3 Принцип роботи пристосування.....	77
3.4 Розрахунок основних елементів пристосування.....	78

	8
3.5 Переваги застосування пристосування.....	82
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....</b>	<b>86</b>
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.....	86
4.2 Заходи безпеки під час виконання діагностичних, розбирально–складальних, регулювальних та обкатувальних робіт.....	89
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>94</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>98</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з основних складових транспортної системи, оскільки забезпечує перевезення вантажів, роботу виробничих підприємств, торгівлі, будівництва, комунального господарства та інших сфер економіки. Ефективність використання вантажних автомобілів значною мірою залежить від їх технічного стану, своєчасності технічного обслуговування та якості виконання ремонтних робіт. Особливе значення має справність агрегатів трансмісії, які безпосередньо беруть участь у передаванні крутного моменту від двигуна до ведучих коліс і працюють в умовах значних змінних навантажень.

Одним із відповідальних агрегатів трансмісії автомобіля Iveco EuroCargo є задній міст. Він забезпечує передавання крутного моменту від карданної передачі до ведучих коліс, зміну напрямку обертання, збільшення тягового зусилля та сприймання частини навантажень, що виникають під час руху автомобіля. Від технічного стану заднього моста залежать надійність трансмісії, плавність руху, стійкість автомобіля, рівень шуму, витрата пального та безпека експлуатації транспортного засобу. У роботі об'єктом розгляду є саме задній міст автомобіля Iveco EuroCargo, що відповідає темі кваліфікаційної роботи бакалавра.

Під час експлуатації задній міст працює в складних умовах. Зубчасті колеса головної передачі сприймають значні контактні навантаження, підшипники працюють під дією радіальних та осьових сил, півосі передають крутний момент, а картер моста сприймає згинальні й ударні навантаження від дороги. На довговічність агрегату також впливають якість мастильного матеріалу, рівень мастила, герметичність ущільнень, правильність регулювання підшипників і зачеплення шестерень головної передачі. Порушення цих умов може призвести до появи шуму, перегрівання, люфтів, витікання мастила, пошкодження підшипників і прискореного зношування зубчастих передач.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає у необхідності розроблення раціонального технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo, який дає змогу якісно відновити працездатність агрегату, зменшити ймовірність повторного виникнення несправностей,

забезпечити правильне регулювання головної передачі та підвищити надійність автомобіля після ремонту. Для вантажних автомобілів, які експлуатуються в умовах змінних навантажень і значних пробігів, своєчасне діагностування та якісний ремонт заднього моста мають важливе практичне значення.

У процесі ремонту заднього моста необхідно враховувати характерні несправності агрегату. До них належать зношування зубів ведучої та веденої шестерень головної передачі, порушення плями контакту, пошкодження підшипників, зношування шліцьових з'єднань півосей, витікання мастила через манжети і прокладки, перегрівання картера, збільшення люфтів у фланцевих та підшипникових вузлах, а також порушення роботи диференціала. У роботі зазначено, що усунення таких дефектів потребує чіткої послідовності операцій: очищення, діагностування, розбирання, дефектації, заміни або відновлення деталей, складання, регулювання та контрольної перевірки агрегату після ремонту.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo, який забезпечує відновлення працездатності агрегату, підвищення якості ремонтних робіт, раціональне використання технологічного обладнання та дотримання вимог безпеки праці.

Об'єктом дослідження є задній міст автомобіля Iveco EuroCargo як відповідальний агрегат трансмісії вантажного автомобіля.

Предметом дослідження є технологічний процес ремонту заднього моста, що включає діагностування, розбирання, дефектацію, заміну або відновлення деталей, складання, регулювання, заправлення мастилом, обкатування та контроль якості виконаних робіт.

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати конструкцію заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo та визначити його основні елементи;

- розглянути умови роботи агрегату і причини виникнення характерних несправностей;

- сформувати технічні вимоги до ремонту заднього моста;
- розробити технологічний процес діагностування агрегату;
- обґрунтувати послідовність виконання ремонтних операцій;
- підібрати обладнання, пристосування та інструмент для виконання ремонту;
- розробити технологію обкатування заднього моста після складання;
- запропонувати планувальне рішення ділянці ремонту;
- виконати економічний розрахунок вартості ремонту;
- розробити конструкторське рішення у вигляді спеціального пристосування для фіксації та повороту заднього моста;
- розглянути заходи безпеки життєдіяльності та охорони праці під час виконання ремонтних робіт.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика агрегату, що ремонтується

Задній міст автомобіля Iveco EuroCargo є одним із відповідальних агрегатів трансмісії, який забезпечує передавання крутного моменту від карданної передачі до ведучих коліс, зміну напрямку передавання обертання, збільшення тягового зусилля та сприймання частини навантажень, що виникають під час руху автомобіля. Від його технічного стану залежить надійність роботи трансмісії, плавність руху, стійкість автомобіля, рівень шуму, витрата пального та безпека експлуатації транспортного засобу.

Автомобілі Iveco EuroCargo належать до вантажних транспортних засобів середнього класу, які широко використовуються для міських, міжміських і спеціалізованих перевезень. У таких умовах задній міст працює під дією значних навантажень, що змінюються залежно від маси вантажу, дорожнього покриття, режиму руху, частоти гальмування та розгону. Особливо інтенсивно навантажуються елементи головної передачі, диференціала, підшипникових вузлів, півосей і картера моста.

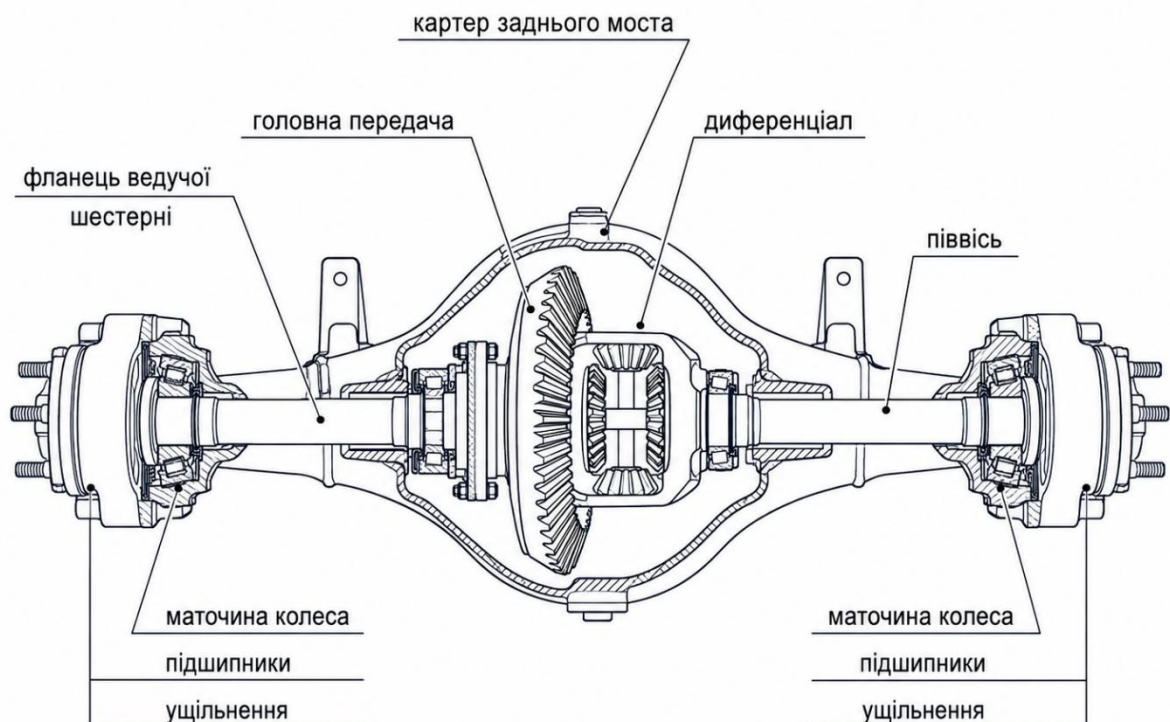


Рисунок 1.1 – Основні елементи заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.

Конструктивно задній міст складається з картера, головної передачі, диференціала, півосей, маточин коліс, підшипників, ущільнень, фланцевих з'єднань, сапуна, кріпильних елементів і мастильної системи. Картер моста виконує несучу функцію та одночасно є корпусом для розміщення зубчастих передач і підшипникових опор. Головна передача призначена для збільшення крутного моменту та передавання його на диференціал. Диференціал забезпечує можливість обертання ведучих коліс із різною кутовою швидкістю під час повороту автомобіля або руху нерівною дорогою [2].

Під час експлуатації задній міст працює в умовах складної взаємодії механічних, теплових і мастильних факторів. На зубчасті передачі діють контактні навантаження, на підшипники – радіальні та осьові сили, на півосі – крутильні навантаження, а на картер – згинальні та ударні зусилля від дороги. Недостатня кількість мастила, його забруднення, порушення регулювання підшипників або неправильний зазор у зачепленні головної передачі призводять до прискореного зношування деталей і появи характерних несправностей.

Задній міст вантажного автомобіля є агрегатом, ремонт якого потребує чіткої технологічної послідовності. Під час його відновлення необхідно виконати зовнішнє очищення, діагностування, демонтаж, розбирання, дефектацію деталей, заміну зношених елементів, складання, регулювання головної передачі та диференціала, заправлення мастилом і контроль якості роботи після ремонту. Особливу увагу слід приділяти регулюванню підшипників і плями контакту зубчастих коліс, оскільки саме ці параметри визначають довговічність і безшумність роботи моста.

## **1.2 Аналіз характерних несправностей заднього моста**

Несправності заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo здебільшого виникають унаслідок природного зношування деталей, порушення правил експлуатації, перевантаження автомобіля, несвоєчасної заміни мастила, потрапляння забруднень у картер або неправильного регулювання після попереднього ремонту. Оскільки задній міст працює під значними навантаженнями, навіть незначні відхилення у взаємному положенні деталей

можуть спричинити підвищений шум, перегрівання, вібрації та прискорене руйнування зубчастих і підшипникових вузлів [3].

До найбільш поширених ознак несправності заднього моста належать підвищений шум під час руху, гул при розгоні або гальмуванні двигуном, стукіт у трансмісії, витікання мастила через ущільнення, перегрівання картера, люфт у фланцевому з'єднанні, підвищений осьовий або радіальний зазор у підшипниках, а також наявність металевої стружки в мастилі. Такі ознаки свідчать про необхідність діагностування агрегату та визначення обсягу ремонтних робіт.

Основними дефектами деталей заднього моста є зношування зубів ведучої та веденої шестерень головної передачі, викришування робочих поверхонь, задири, порушення плями контакту, зношування сателітів і шестерень півосей, пошкодження підшипників, деформація або тріщини картера, зношування шліцьових з'єднань півосей, пошкодження манжет і прокладок. У разі тривалої експлуатації з недостатнім рівнем мастила можливе перегрівання вузла, що призводить до зміни властивостей мастильного матеріалу та погіршення умов роботи зубчастих передач.

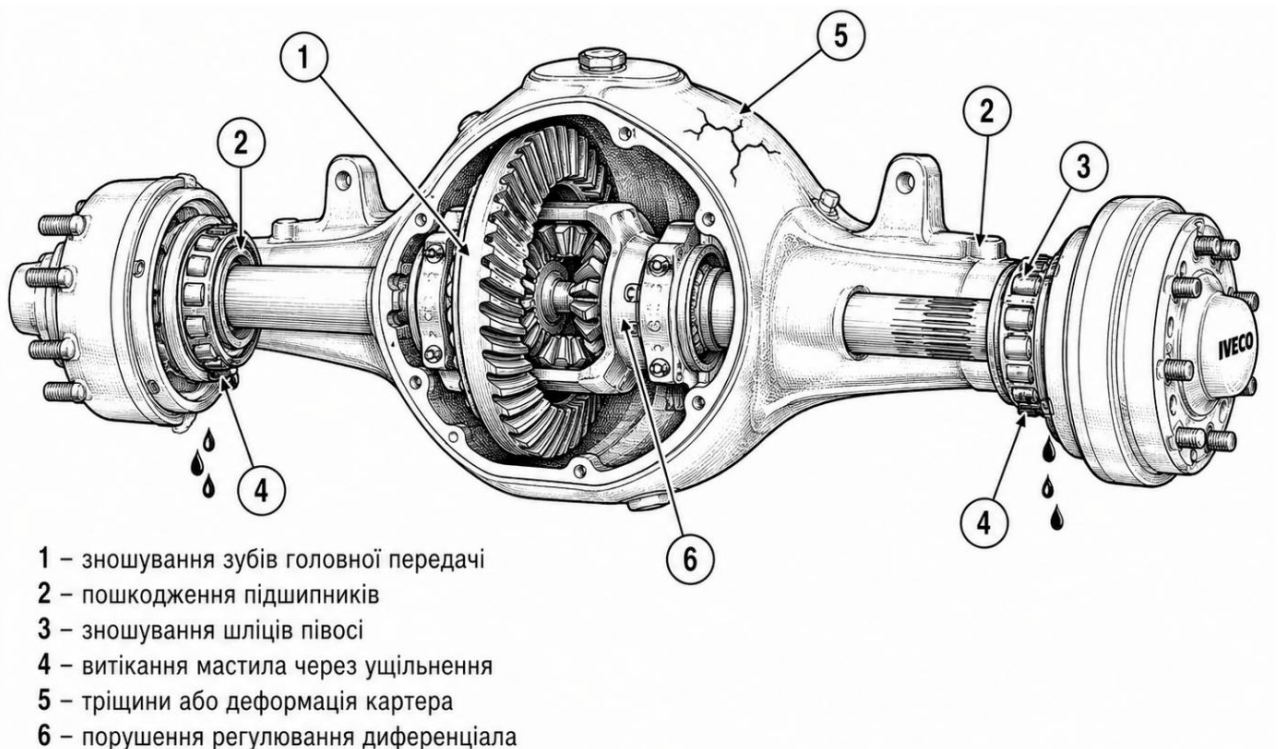


Рисунок 1.2 – Характерні дефекти деталей заднього моста.

Особливо відповідальним вузлом є головна передача. При неправильному зачепленні її шестерень виникає нерівномірний розподіл навантаження по зубу, що спричиняє підвищений шум, локальне перегрівання та прискорене зношування. Під час ремонту необхідно контролювати бічний зазор у зачепленні, попередній натяг підшипників і положення плями контакту. Якщо ці параметри не відповідають технічним вимогам, навіть нові деталі можуть швидко вийти з ладу [3].

Диференціал також потребує уважної перевірки, оскільки його деталі працюють у змінних режимах навантаження. Зношування сателітів, осей сателітів, шестерень півосей або опорних шайб призводить до стуку, ривків під час рушання, нерівномірного передавання моменту та появи люфтів. Під час дефектації перевіряють стан зубів, отворів, посадкових поверхонь і зазорів між деталями.

Півосі заднього моста сприймають значні крутильні навантаження. Їх пошкодження може проявлятися у вигляді зношування шліців, викривлення, тріщин або пошкодження посадкових поверхонь під підшипники та ущільнення. Наявність тріщин або значного зношування шліцьової частини є підставою для заміни півосі, оскільки її руйнування під час руху може спричинити аварійну ситуацію.

Таблиця 1.1 – Характерні несправності заднього моста автомобіля Iveso EuroCargo та способи їх усунення.

№	Несправність	Ймовірна причина виникнення	Спосіб усунення
1	Підвищений шум заднього моста під час руху	Зношування зубів головної передачі, неправильний бічний зазор у зачепленні, пошкодження підшипників	Перевірити стан шестерень головної передачі, відрегулювати бічний зазор, замінити зношені підшипники або зубчасті колеса

2	Гул під час розгону автомобіля	Неправильне зачеплення ведучої та веденої шестерень, зміщення плями контакту	Виконати регулювання положення шестерень головної передачі, перевірити пляму контакту зубів
3	Шум під час руху накатом або гальмування двигуном	Надмірний зазор у головній передачі, ослаблення попереднього натягу підшипників	Відрегулювати підшипники ведучої шестерні та диференціала, встановити нормативний зазор у зачепленні
4	Стук у трансмісії під час рушання або перемикання передач	Зношування шліцьових з'єднань півосей, збільшений люфт у диференціалі, послаблення кріплень	Перевірити шліци півосей, сателіти, шестерні півосей і кріпильні з'єднання; зношені деталі замінити
5	Витікання мастила з картера заднього моста	Пошкодження манжет, прокладок, ущільнювальних поверхонь або забруднення сапуна	Замінити манжети й прокладки, очистити сапун, перевірити стан посадкових поверхонь
6	Перегрівання картера моста	Недостатній рівень мастила, неправильне регулювання підшипників, підвищене тертя в зачепленні	Перевірити рівень і стан мастила, відрегулювати підшипники, перевірити зачеплення головної передачі
7	Поява металевої стружки в мастилi	Інтенсивне зношування зубчастих коліс, руйнування підшипників, задири на робочих поверхнях	Розібрати міст, промити картер, провести дефектацію деталей, пошкоджені елементи замінити

8	Підвищений люфт фланця ведучої шестерні	Зношування або послаблення підшипників ведучої шестерні, ослаблення гайки фланця	Перевірити кріплення фланця, відрегулювати або замінити підшипники, затягнути гайку з потрібним моментом
9	Нерівномірна робота диференціала	Зношування сателітів, осей сателітів, шестерень півосей або опорних шайб	Розібрати диференціал, перевірити зазори, замінити зношені шестерні, осі та шайби
10	Вібрація в зоні заднього моста	Деформація півосі, пошкодження підшипників маточин, порушення центрування фланцевих з'єднань	Перевірити биття півосей, стан підшипників і фланців; несправні деталі замінити
11	Руйнування або тріщини картера моста	Ударні навантаження, перевантаження автомобіля, експлуатація на нерівних дорогах	Провести візуальний і дефектоскопічний контроль; картер із тріщинами замінити або відновити за ремонтною технологією
12	Пошкодження різьбових з'єднань і кріплень	Ослаблення кріплення, корозія, неправильне затягування під час попереднього ремонту	Відновити або замінити різьбові елементи, застосувати нові стопорні деталі, затягнути з регламентованим моментом
13	Порушення герметичності після ремонту	Неправильне встановлення ущільнень, пошкодження прокладок,	Повторно перевірити ущільнення, очистити площини прилягання,

		забруднення площин прилягання	замінити прокладки та манжети
14	Підвищений знос шин ведучої осі	Порушення геометрії моста, люфти у маточинах, неправильна робота диференціала	Перевірити стан маточин, підшипників, півосей і диференціала; виконати регулювання або заміну деталей
15	Утруднене обертання коліс після складання	Надмірний попередній натяг підшипників, перекіс деталей, неправильне складання вузла	Розібрати відповідний вузол, перевірити правильність встановлення деталей, відрегулювати підшипники
16	Підтікання мастила через сапун	Надлишковий рівень мастила, засмічення сапуна, підвищення тиску в картері	Перевірити рівень мастила, очистити або замінити сапун, проконтролювати вентиляцію картера

### 1.3 Технічні вимоги до ремонту заднього моста

Ремонт заднього моста автомобіля Ivesco EuroCargo повинен забезпечувати повне відновлення працездатності агрегату, надійне передавання крутного моменту, герметичність картера, правильне регулювання головної передачі та безпечну експлуатацію автомобіля після складання. Усі операції ремонту мають виконуватися у встановленій технологічній послідовності з використанням справного інструменту, пристосувань і контрольно-вимірювальних засобів [6], [7].

Перед розбиранням міст необхідно очистити від забруднень, перевірити наявність зовнішніх пошкоджень, слідів витікання мастила, стан кріплень, фланців і сапуна. Після демонтажу агрегат розбирають на вузли та деталі, які підлягають дефектації. Деталі промивають, висушують і перевіряють на

зношування, тріщини, задири, деформації та інші пошкодження. Для відповідальних деталей, зокрема шестерень головної передачі, півосей і картера, доцільно застосовувати не лише візуальний, а й вимірювальний контроль.

До основних технічних вимог ремонту заднього моста належать:

забезпечення чистоти деталей перед складанням;

заміна зношених підшипників, манжет, прокладок і стопорних елементів;

відсутність тріщин, задирів і викришування на зубах шестерень;

правильне встановлення та регулювання підшипників;

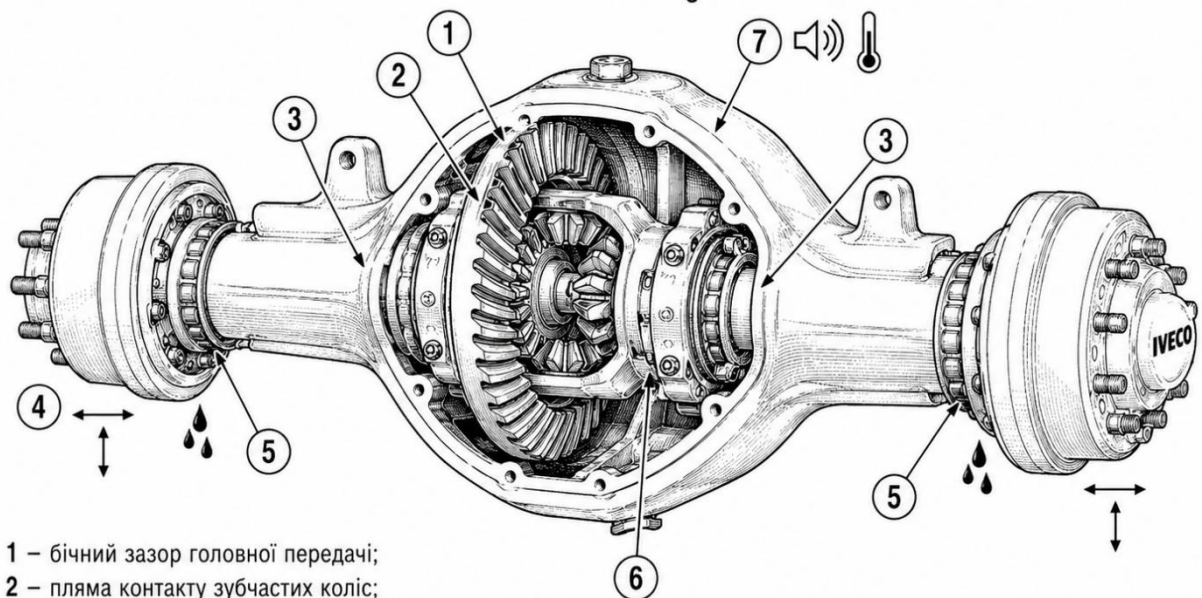
забезпечення нормативного зазору в зачепленні головної передачі;

перевірка плями контакту зубчастих коліс;

герметичність картера після складання;

відсутність підвищеного шуму, перегрівання та люфтів під час контрольної перевірки;

застосування мастильного матеріалу, що відповідає умовам роботи агрегату.



- 1 – бічний зазор головної передачі;
- 2 – пляма контакту зубчастих коліс;
- 3 – попередній натяг підшипників;
- 4 – осьовий і радіальний люфт;
- 5 – герметичність ущільнень;
- 6 – рівень і стан мастила;
- 7 – шум і нагрівання під час перевірки.

Рисунок 1.3 – Основні параметри контролю заднього моста після ремонту.

Під час складання заднього моста особливу увагу приділяють чистоті посадкових поверхонь і правильності встановлення деталей. Потраплення абразивних частинок у підшипники або зубчасте зачеплення може суттєво зменшити ресурс агрегату. Ущільнення, які втратили еластичність або мають пошкодження робочої кромки, повторно використовувати недоцільно, оскільки це може спричинити витікання мастила після ремонту [20].

Регулювання головної передачі є однією з найбільш відповідальних операцій. Воно повинно забезпечувати правильну взаємодію ведучої та веденої шестерень. Порушення регулювання призводить до зміщення плями контакту, збільшення шуму та підвищеного навантаження на зуби. Тому після складання необхідно перевірити зачеплення за контактною плямою, а також переконатися у відсутності надмірного люфту [27, 28].

#### **1.4 Обґрунтування прийнятого напрямку технологічного процесу ремонту**

Технологічний процес ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo доцільно будувати за послідовною схемою, яка охоплює підготовчі, розбиральні, дефектувальні, відновлювальні, складальні, регулювальні та контрольні операції. Такий підхід дозволяє системно оцінити технічний стан агрегату, визначити обсяг ремонту та забезпечити якісне відновлення його працездатності.

На початковому етапі виконують зовнішнє очищення моста, злив мастила, огляд картера, перевірку фланців, кріплень, сапуна та місць можливого витікання мастила. Після цього міст демонтують або розбирають безпосередньо на ремонтному посту залежно від прийнятої організації робіт. Розбирання виконують у такій послідовності, щоб не пошкодити посадкові поверхні, різьбові з'єднання, ущільнення та деталі, які можуть бути придатними до повторного використання.

Далі проводять дефектацію деталей. На цьому етапі визначають технічний стан шестерень головної передачі, диференціала, підшипників, півосей, картера та ущільнювальних елементів. Деталі, які мають граничне зношування, тріщини, викришування зубів або пошкодження посадкових поверхонь, підлягають заміні.

Деталі з незначними дефектами можуть бути відновлені за умови забезпечення необхідної точності та якості поверхні [4].



Рисунок 1.4 – Загальна схема технологічного процесу ремонту заднього моста.

Після дефектації виконують складання агрегату. При цьому встановлюють справні або нові підшипники, шестерні, ущільнення, прокладки та кріпильні елементи. У процесі складання контролюють правильність посадки деталей, момент затягування різьбових з'єднань, положення підшипників і відсутність перекосів. Після складання головної передачі виконують її регулювання за бічним зазором і плямою контакту.

Завершальним етапом технологічного процесу є контрольна перевірка заднього моста. Вона включає перевірку герметичності, відсутності стороннього шуму, плавності обертання, нагрівання картера та правильності роботи диференціала. Лише після цього агрегат може бути встановлений на автомобіль або переданий для подальшої експлуатації.

### **1.5 Вибір основних методів діагностування заднього моста**

Діагностування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo є необхідним етапом перед виконанням ремонтних робіт, оскільки дає змогу встановити фактичний технічний стан агрегату, визначити характер несправності та прийняти рішення щодо обсягу подальшого розбирання. Задній міст належить до відповідальних вузлів трансмісії, тому його перевірка повинна проводитися не тільки за зовнішніми ознаками, а й за результатами контролю люфтів, герметичності, шуму, температурного режиму та стану мастильного матеріалу.

Основними методами діагностування заднього моста є зовнішній огляд, перевірка рівня і якості мастила, контроль герметичності картера, вимірювання люфтів у підшипникових і фланцевих з'єднаннях, оцінювання плавності обертання коліс, прослуховування роботи головної передачі та диференціала, а також контроль температури картера після роботи агрегату. Застосування цих методів у комплексі дозволяє своєчасно виявити зношування деталей, порушення регулювання головної передачі, пошкодження ущільнень, підшипників або елементів диференціала.

На першому етапі виконують зовнішній огляд заднього моста. Під час цієї операції перевіряють стан картера, кришок, фланцевих з'єднань, сапуна, місць кріплення півосей і маточин. Особливу увагу звертають на наявність тріщин,

механічних пошкоджень, слідів ударів, ослаблених кріплень і підтікання мастила. Перед оглядом агрегат необхідно очистити від бруду та залишків мастила, оскільки забруднення можуть приховувати дефекти корпусних деталей і ущільнювальних поверхонь.

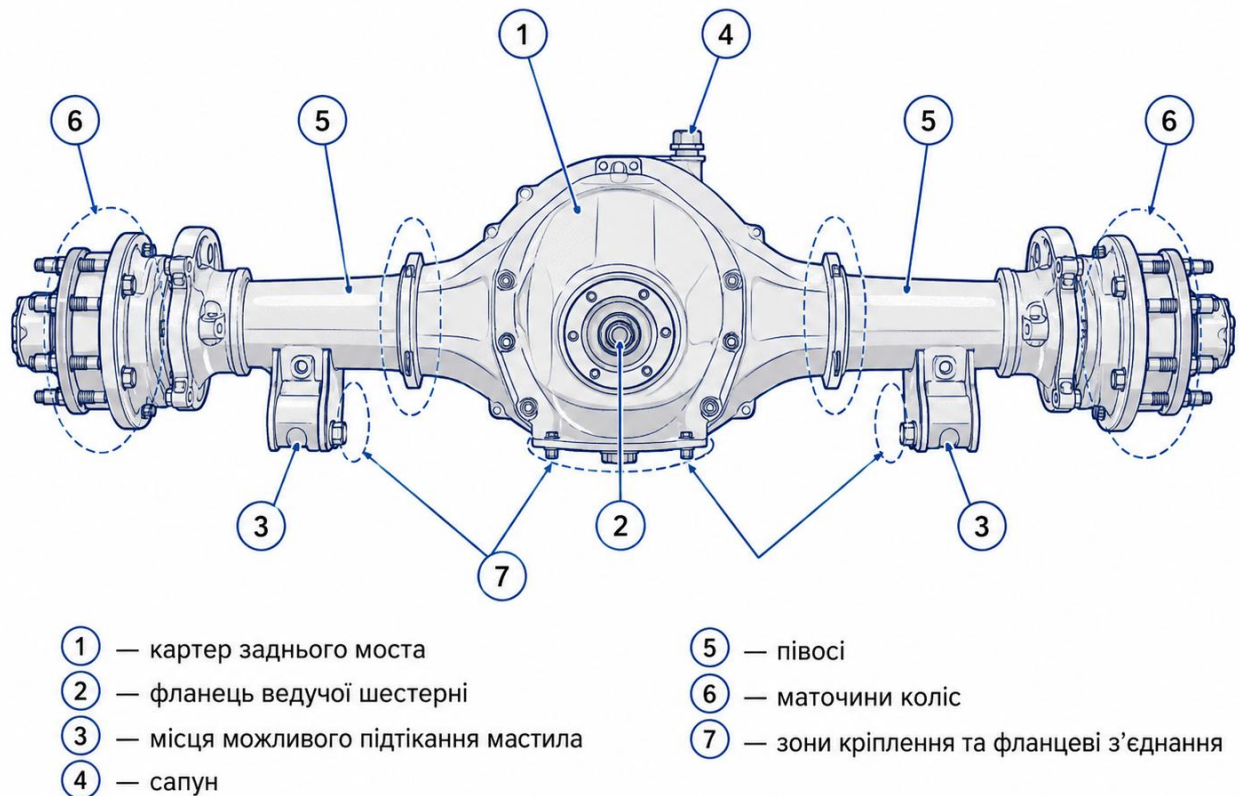


Рисунок 1.5 – Основні зони зовнішнього огляду заднього моста.

Наступним важливим методом є контроль рівня та стану трансмісійного мастила. Недостатня кількість мастила призводить до погіршення умов роботи зубчастих передач і підшипників, що може спричинити перегрівання та прискорене зношування деталей. Під час перевірки оцінюють рівень мастила, його колір, запах, в'язкість і наявність механічних домішок. Металева стружка або дрібні блискучі частинки у мастилі свідчать про інтенсивне зношування зубчастих коліс, підшипників або деталей диференціала.

Важливе значення має перевірка герметичності заднього моста. Підтікання мастила може виникати через пошкодження манжет, прокладок, ущільнювальних поверхонь, зношування посадкових місць або засмічення сапуна. Якщо сапун не забезпечує вирівнювання тиску в картері, під час

нагрівання агрегату можливе видавлювання мастила через ущільнення. Тому під час діагностування необхідно оглянути не тільки манжети та прокладки, а й вентиляційний елемент картера.

Для визначення стану підшипникових вузлів і фланцевих з'єднань виконують вимірювання осьових і радіальних люфтів. Люфти перевіряють у маточинах, півосях, фланці ведучої шестерні та елементах диференціала. Збільшений зазор може свідчити про зношування підшипників, ослаблення кріплень, порушення попереднього натягу або пошкодження посадкових поверхонь. Для точного контролю доцільно застосовувати індикатор годинникового типу, монтажну лопатку, фіксатор фланця та спеціальні пристосування.

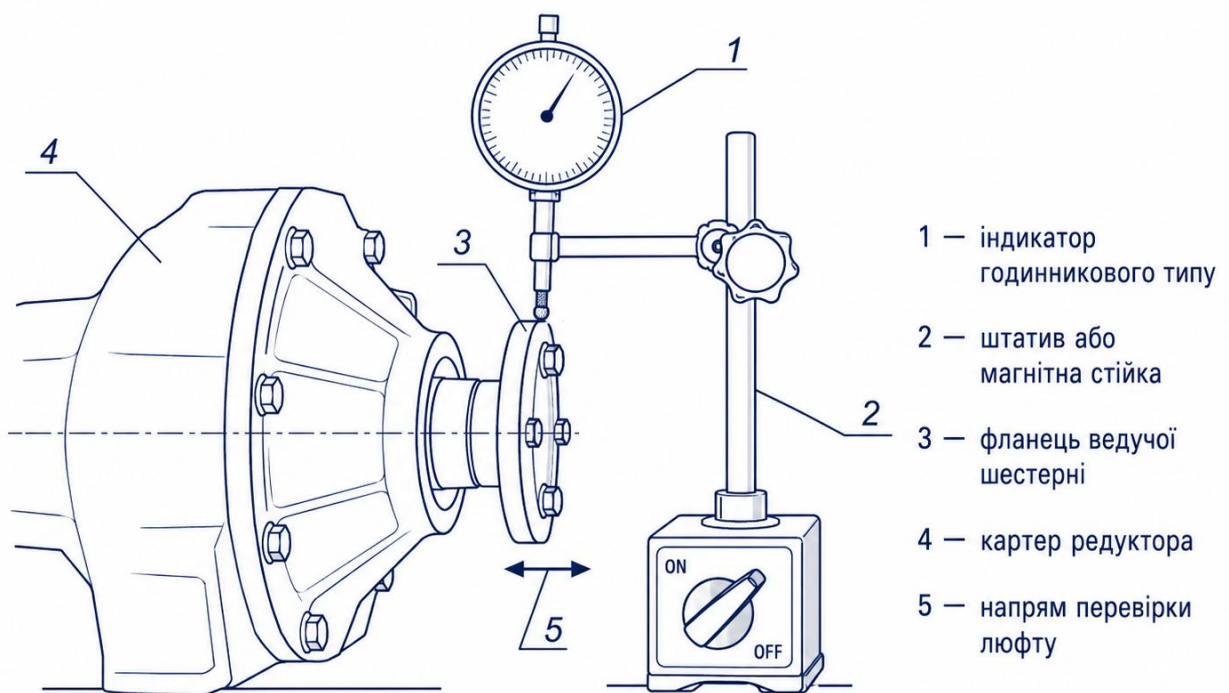


Рисунок 1.6 – Схема перевірки люфту фланця ведучої шестерні.

Окремо проводять оцінювання шуму і плавності обертання. Для цього ведучі колеса прокручують вручну або виконують короткочасну перевірку агрегату на стенді. Справний задній міст повинен обертатися плавно, без заїдань, стуків, різких ударів або нерівномірного опору. Рівномірний шум допустимий у незначних межах, однак виражений гул, періодичний стукіт або вібрація можуть

вказувати на неправильне зачеплення головної передачі, пошкодження підшипників або збільшений зазор у диференціалі.

Для уточнення стану головної передачі застосовують прослуховування агрегату за допомогою механічного стетоскопа або шумоміра. Шум під час розгону частіше пов'язаний із порушенням положення ведучої та веденої шестерень, а шум під час руху накатом може вказувати на неправильний бічний зазор або ослаблення попереднього натягу підшипників. Якщо характер шуму змінюється залежно від навантаження, необхідно додатково перевірити пляму контакту зубчастих коліс і стан підшипникових опор.

Не менш важливим є контроль температури картера заднього моста. Надмірне нагрівання після роботи автомобіля або під час обкатування може бути наслідком недостатнього рівня мастила, надмірного натягу підшипників, неправильного зачеплення шестерень чи підвищеного тертя у вузлах. Температуру картера контролюють контактним термометром або безконтактним пірометром у кількох зонах: біля редуктора, підшипникових опор і фланцевих з'єднань.



Рисунок 1.7 – Основні методи діагностування заднього моста.

Під час діагностування диференціала перевіряють плавність обертання півосей, наявність ривків, стуків і підвищеного зазору між сателітами та шестернями півосей. Якщо при обертанні одного колеса друге обертається нерівномірно або з характерними ударами, це може свідчити про зношування сателітів, осей сателітів, опорних шайб або півосьових шестерень. У такому випадку агрегат підлягає розбиранню і детальній дефектації.

Вибір методів діагностування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo повинен базуватися на поєднанні зовнішнього огляду, вимірювального контролю, оцінювання шуму, температури, герметичності та якості мастила. Такий підхід дозволяє об'єктивно визначити технічний стан агрегату, виявити причини несправностей і встановити доцільний обсяг ремонтних робіт. Комплексна діагностика зменшує ймовірність необґрунтованого розбирання справних вузлів і підвищує якість подальшого ремонту заднього моста.

### **1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра**

У результаті аналізу встановлено, що задній міст автомобіля Iveco EuroCargo є складним і відповідальним агрегатом трансмісії, який працює в умовах значних змінних навантажень. Його технічний стан безпосередньо впливає на надійність автомобіля, безпеку руху, плавність передавання крутного моменту та довговічність трансмісії. Основними елементами, що визначають працездатність моста, є головна передача, диференціал, підшипникові вузли, півосі, картер і ущільнення.

Найбільш характерними несправностями заднього моста є зношування зубів шестерень, пошкодження підшипників, порушення регулювання головної передачі, зношування шліцьових з'єднань півосей, витікання мастила через ущільнення, підвищений шум і перегрівання агрегату. Усунення таких дефектів потребує правильно організованого технологічного процесу, який включає очищення, розбирання, дефектацію, заміну або відновлення деталей, складання, регулювання та контроль якості.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo, який забезпечить якісне відновлення працездатності агрегату, раціональне використання обладнання та дотримання вимог безпеки під час виконання ремонтних робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати конструкцію заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo;
- визначити характерні несправності та причини їх виникнення;
- обґрунтувати технічні вимоги до ремонту агрегату;
- розробити послідовність технологічного процесу ремонту;
- підібрати обладнання, пристосування та інструмент для виконання ремонтних операцій;
- виконати нормування часу на основні операції;
- розробити або обґрунтувати спеціальне пристосування для підвищення якості ремонту;
- розглянути питання охорони праці та безпеки виконання робіт.

Подальше розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo повинно бути спрямоване на забезпечення надійного відновлення агрегату, зменшення трудомісткості робіт, підвищення якості регулювання головної передачі та покращення організації ремонтного процесу на дільниці.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технологічний процес діагностики заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

Діагностика заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo є важливим етапом перед виконанням ремонтних робіт, оскільки дає змогу визначити фактичний технічний стан агрегату, виявити характер несправностей і встановити доцільний обсяг подальшого розбирання. Задній міст працює в умовах значних навантажень, тому його несправності можуть проявлятися у вигляді підвищеного шуму, вібрацій, перегрівання картера, витікання мастила, збільшення люфтів або порушення роботи головної передачі та диференціала [6].

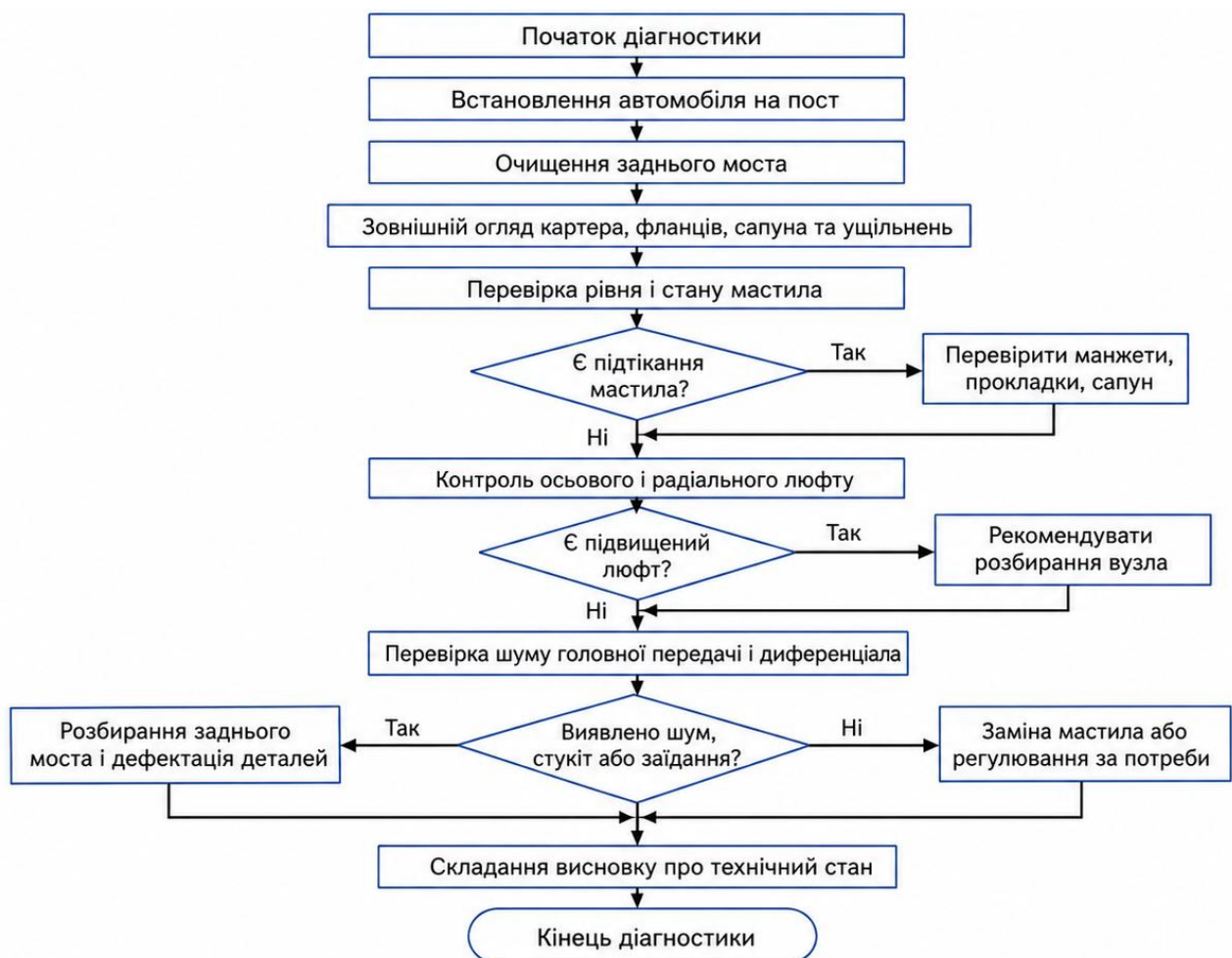


Рисунок 2.1 – Технологічна схема діагностування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.

Діагностування необхідно виконувати послідовно, починаючи із зовнішнього огляду агрегату і завершуючи оцінюванням стану внутрішніх елементів за непрямими або вимірювальними ознаками. Такий підхід дозволяє уникнути необґрунтованого розбирання справних вузлів і зменшити трудомісткість ремонту.

На першому етапі проводять зовнішнє очищення заднього моста від бруду, пилу та залишків мастила. Це необхідно для точного виявлення місць підтікання, тріщин, механічних пошкоджень картера, ослаблених кріплень і дефектів ущільнень. Після очищення перевіряють стан картера, фланців, сапуна, кріплення редуктора, маточин, півосей та ущільнювальних елементів.

Далі перевіряють рівень і стан трансмісійного мастила. Знижений рівень мастила може свідчити про негерметичність ущільнень або прокладок, а наявність металевої стружки – про інтенсивне зношування зубчастих коліс або руйнування підшипників. Якщо мастило має темний колір, запах перегріву або містить забруднення, це вказує на погіршення умов роботи головної передачі та диференціала.

Після цього виконують перевірку заднього моста під час обертання коліс. Для цього автомобіль встановлюють на оглядовій канаві або підйомнику, фіксують його від самовільного переміщення і вручну прокручують ведучі колеса. При цьому оцінюють плавність обертання, наявність заїдань, сторонніх шумів, стуків або нерівномірного опору. Окремо перевіряють осьовий і радіальний люфт маточин та фланця ведучої шестерні.

Особливу увагу приділяють перевірці головної передачі. Для цього оцінюють люфт у фланцевому з'єднанні, характер шуму під час обертання і, за потреби, контролюють бічний зазор у зачепленні ведучої та веденої шестерень. Надмірний зазор може спричиняти стукіт і удари в трансмісії, а недостатній – підвищений шум, перегрівання та прискорене зношування зубів.

Диференціал перевіряють за плавністю обертання півосей, відсутністю заїдань, стуків і надмірного люфту. Якщо при обертанні одного колеса друге обертається нерівномірно або з ривками, це може свідчити про зношування сателітів, шестерень півосей, осей сателітів або опорних шайб.

Завершальним етапом діагностики є прийняття рішення щодо подальших ремонтних робіт. Якщо зовнішній огляд, перевірка мастила та контроль люфтів не виявили критичних відхилень, обмежуються регулюванням, заміною ущільнень або мастила. Якщо виявлено підвищений шум, металеві частинки в мастилі, значні люфти або перегрівання, задній міст підлягає розбиранню з подальшою дефектацією деталей [7].

Таблиця 2.1 – Технологічний процес діагностики заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

№ операції	Назва операції	Зміст виконання робіт	Обладнання та інструмент
005	Підготовча	Встановити автомобіль на пост діагностики, зафіксувати стоянковим гальмом і противідкотними упорами	Оглядова канава або підйомник, противідкотні упори
010	Очищувальна	Очистити картер заднього моста, маточини, фланці та місця ущільнень від бруду і залишків мастила	Щітка, ганчір'я, мийний засіб, пневмопістолет
015	Зовнішній огляд	Перевірити стан картера, сапуна, кріплень, фланців, півосей, маточин і місць можливого витікання мастила	Переносна лампа, дзеркало оглядове
020	Перевірка мастила	Визначити рівень, колір, запах і наявність механічних домішок у мастилі	Ключ для пробки, ємність для проби мастила
025	Контроль герметичності	Оглянути манжети, прокладки, сапун і стики картера на наявність підтікання	Оглядова лампа, серветки, крейда або маркер

030	Перевірка люфтів	Перевірити осьовий і радіальний люфт маточин, півосей та фланця ведучої шестерні	Індикатор годинникового типу, монтажна лопатка
035	Перевірка обертання	Прокрутити ведучі колеса і визначити плавність обертання, наявність шуму, стуку або заїдання	Підйомник, стетоскоп механіка
040	Діагностика головної передачі	Оцінити люфт у зачепленні, шум роботи та можливе порушення регулювання шестерень	Індикатор, динамометричний ключ, стетоскоп
045	Діагностика диференціала	Перевірити роботу диференціала під час обертання коліс, визначити наявність ривків або стуку	Підйомник, ручний інструмент
050	Прийняття рішення	Встановити обсяг ремонту: регулювання, заміна мастила, заміна ущільнень або повне розбирання моста	Діагностична карта, технічна документація

## 2.2 Розроблення технологічного процесу ремонту заднього моста автомобіля Ivesco EuroCargo

Демонтаж і монтаж заднього моста у зборі. Під час зняття заднього моста спочатку демонтують півосі коліс, після чого знімають задню кришку картера. Перед відкручуванням кришок підшипників необхідно нанести мітки їхнього взаємного розташування, щоб під час складання забезпечити правильне встановлення деталей на попередні місця.

Далі з правого боку виймають регульовальну прокладку та демонтують коробку диференціала разом із веденою шестернею головної передачі. Після цього з протилежного боку знімають інші регульовальні прокладки.

Необхідно стежити, щоб зовнішні кільця підшипників не були переплутані між собою, оскільки це може порушити правильність складання та регулювання вузла [8].

На наступному етапі фіксують ведучий фланець, відвертають кріпильну гайку та знімають фланець. Потім демонтують сальник і передній підшипник. Із ведучої шестерні знімають регулювальні кільця та дистанційну втулку, після чого витягують конічний підшипник.

Завершальною операцією є вибивання зовнішніх кілець підшипників із внутрішньої частини балки моста. Після цього знімають регулювальні кільця, за допомогою яких задається кінчна відстань у головній передачі.

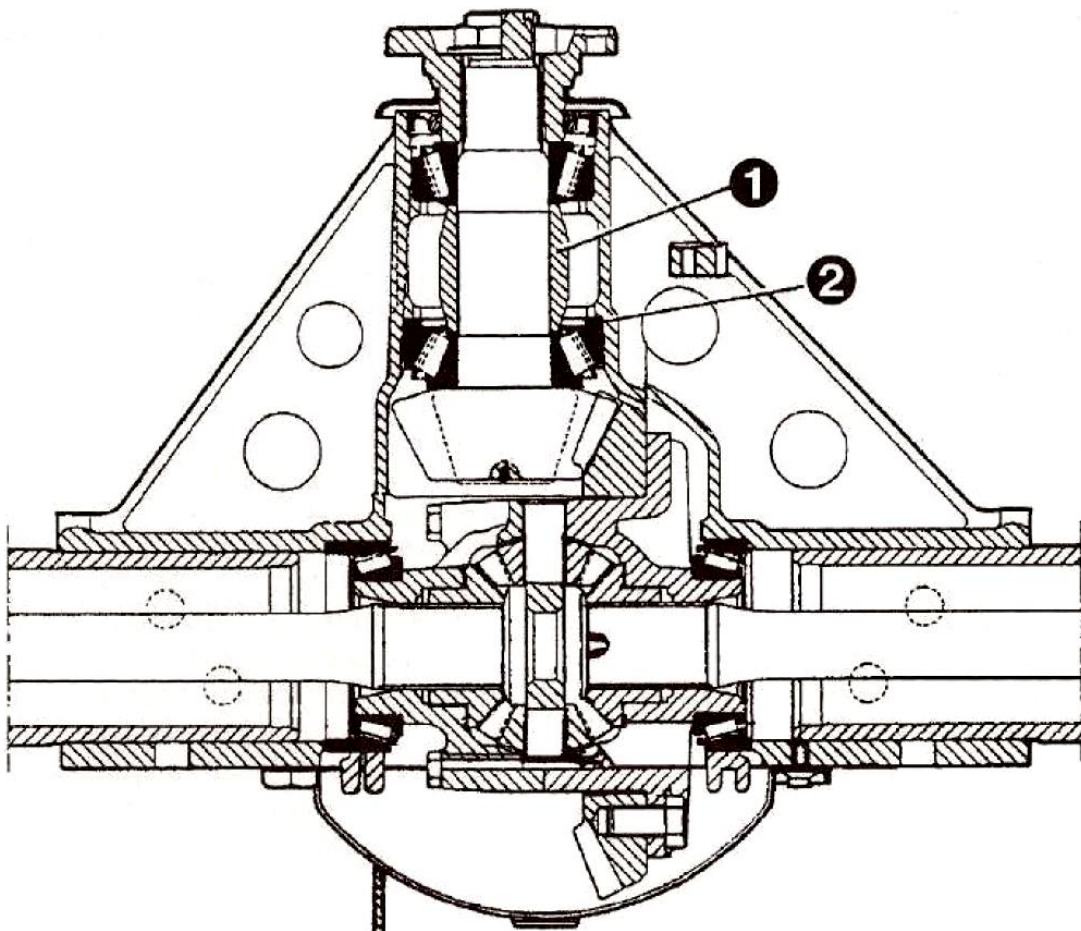


Рисунок 2.2 – Розріз моста:

1 – Дистанційна втулка. 2 – Регулювальне кільце.

Диференціальний механізм. У задніх мостах зазначеної конструкції ведена шестерня закріплюється окремо від корпусу диференціала. Хрестовина виготовлена у вигляді цілісного елемента, що забезпечує жорсткість вузла та

стабільне положення сателітів. На кожній осі сателіта передбачено встановлення одного упорного кільця, тому загальна їх кількість у механізмі становить чотири.

Розбирання диференціала. Перед початком демонтажу диференціал необхідно надійно встановити й зафіксувати на робочому столі преса. Далі відвертають болти, якими ведена шестерня кріпиться до корпусу диференціала, попередньо позначивши її початкове положення.

Після виконання підготовчих операцій ведену шестерню випресовують за допомогою преса. Такий спосіб демонтажу дає змогу зменшити ризик перекосу деталі та запобігти пошкодженню посадкових поверхонь.

Після демонтажу веденої шестерні відкручують болти, якими з'єднані половини корпусу диференціала. Потім корпус розділяють на частини та послідовно виймають його внутрішні елементи: сателіти, півосьові шестерні й фрикційні кільця.

Складання диференціала. Перед початком складання всі робочі поверхні деталей змашують. Це необхідно для зниження тертя у початковий період роботи механізму та захисту спряжених поверхонь від задирів.

У корпус диференціала встановлюють два обмежувальні елементи. Після цього монтуєть першу півосьову шестерню, хрестовину із сателітами, а потім другу півосьову шестерню.

Половини корпусу з'єднують відповідно до раніше нанесених міток. Після суміщення деталей установлюють кріпильні болти та затягують їх регламентованим моментом, попередньо зафіксувавши вузол у пресі.

На завершення на корпус диференціала встановлюють ведену шестерню, дотримуючись міток, зроблених перед розбиранням. Її точне центрування забезпечується двома напрямними штифтами [8].

Перед установленням болтів кріплення веденої шестерні в різьбові отвори наносять невелику кількість фіксатора Loctite 270. Після цього болти монтуєть і затягують до встановленого технічною документацією моменту.

У разі демонтажу конічних підшипників їх повторне встановлення виконують після попереднього нагрівання приблизно до 100 °С. Нагріті

підшипники запресовують у відповідні посадкові місця корпусу за допомогою преса.

Регулювання кінчної відстані. Для цього типу моста застосовують спеціальне пристосування, яке дає можливість виконати регулювання без багаторазового зняття та встановлення ведучої шестерні.

На початку операції в балку моста монтують зовнішні кільця підшипників. Далі, використовуючи спеціальну опору, виконують налаштування мікрометра на повірочній плиті. Стрілку приладу встановлюють у нульове положення, після чого створюють невеликий попередній натяг, необхідний для підвищення точності вимірювання.

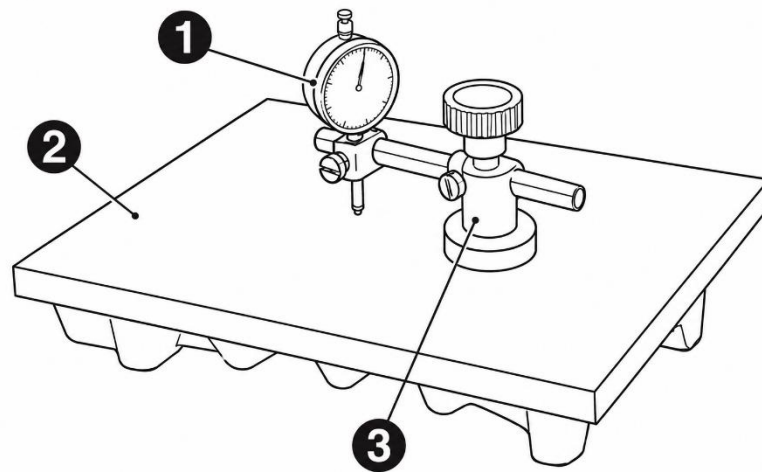


Рисунок 2.3 – Юстування мікрометра:

1 – Мікрометр. 2 – Повірочна плита. 3 – Опора.

На допоміжне пристосування встановлюють задній підшипник без регульовального кільця, після чого отриману збірку розміщують у балці моста.

Далі, не змінюючи попереднього налаштування, мікрометр разом зі спеціальною опорою встановлюють на кінець допоміжного пристосування. Вимірювальний щуп мікрометра вводять в отвір під зовнішнє кільце підшипника коробки диференціала.

Після цього визначають показник за шкалою мікрометра. Аналогічну операцію виконують на другому отворі під зовнішнє кільце підшипника та також фіксують отримане значення.

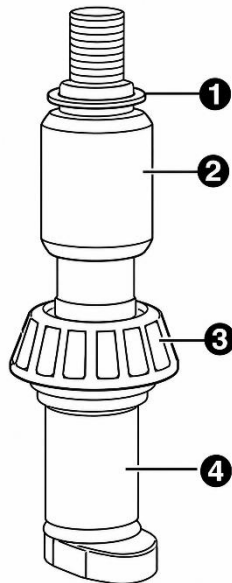


Рисунок 2.4 – Допоміжне пристосування для регулювання кінчної відстані:  
 1 – Регульовальне кільце. 2 – Допоміжна втулка. 3 – Конічний підшипник. 4 – Хвостовик ведучої шестерні.

Товщину регульовальних кілець, які встановлюються між зовнішнім кільцем підшипника і балкою моста, визначають за формулою:

$$S = (A1 + A2) / 2 - (\pm B),$$

де  $S$  – товщина регульовальних прокладок, що встановлюються між зовнішнім кільцем підшипника та балкою моста;  $A1$  – значення, отримане за шкалою мікрометра в правому отворі під зовнішнє кільце підшипника.  $A2$  – значення, визначене за шкалою мікрометра в лівому отворі під зовнішню обойму підшипника.  $B$  – значення, нанесене на торці ведучої шестерні.

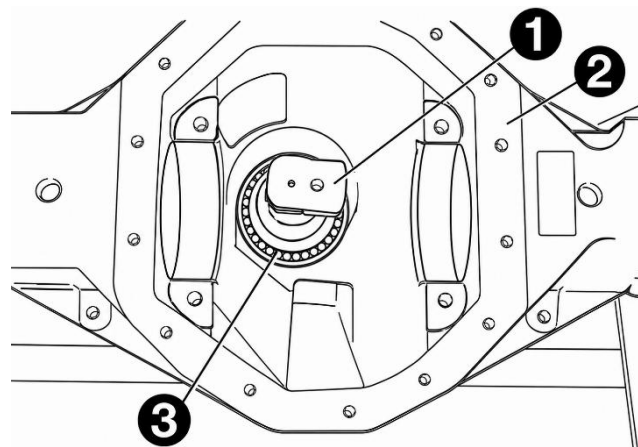


Рисунок 2.5 – Установлення допоміжного пристосування в балку моста для регулювання кінчної відстані:  
 1 – Допоміжна шестерня. 2 – Балка моста. 3 – Підшипник.

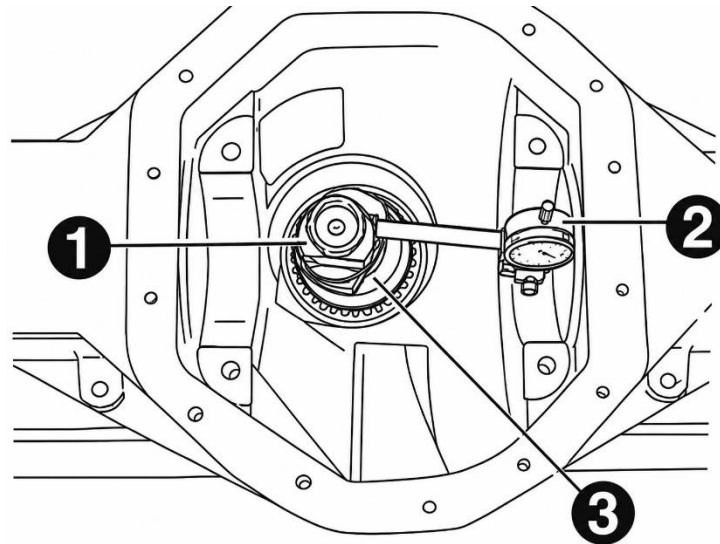


Рисунок 2.6 – Вимірювання значень в отворах під зовнішні обойми підшипників коробки диференціала:

1 – Опора. 2 – Мікрометр. 3 – Допоміжне пристосування.

Після розрахунку товщини регульовальних кілець, необхідних для встановлення заданої кінчної відстані, мікрометр разом із допоміжним пристосуванням знімають.

Потім у посадковий отвір балки моста монтують зовнішнє кільце заднього підшипника. Спочатку на дно отвору встановлюють прокладку товщиною 2 мм, після чого додають комплект регульовальних прокладок, товщина яких була визначена за результатами вимірювань.

Після укладання всіх прокладок зовнішнє кільце заднього підшипника остаточно запресовують у балку моста, забезпечуючи його правильне положення в посадковому місці [20].

Регулювання попереднього натягу підшипників ведучої шестерні. Попередній натяг підшипників ведучої шестерні виконують із застосуванням допоміжного пристосування, як і під час попередньої регульовальної операції. Його використання полегшує монтаж підшипників і дає змогу уникнути багаторазового зняття та повторного встановлення ведучої шестерні. Якщо такого пристрою немає, процес регулювання стає більш трудомістким і потребує додаткових складальних операцій.

Задній підшипник змащують і встановлюють на допоміжну шестерню. Після цього монтують дистанційну втулку та регулювальні кільця, які були демонтовані під час розбирання вузла.

Далі допоміжну шестерню в зборі із заднім підшипником, дистанційною втулкою та регулювальними кільцями тимчасово встановлюють у балку моста.

Утримуючи вузол у заданому положенні, встановлюють передній підшипник. Потім змащують робочу крайку втулки й за допомогою стержня відповідного діаметра запресовують її в балку моста, розміщуючи крайку у напрямку внутрішньої частини моста.

Для перевірки попередньо встановлюють ведучий фланець, надійно утримують його від провертання та затягують гайку з нормованим моментом.

Після цього визначають крутний момент допоміжного пристосування. Якщо його значення менше допустимого, товщину регулювальних кілець між дистанційною втулкою та підшипником зменшують. У разі завищеного моменту, навпаки, додають регулювальні кільця, збільшуючи загальну товщину пакета.

Під час оцінювання результату не враховують момент початкового зриву, оскільки він не відображає фактичний рівномірний опір обертанню вузла.

Складання ведучої шестерні. Після завершення регулювальних робіт допоміжне пристосування демонтують із балки моста. Потім знімають сальник і передній підшипник.

Із допоміжного пристрою знімають регулювальні кільця, призначені для формування попереднього натягу підшипників, а також дистанційну втулку. Після цього демонтують задній підшипник.

Нагріти задній підшипник приблизно до 100 °С і за допомогою технологічної трубки відповідного діаметра встановити його на ведучу шестерню.

На ведучу шестерню монтують дистанційну втулку та комплект регулювальних кілець, якими забезпечується необхідний попередній натяг підшипників.

Після змащування підшипників ведучу шестерню встановлюють у балку моста. Утримуючи її в робочому положенні, монтують передній підшипник, який перед встановленням попередньо нагрівають приблизно до 100 °С.

Далі в балку моста запресовують сальник. Його робочу крайку попередньо змащують і спрямовують у бік шестерні. Сальник установлюють так, щоб його верхня площина була врівень із контактною поверхнею балки моста.

Після цього монтують ведучий фланець, фіксують його від провертання та затягують гайку з установленим моментом.

Завершальною операцією є повторна перевірка крутного моменту ведучої шестерні. Якщо отримані значення відповідають технічним вимогам, гайку остаточно стопорять.

Налаштування бокового зазору в зачепленні. У балку моста встановлюють регульовальні кільця, демонтовані раніше під час розбирання коробки диференціала.

Після монтажу конічних підшипників у робоче положення на них установлюють зовнішні кільця.

Далі коробку диференціала в зборі розміщують у балці моста. При цьому перевіряють правильність положення регульовальних кілець, які мають бути розташовані між зовнішніми кільцями підшипників і посадковими поверхнями балки моста.

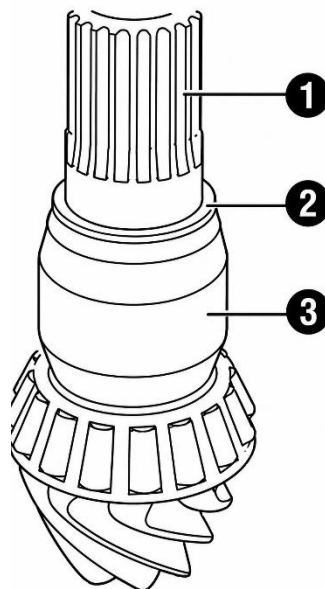


Рисунок 2.7 – Частковий вигляд ведучої шестерні, підготовленої до встановлення в балку моста:

1 – Ведуча шестерня. 2 – Регульовальне кільце для встановлення попереднього натягу підшипника. 3 – Дистанційна втулка.

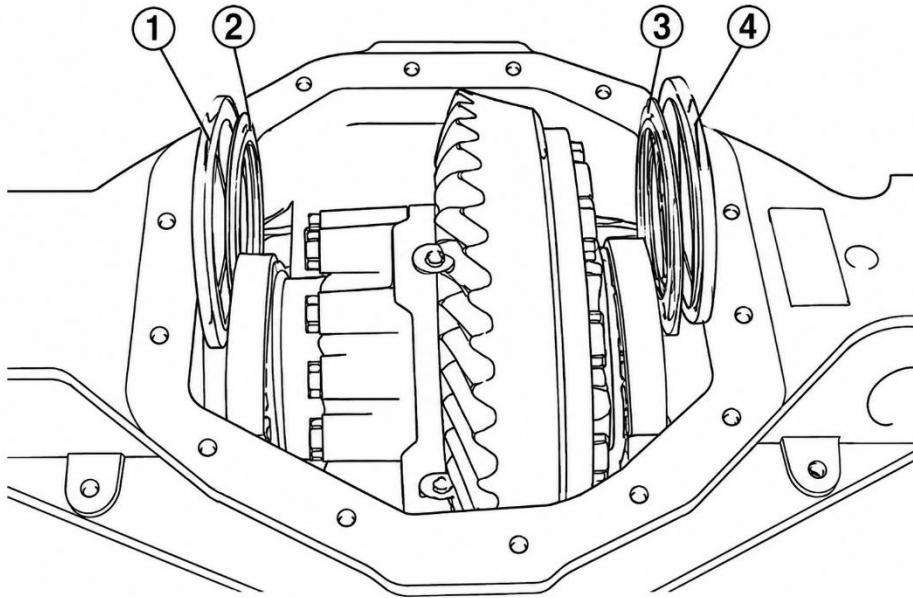


Рисунок 2.8 – Загальний вигляд коробки диференціала у зборі, встановленої в балку моста:

1 і 4 – Дистанційні кільця. 2 і 3 – Регулювальні кільця.

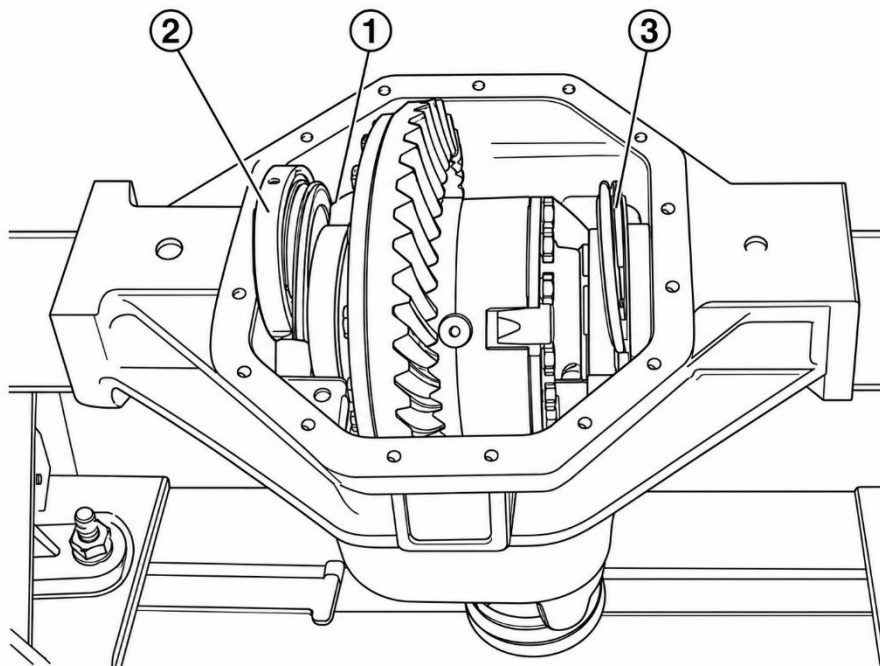


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд коробки диференціала у зборі, встановленої в балку моста:

1 і 3 – Регулювальні кільця. 2 – Дистанційне кільце.

Для кожного підшипника диференціала передбачено встановлення одного дистанційного кільця. Його розміщують між зовнішнім кільцем підшипника та посадковою поверхнею балки моста. Додатково застосовують регулювальне

кільце, за допомогою якого встановлюють необхідний боковий зазор між ведучою та веденою шестернями.

Кришки підшипників монтують згідно з мітками, нанесеними перед розбиранням вузла. Після встановлення кришок закручують кріпильні болти та затягують їх із нормованим моментом.

Боковий зазор у зачепленні контролюють мікрометром. Вимірювальний щуп приладу розміщують біля основи зуба шестерні. Якщо фактичний зазор більший за допустиме значення, ведену шестерню необхідно змістити ближче до ведучої. Для цього послаблюють болти кріплення кришок підшипників і переставляють регульовальні кільця: праве кільце переносять на лівий бік, а ліве – на правий.

Після отримання необхідного бокового зазору болти кріплення кришок підшипників остаточно затягують із передбаченим технічними вимогами моментом.

Перевірка загального крутного моменту. Загальний крутний момент визначається як сума крутного моменту ведучої шестерні та крутного моменту диференціала. Його значення залежить від передаточного числа головної передачі та розраховується за формулою:

$$C = CP + CD / RD \times 0,99,$$

де  $C$  – загальний крутний момент;

$CD$  – крутний момент підшипників диференціала;

$CP$  – крутний момент підшипників ведучої шестерні;

$RD$  – передаточне число.

Для розглянутого прикладу приймають такі вихідні дані:

$CD$  – від 2,0 до 2,8 Н·м для моста 4517; для моста 4521 значення беруть відповідно до технічних характеристик;

$CP$  – від 2,0 до 2,5 Н·м;

$RD$  – 4,55.

Тоді загальний крутний момент становитиме:

$$C = 2,0 + 2,0 / 4,55 \times 0,99 = 2,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Загальний крутний момент вимірюють через гайку ведучої шестерні. Якщо отримане значення перевищує допустиме, необхідно зменшити товщину

регулювальних кілець, розміщених між підшипниками диференціала та балкою моста.

Якщо ж виміряне значення є меншим за встановлену норму, слід додати регулювальні прокладки, збільшивши їх загальну товщину на відповідну величину між підшипниками диференціала і балкою моста.

Після остаточного налаштування бокового зазору між ведучою та веденою шестернями виконують перевірку характеру контакту зубців. Основну увагу приділяють формі, розмірам і розташуванню плями контакту на робочих поверхнях. Для цього застосовують берлінську лазур або сажу, що дозволяє візуально оцінити правильність зачеплення.

Якщо за результатами перевірки пляма контакту має неправильне положення, виконують додаткове коригування шляхом зміни товщини регулювальних кілець, розміщених між зовнішнім кільцем заднього підшипника ведучої шестерні та балкою моста.

Після завершення контрольних і регулювальних операцій установлюють кришку картера з новою ущільнювальною прокладкою.

Завершальним етапом є заливання мастила в картер моста до рівня, передбаченого технічними вимогами.

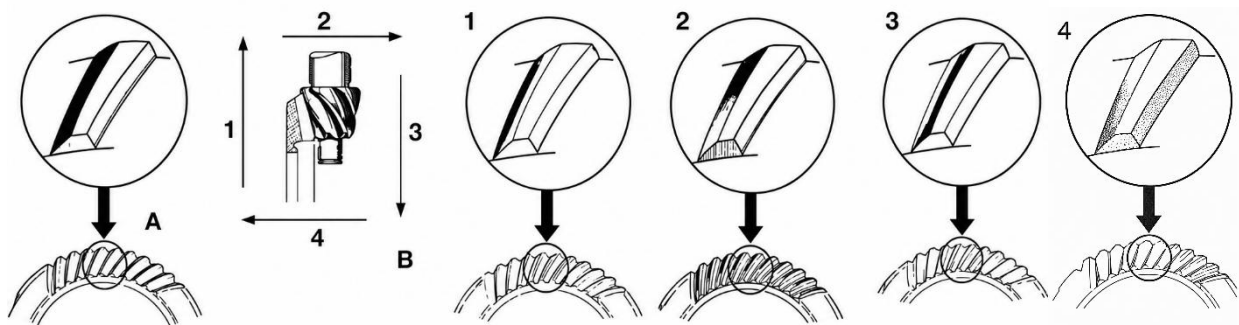


Рисунок 2.10 – Схема регулювання плями контакту зубців конічної пари шестерень:

А – Правильне розташування плями контакту. За умови правильного регулювання конічної пари пляма контакту рівномірно розміщується по боковій поверхні зуба. В – Коригування положення плями контакту.

1. Якщо пляма контакту зміщена до нижньої частини бокової поверхні зуба, необхідно відрегулювати зазор, відвівши ведучу шестерню від веденої, а потім наблизити ведену шестерню до ведучої.
2. Якщо пляма контакту зміщена до основи зуба, зазор коригують шляхом наближення веденої шестерні до ведучої з подальшим відведенням ведучої шестерні від веденої.
3. Якщо пляма контакту зміщена до верхньої частини бокової поверхні зуба, регулювання виконують шляхом наближення ведучої шестерні до веденої, після чого ведену шестерню відводять від ведучої.
4. Якщо пляма контакту зміщена до вершини зуба, необхідно відвести ведену шестерню від ведучої, а потім наблизити ведучу шестерню до веденої.

Механізм блокування диференціала. Розбирання. На початковому етапі демонтують півосі коліс, після чого знімають привід керування блокуванням диференціала. Потім із балки моста виймають коробку диференціала разом із муфтою блокувального механізму. Перевірка. Для контролю працездатності механізму до силового циліндра приводу подають стиснене повітря тиском приблизно 6 бар. Після цього перевіряють переміщення важеля, яке має становити 15 мм. Якщо фактичний хід відрізняється від встановленого значення, зношені елементи механізму підлягають заміні [21].

Складання механізму блокування диференціала виконують у послідовності, зворотній до розбирання.

Маточини коліс. У конструкції застосовуються маточини типу Set Right із попередньо заданим регулюванням. Змашування маточинного вузла здійснюється мастильним матеріалом.

Розбирання маточини колеса. Перед виконанням демонтажних робіт під маточину встановлюють спеціальну ємність для збирання мастила.

Далі один із болтів із позначенням «OIL» повертають у нижнє положення та зливають мастильний матеріал із порожнини маточини.

Після зливання мастила відвертають інші болти кріплення півосі та демонтують піввісь. Потім знімають стопорний гвинт гайки, відвертають саму гайку й демонтують захисне кільце.

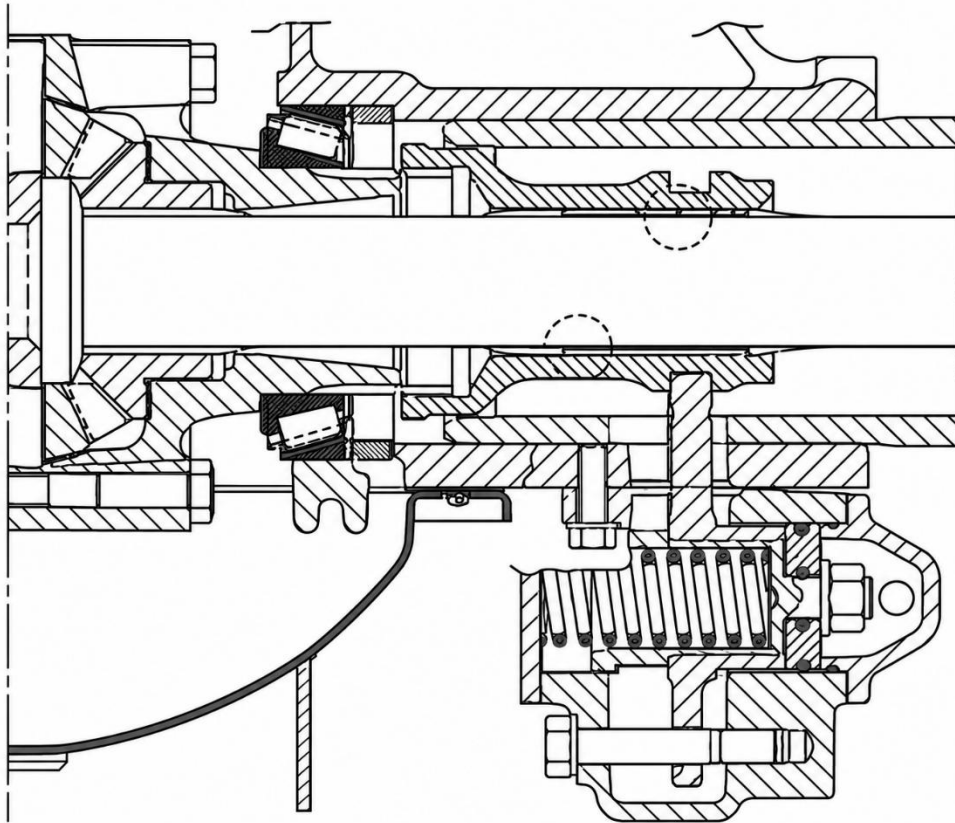


Рисунок 2.11 – Розріз приводу механізму блокування диференціала.

Після цього маточину знімають у зборі з гальмівним диском, підшипниками, сальником і дистанційним елементом. За необхідності прокладку *Spru* вибивають стержнем відповідного діаметра.

Далі демонтують передній підшипник, відвертають болти кріплення гальмівного диска та знімають його. Завершальною операцією є виймання з маточини сальника, після чого демонтують задній підшипник.

Після демонтажу основних елементів маточини знімають зовнішнє кільце заднього підшипника, а потім демонтують зовнішнє кільце переднього підшипника. Складання маточинного вузла виконують у послідовності, зворотній до розбирання.

Після складання обов'язково контролюють осьовий зазор. Його регулювання здійснюють шляхом підтягування або послаблення гайки до отримання необхідного значення.

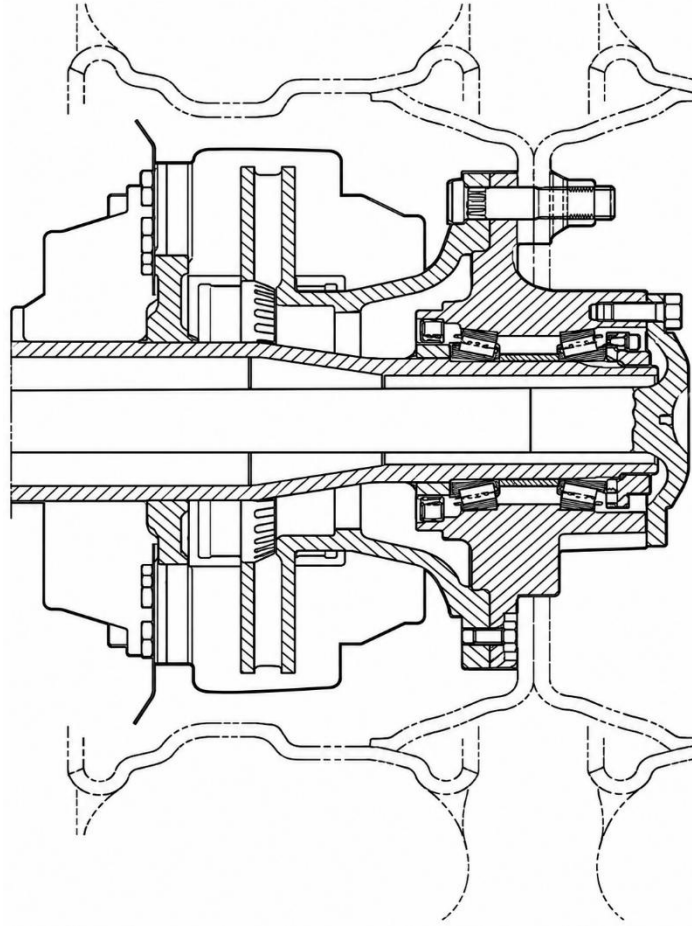


Рисунок 2.12 – Розріз маточини колеса.

Далі перевіряють крутний момент маточини, щоб переконатися у правильності встановлення підшипників і відсутності надмірного опору обертанню. Після завершення складальних операцій на поверхню з'єднання півосі з маточиною наносять герметизувальний склад. Два отвори з маркуванням «OIL» розташовують у горизонтальному положенні, після чого в маточину заливають 0,2 л мастила. На завершення встановлюють заглушки, попередньо наносячи на їхню різьбову частину герметик Loctite 222.

## 2.3 Розроблення технологічної карти ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo

Таблиця 2.3 – Технологічна карта ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.

№ опер.	Найменування операції	Зміст виконання робіт	Обладнання, інструмент і матеріали	Технічні вимоги та контроль
1	Підготовка моста до ремонту	Очистити зовнішні поверхні моста від забруднень, залишків мастила та пилу. Встановити міст на робочий стенд.	Мийна установка, щітки, ремонтний стенд, піддон для мастила	Поверхні повинні бути очищені, міст надійно зафіксований
2	Зливання мастила	Відкрити зливний отвір картера та повністю злити мастило в підготовлену ємність.	Ємність для відпрацьованого мастила, ключі	Мастило злити повністю, не допускати його потрапляння на підлогу
3	Демонтаж півосей	Відвернути болти кріплення півосей і зняти півосі з обох боків моста.	Набір ключів, знімач, монтажна лопатка	Не пошкодити посадкові поверхні та ущільнення
4	Зняття задньої кришки картера	Відвернути болти кріплення кришки та зняти її разом із прокладкою.	Ключі, скребок, ємність для залишків мастила	Стару прокладку замінити, поверхню стику очистити
5	Маркування кришок підшипників	Перед зняттям кришок підшипників нанести мітки їхнього взаємного положення.	Кернер, маркер, молоток	Кришки під час складання мають бути встановлені на попередні місця

6	Демонтаж коробки диференціала	Зняти кришки підшипників, вийняти регулювальні кільця, демонтувати коробку диференціала разом із веденою шестернею.	Ключі, монтажні лопатки, знімач	Не переплутувати зовнішні кільця підшипників і регулювальні прокладки
7	Демонтаж ведучого фланця	Зафіксувати ведучий фланець, відвернути гайку та зняти фланець.	Фіксатор фланця, торцевий ключ, динамометричний ключ	Не пошкодити різьбу та посадкову частину фланця
8	Розбирання вузла ведучої шестерні	Зняти сальник, передній підшипник, дистанційну втулку, регулювальні кільця та конічний підшипник.	Знімач, оправки, прес	Деталі розкласти в порядку демонтажу
9	Демонтаж зовнішніх кілець підшипників	Вибити зовнішні кільця підшипників із балки моста та зняти регулювальні кільця конічної відстані.	Вибивач, молоток, оправка	Посадкові поверхні балки не пошкоджувати
10	Розбирання диференціала	Зафіксувати диференціал на столі преса, відвернути болти веденої шестерні, позначити її положення та випресувати.	Прес, ключі, кернер, оправки	Ведена шестерня знімається без перекосу
11	Розбирання корпусу диференціала	Відвернути болти з'єднання половин корпусу, роз'єднати корпус і вийняти	Ключі, монтажний інструмент	Деталі оглянути на зношення, відколи та задири

		сателіти, півосьові шестерні та фрикційні кільця.		
12	Дефектація деталей диференціала	Перевірити стан зубців, посадкових поверхонь, сателітів, шестерень, кілець і хрестовини.	Лупа, мікрометр, штангенциркуль, індикатор	Деталі з тріщинами, значним зношенням або пошкодженням замінити
13	Складання диференціала	Змастити робочі поверхні, установити обмежувачі, півосьові шестерні, хрестовину із сателітами та з'єднати половини корпусу за мітками.	Масило, ключі, прес, динамометричний ключ	Болти затягнути нормованим моментом
14	Установлення веденої шестерні	Установити ведену шестерню на корпус диференціала за раніше нанесеними мітками. У різьбові отвори нанести Loctite 270 і затягнути болти.	Прес, Loctite 270, ключі, динамометричний ключ	Центрування виконати за напрямними штифтами
15	Монтаж конічних підшипників диференціала	За потреби нагріти підшипники приблизно до 100 °C і запресувати їх у посадкові місця.	Нагрівальний пристрій, прес, оправки	Підшипники встановлювати без перекосу
16	Регулювання конічної відстані	Установити зовнішні кільця підшипників у балку моста. Від'юстувати мікрометр на	Мікрометр, повірочна плита, спеціальна опора,	Товщину кілець визначити за формулою: $S = (A1 + A2) / 2 - (\pm B)$

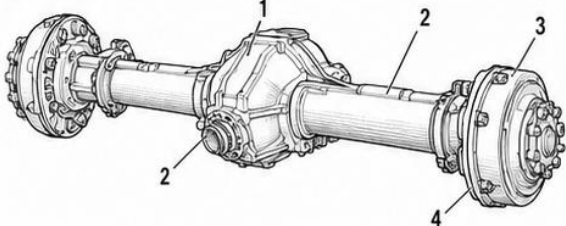
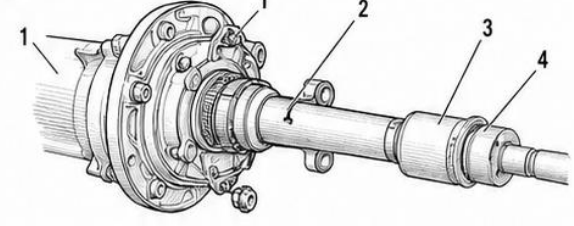
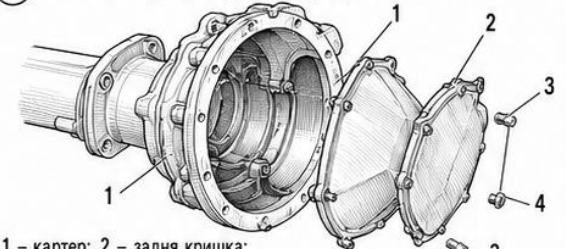
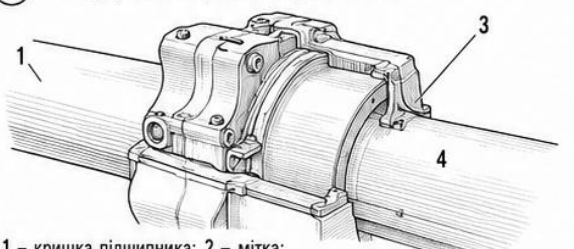
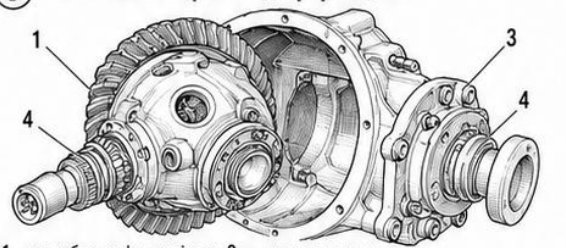
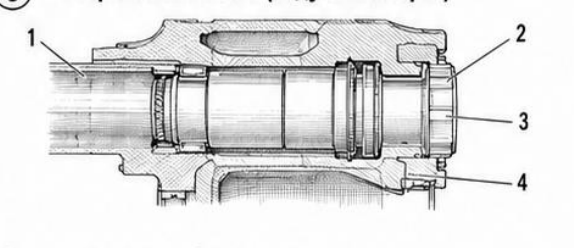
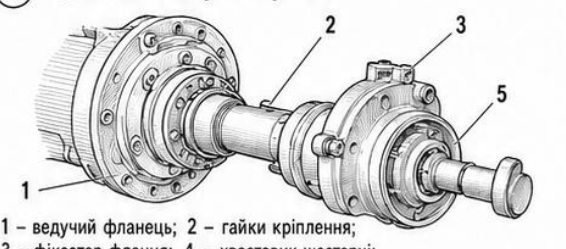
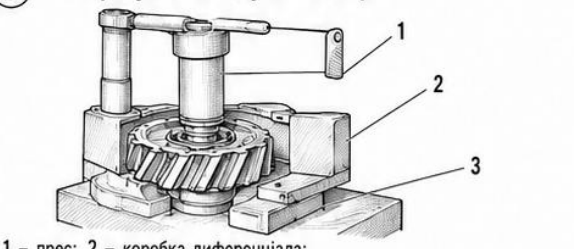
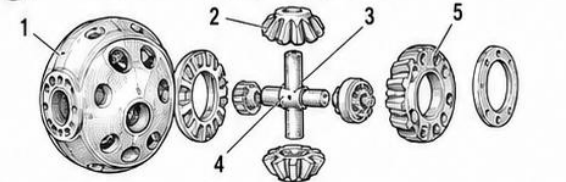
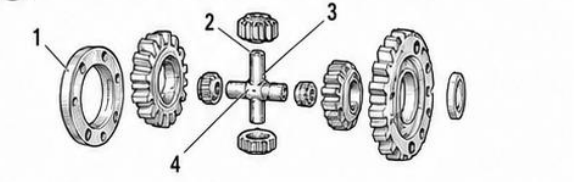
		повірочній плиті та визначити значення A1 і A2.	допоміжне пристосування	
17	Установлення регулювальних кілець	Після розрахунку товщини встановити прокладку 2 мм і комплект регулювальних прокладок у посадкове місце заднього підшипника.	Регулювальні прокладки, оправка, прес	Зовнішнє кільце підшипника має бути повністю запресоване
18	Регулювання попереднього натягу підшипників ведучої шестерні	На допоміжну шестерню встановити задній підшипник, дистанційну втулку та регулювальні кільця. Тимчасово змонтувати вузол у балку моста.	Допоміжне пристосування, мастило, ключі	Регулювання виконувати до отримання заданого крутного моменту
19	Контроль крутного моменту допоміжного пристосування	Установити ведучий фланець, затягнути гайку та виміряти крутний момент.	Динамометричний ключ, фіксатор фланця	Якщо момент малий – зменшити товщину кілець; якщо занадто великий – збільшити
20	Складання ведучої шестерні	Нагріти задній підшипник до 100 °С і встановити його на ведучу шестерню. Змонтувати дистанційну втулку та регулювальні кільця.	Нагрівальний пристрій, технологічна трубка, прес	Підшипник повинен щільно сісти на посадкову поверхню

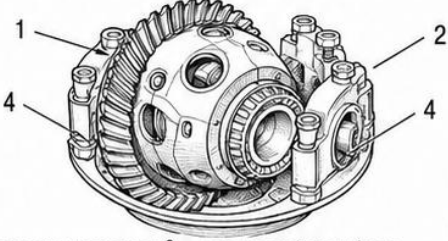
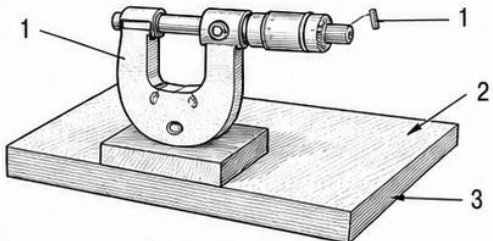
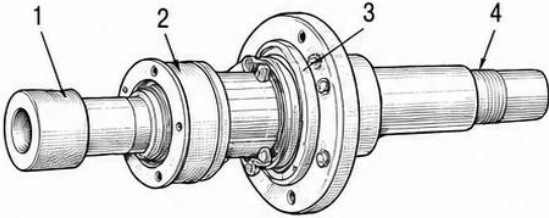
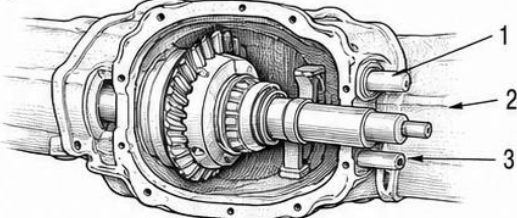
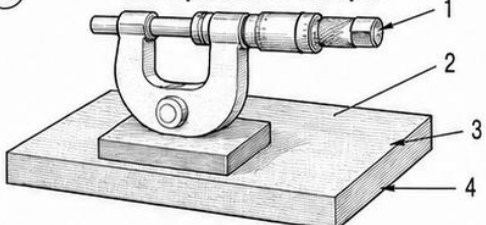
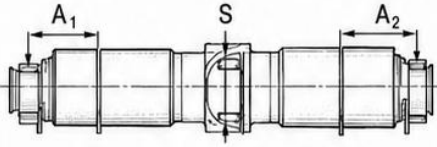
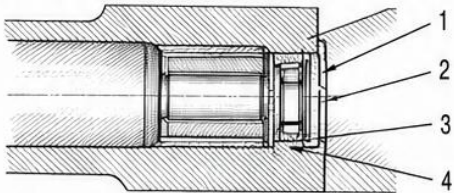
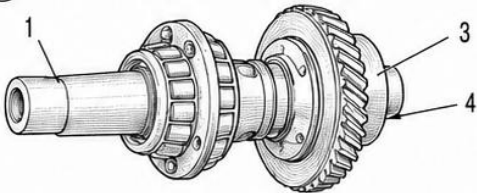
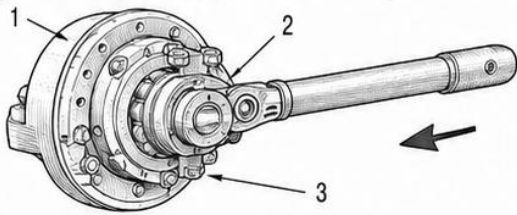
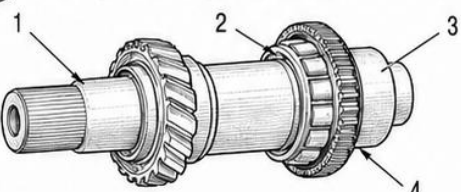
21	Установлення ведучої шестерні в балку моста	Змастити підшипники, установити ведучу шестерню, змонтувати передній підшипник і сальник.	Мастило, оправка, прес, сальник	Робочу крайку сальника спрямувати у бік шестерні
22	Монтаж ведучого фланця	Установити фланець, зафіксувати його від провертання, затягнути гайку та перевірити крутний момент ведучої шестерні.	Фіксатор фланця, динамометричний ключ	За відповідності моменту гайку застопорити
23	Установлення коробки диференціала	Установити регулювальні та дистанційні кільця, змонтувати коробку диференціала у зборі в балку моста.	Монтажний інструмент, регулювальні кільця	Кільця повинні правильно розміщуватися між підшипниками та балкою
24	Монтаж кришок підшипників	Установити кришки підшипників відповідно до міток і затягнути болти.	Ключі, динамометричний ключ	Кришки встановлювати лише на свої місця
25	Регулювання бокового зазору	Виміряти боковий зазор у зачепленні ведучої та веденої шестерень. За потреби переставити регулювальні кільця.	Мікрометр, індикатор, ключі	Зазор має відповідати технічним вимогам
26	Перевірка загального крутного моменту	Виміряти загальний крутний момент через гайку ведучої шестерні.	Динамометричний ключ	При завищеному моменті зменшити товщину прокладок, при заниженому – збільшити

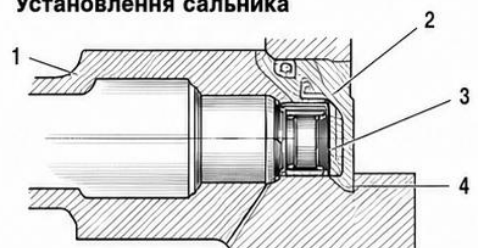

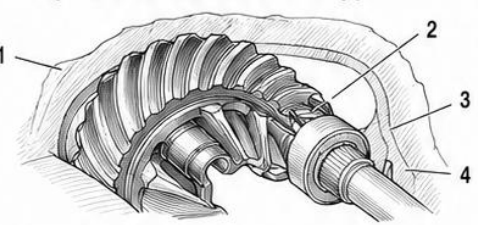
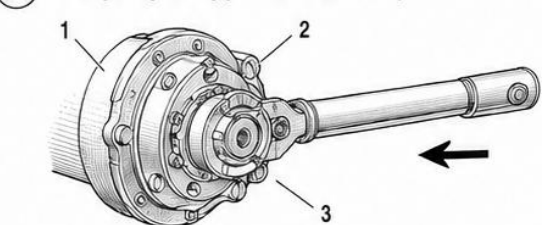
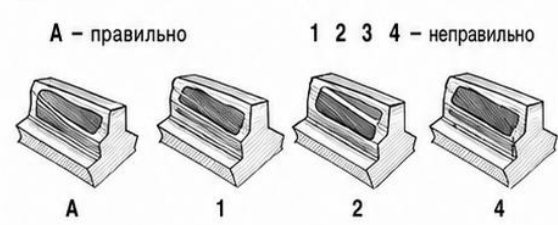
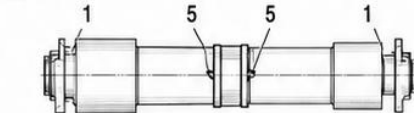
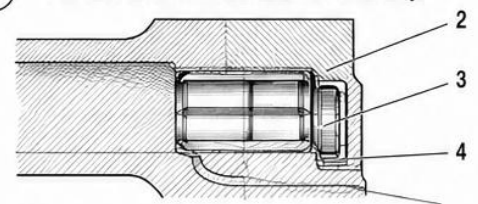
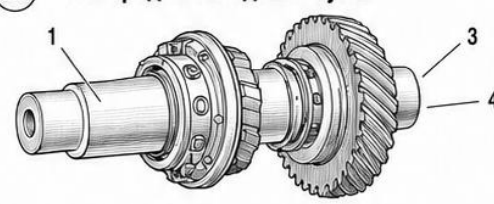
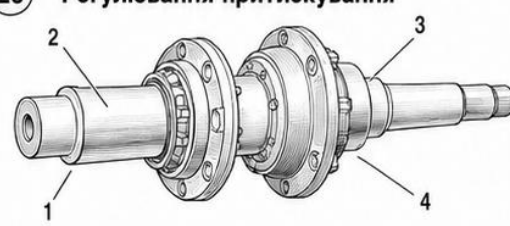
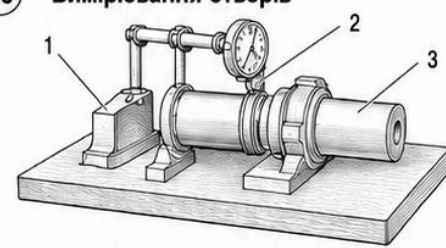
27	Контроль плями контакту зубців	Нанести берлінську лазур або сажу на зубці та перевірити розташування плями контакту.	Берлінська лазур або сажа, пензель	Пляма контакту має рівномірно розміщуватися на боковій поверхні зуба
28	Коригування зачеплення	За неправильного розташування плями контакту змінити положення ведучої або веденої шестерні шляхом підбору регулювальних кілець.	Регулювальні кільця, ключі, мікрометр	Після коригування повторити контроль плями контакту
29	Перевірка механізму блокування диференціала	Подати до силового циліндра стиснене повітря тиском близько 6 бар і перевірити хід важеля.	Компресор, манометр, пневмошланг	Хід важеля має становити 15 мм; зношені деталі замінити
30	Розбирання маточини колеса	Підставити ємність, злити мастило через отвір «OIL», зняти піввісь, гайку, захисне кільце, маточину, підшипники та сальник.	Ємність, ключі, знімач, оправки	Деталі не пошкоджувати, мастило зібрати в окрему тару
31	Дефектація маточини	Оглянути підшипники, сальник, посадкові поверхні, гальмівний диск і дистанційні елементи.	Штангенциркуль, мікрометр, індикатор	Зношені підшипники, сальники та пошкоджені деталі замінити
32	Складання маточини	Скласти маточину у зворотній послідовності, установити підшипники, сальник, гальмівний диск і піввісь.	Прес, оправки, мастило, ключі	Після складання перевірити осьовий зазор

33	Регулювання маточини	Відрегулювати осьовий зазор підтягуванням або послабленням гайки, перевірити крутний момент маточини.	Динамометричний ключ, індикатор	Маточина повинна обертатися плавно, без заїдань
34	Герметизація маточини	Нанести герметик на площину стику півосі та маточини. Отвори «OIL» розмістити горизонтально й залити 0,2 л мастила.	Герметик, мастило, мірна ємність	Об'єм мастила – 0,2 л
35	Установлення заглушок	Установити заглушки з нанесенням Loctite 222 на різьбову частину.	Loctite 222, ключі	Заглушки повинні бути герметично встановлені
36	Остаточне складання моста	Установити задню кришку картера з новою прокладкою, закріпити півосі, перевірити затягування різьбових з'єднань.	Нова прокладка, ключі, динамометричний ключ	Усі з'єднання затягнути згідно з технічними вимогами
37	Заправлення мастилом	Залити мастило в картер моста до встановленого рівня.	Трансмісійне мастило, заправний пристрій	Рівень мастила має відповідати нормі
38	Заключний контроль	Перевірити плавність обертання, відсутність заїдань, герметичність, правильність роботи блокування диференціала та відсутність сторонніх шумів.	Контрольний стенд, ручний інструмент	Міст допускається до експлуатації лише після позитивних результатів контролю

## 2.4 Розроблення маршрутно́ї карти ремонту заднього моста

<p><b>1</b> Загальний вигляд заднього моста</p>  <p>1 – балка моста; 2 – картер головної передачі; 3 – маточина; 4 – фланці ведучої шестерні</p>	<p><b>2</b> Демонтаж півосей коліс</p>  <p>1 – піввісь; 2 – болти кріплення; 3 – маточина; 4 – ущільнювальна поверхня</p>
<p><b>3</b> Зняття задньої кришки картера</p>  <p>1 – картер; 2 – задня кришка; 3 – прокладка; 4 – болти кріплення</p>	<p><b>4</b> Маркування кришок підшипників</p>  <p>1 – кришка підшипника; 2 – мітка; 3 – болт кріплення; 4 – балка моста</p>
<p><b>5</b> Виймання коробки диференціала</p>  <p>1 – коробка диференціала; 2 – задня кришка; 3 – ведена шестерня; 4 – гайка підшипника; 5 – регулювальне кільце</p>	<p><b>6</b> Розріз балки моста (ведуча шестерня)</p>  <p>1 – ведуча шестерня; 2 – дистанційна втулка; 3 – регулювальні кільця; 4 – кінцевий підшипник</p>
<p><b>7</b> Демонтаж ведучого фланця</p>  <p>1 – ведучий фланець; 2 – гайки кріплення; 3 – фіксатор фланця; 4 – хвостик шестерні; 5 – ведена шестерня</p>	<p><b>8</b> Випресування ведучої шестерні</p>  <p>1 – прес; 2 – коробка диференціала; 3 – ведена шестерня; 4 – опора</p>
<p><b>9</b> Розбирання корпусу диференціала</p>  <p>1 – корпус; 2 – сателіт; 3 – півсосьова шестерня; 4 – хрестовина; 5 – фіксаційне кільце</p>	<p><b>10</b> Складання диференціального механізму</p>  <p>1 – півсосьова шестерня; 2 – хрестовина; 3 – сателіт; 4 – регулювальна (опорна) шайба</p>

<p><b>11</b>      <b>Установлення веденої шестерні</b></p>  <p>1 – ведена шестерня; 2 – корпус диференціала; 3 – регулювальний штифт; 4 – болт кріплення</p>	<p><b>12</b>      <b>Юстування мікрометра</b></p>  <p>1 – мікрометр; 2 – повірочна плита; 3 – опора</p>
<p><b>13</b>      <b>Допоміжне пристосування</b></p>  <p>1 – регулювальне кільце; 2 – допоміжна втулка; 3 – конічний підшипник; 4 – хвостовик</p>	<p><b>14</b>      <b>Установлення пристосування в балку</b></p>  <p>1 – допоміжна шестерня; 2 – балка моста; 3 – підшипник</p>
<p><b>15</b>      <b>Вимірювання отворів</b></p>  <p>1 – мікрометр; 2 – пристосування; 3 – опора; 4 – опір під кільце підшипника</p>	<p><b>16</b>      <b>Схема визначення товщини кілець</b></p>  $S = (A_1 + A_2) / 2 - (\pm B)$ <p>S – товщина регулювальних прокладок A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> – значення на мікрометрі B – значення на торці шестерні</p>
<p><b>17</b>      <b>Установлення зовнішнього кільця</b></p>  <p>1 – балка моста; 2 – прокладка 2 мм; 3 – регулювальні прокладки; 4 – кільце підшипника</p>	<p><b>18</b>      <b>Попереднє складання вузла</b></p>  <p>1 – допоміжна шестерня; 2 – задній підшипник; 3 – втулка; 4 – регулювальні кільця</p>
<p><b>19</b>      <b>Контроль крутного моменту</b></p>  <p>1 – фланець; 2 – гайка; 3 – динамометричний ключ; 4 – напрямок обертання</p>	<p><b>20</b>      <b>Ведуча шестерня (до встановлення)</b></p>  <p>1 – ведуча шестерня; 2 – регулювальне кільце; 3 – втулка; 4 – підшипник</p>

<p><b>21</b> Установлення сальника</p>  <p>1 – сальник; 2 – робоча крайка; 3 – балка моста; 4 – шестерня</p>	<p><b>22</b> Коробка диференціала в балці</p>  <p>1 – коробка диференціала; 2 – дистанційне кільце; 3 – регульовальне кільце; 4 – балка моста</p>
<p><b>23</b> Регулювання бокового зазору</p>  <p>1 – ведуча шестерня; 2 – ведена шестерня; 3 – місце вимірювання; 4 – регульовальні кільця</p>	<p><b>24</b> Перевірка крутного моменту</p>  <p>1 – гайка ведучої шестерні; 2 – ключ; 3 – напрямок обертання</p>
<p><b>25</b> Пляма контакту зубців</p> <p>A – правильно      1 2 3 4 – неправильно</p>  <p>A      1      2      4</p>	<p><b>26</b> Схема визначення товщини кілець</p>  $S = (A_1 + A_2) / 2 - (\pm B)$ <p>S – товщина регульовальних прокладок A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> – фактичні зазори підшипників B – значення на торці шестерні</p>
<p><b>27</b> Установлення зовнішнього кільця</p>  <p>1 – балка моста; 2 – прокладка 2 мм; 3 – регульовальні прокладки; 4 – кільце підшипника</p>	<p><b>28</b> Попереднє складання вузла</p>  <p>1 – допоміжна шестерня; 2 – задній підшипник; 3 – втулка; 4 – регульовальна кільце</p>
<p><b>29</b> Регулювання притискування</p>  <p>1 – регульовальне кільце; 2 – допоміжна втулка; 3 – кінцева підшипника; 4 – хвостовик</p>	<p><b>30</b> Вимірювання отворів</p>  <p>1 – опора; 2 – мікрометр; 3 – пристосування; 4 – отвір під кільце підшипника</p>

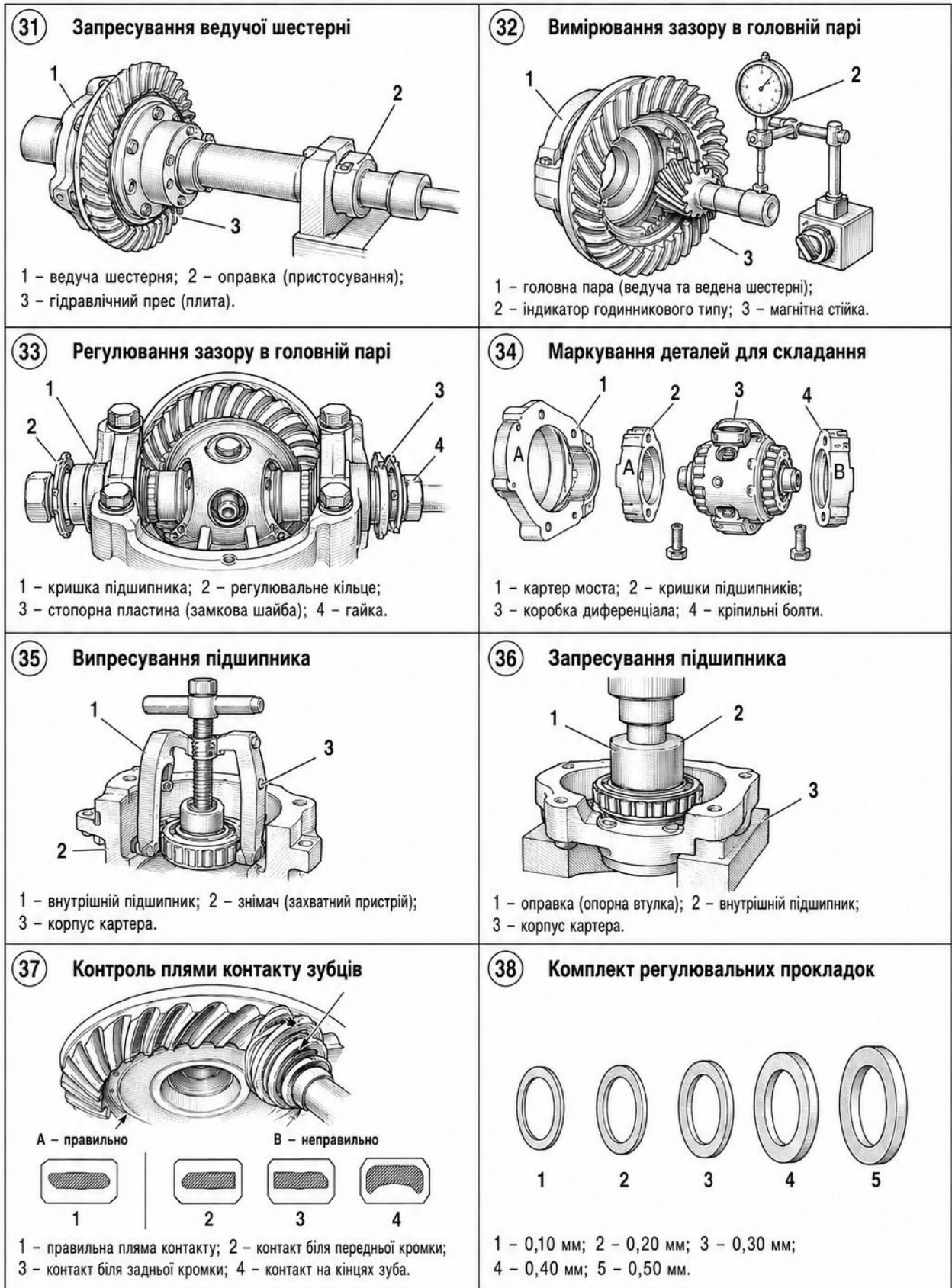


Рисунок 2.13 – Маршрутна карта ремонту заднього моста.

## 2.5 Вибір технологічного оснащення, інструмента і матеріалів ремонту заднього моста Iveco EuroCargo

Таблиця 2.3 – Технологічне оснащення, інструмент і матеріали для ремонту заднього моста Iveco EuroCargo.

Найменування операції	Технологічне оснащення	Робочий і контрольний інструмент	Матеріали та допоміжні засоби
Приймання заднього моста в ремонт	Оглядовий стіл, агрегатна підставка	Ліхтар, візуальний контроль, дефектувальна відомість	Маркувальні бирки, ганчір'я
Зовнішнє очищення моста	Мийна установка, мийна ванна	Щітки, скребки, візуальний контроль	Мийний розчин, технічні серветки
Зливання мастила	Піддон, ємність для відпрацьованого мастила	Гайкові ключі, мірна ємність	Ганчір'я, тара для відпрацьованого мастила
Демонтаж півосей	Агрегатна підставка, слюсарний пост	Торцеві ключі, монтажна лопатка	Проникна рідина, маркувальні бирки
Зняття задньої кришки картера	Ремонтна підставка, піддон	Ключі, скребок, візуальний контроль	Нова прокладка, ганчір'я
Демонтаж коробки диференціала	Ремонтний стенд, монтажні лопатки	Ключі, кернер, маркер	Маркувальна фарба, бирки
Демонтаж ведучої шестерні	Фіксатор ведучого фланця, знімач, оправки	Торцеві ключі, динамометричний ключ	Проникна рідина, ганчір'я

Розбирання диференціала	Гідравлічний прес, опори, оправки	Ключі, штангенциркуль, лупа	Мастило для тимчасового захисту деталей
Розбирання маточин коліс	Підставка під маточину, знімачі, оправки	Ключі, штангенциркуль, візуальний контроль	Ємність для мастила, ганчір'я
Розбирання механізму блокування диференціала	Слюсарний верстак, монтажне оснащення	Ключі, викрутки, візуальний контроль	Маркувальні бирки, ганчір'я
Миття деталей	Мийна ванна, установка для промивання деталей	Пістолет стисненого повітря, візуальний контроль	Мийний розчин, технічні серветки
Дефектація деталей	Контрольно-дефектувальний стіл	Мікрометр, штангенциркуль, індикатор, щупи, лупа	Дефектувальна відомість
Заміна непридатних деталей	Комплектувальний стіл, тара для деталей	Візуальний і розмірний контроль	Нові підшипники, сальники, прокладки, регульовальні кільця
Складання диференціала	Слюсарний верстак, складальна підставка	Ключі, динамометричний ключ	Монтажне мастило, трансмісійне мастило
Установлення веденої шестерні	Гідравлічний прес, напрямні оправки	Ключі, динамометричний ключ	Фіксатор різьби Loctite 270
Регулювання кінчної відстані	Допоміжне пристосування, спеціальна опора, повірочна плита	Мікрометр	Регульовальні прокладки, маркувальна фарба

Складання ведучої шестерні	Нагрівальний пристрій, прес, технологічна трубка	Оправки, візуальний контроль посадки	Трансмійне мастило
Регулювання по–переднього натягу підшипників ведучої шестерні	Допоміжне пристосування, фіксатор фланця	Динамометричний ключ або моментомір	Регулювальні кільця, мастило
Установлення сальника і фланця	Оправка для сальника, прес, фіксатор фланця	Динамометричний ключ, візуальний контроль	Новий сальник, мастило для робочої крайки
Установлення коробки диференціала в балку моста	Агрегатна підставка, монтажні лопатки	Ключі, візуальний контроль положення кілець	Дистанційні та регулювальні кільця
Регулювання бокового зазору в зачепленні	Монтажна підставка, спеціальні ключі	Індикатор годин–никового типу або мікрометр	Регулювальні кільця
Перевірка загального крутного моменту	Фіксатор фланця, пристрій для провертання вузла	Динамометричний ключ або моментомір	Регулювальні прокладки
Контроль плями контакту зубців	Пристосування для провертання головної передачі	Візуальний контроль плями контакту	Берлінська лазур або сажа, пензель
Коригування зачеплення	Агрегатна підставка, монтажні лопатки, ключі	Індикатор, мікрометр	Регулювальні кільця, берлінська лазур
Перевірка механізму блокування диференціала	Компресор, пневмошланг, штуцери	Манометр, лінійка або штангенциркуль	Стиснене повітря, ущільнювальні елементи

Складання механізму блокування	Слюсарний верстак, монтажне оснащення	Ключі, візуальний контроль ходу механізму	Масило, ущільнювальні елементи
Складання маточин коліс	Прес, оправки, складальна підставка	Ключі, штангенциркуль, візуальний контроль	Підшипники, сальники, мастило
Регулювання маточин	Фіксатор маточини, слюсарний пост	Індикатор, динамометричний ключ	Масило, стопорні елементи
Герметизація та заправлення маточин	Заправний пристрій, мірна ємність	Ключі, візуальний контроль герметичності	Герметик, Loctite 222, 0,2 л мастила
Остаточне складання моста	Агрегатна підставка, слюсарний інструмент	Ключі, динамометричний ключ	Нова прокладка кришки картера, герметик
Заправлення картера мастилом	Заправний пристрій, лійка або насос	Контроль рівня мастила	Трансмісійне мастило для головної передачі
Заключний контроль якості	Контрольний стенд, пристрій для провертання моста	Моментомір, індикатор, візуальний контроль	Контрольна карта, ганчір'я
Передача відремонтованого моста	Пост видачі агрегатів, транспортний візок	Маршрутна карта, акт контролю	Захисні заглушки, маркувальна бирка

## 2.6 Розрахунок трудомісткості ремонту заднього моста

Трудомісткість окремої операції визначається за формулою:

$$T_i = \frac{t_i \cdot n_i}{60},$$

де  $T_i$  – трудомісткість операції, люд.–год;

$t_i$  – тривалість виконання операції, хв;  $n_i$  – кількість працівників, залучених до виконання операції.

Загальна трудомісткість ремонту визначається як сума трудомісткостей усіх операцій:

$$T_{\Sigma} = \sum T_i.$$

Таблиця 2.4 – Розрахунок затрат часу на ремонт заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo.

№ опер.	Найменування операції	Час, хв	Кіль. працівн.	Трудомісткість, люд.-год
1	Підготовка моста до ремонту	25	1	0,42
2	Зливання мастила	10	1	0,17
3	Демонтаж півосей	25	1	0,42
4	Зняття задньої кришки картера	15	1	0,25
5	Маркування кришок підшипників	10	1	0,17
6	Демонтаж коробки диференціала	35	2	1,17
7	Демонтаж ведучого фланця	20	1	0,33
8	Розбирання вузла ведучої шестерні	30	1	0,50
9	Демонтаж зовнішніх кілець підшипників	25	1	0,42
10	Розбирання диференціала	40	2	1,33
11	Розбирання корпусу диференціала	35	1	0,58
12	Дефектація деталей диференціала	45	1	0,75
13	Складання диференціала	45	1	0,75
14	Установлення веденої шестерні	35	2	1,17
15	Монтаж конічних підшипників диференціала	30	1	0,50
16	Регулювання конічної відстані	55	1	0,92
17	Установлення регулювальних кілець	25	1	0,42
18	Регулювання попереднього натягу підшипників ведучої шестерні	40	1	0,67

19	Контроль крутного моменту допоміжного пристосування	25	1	0,42
20	Складання ведучої шестерні	35	1	0,58
21	Установлення ведучої шестерні в балку моста	45	2	1,50
22	Монтаж ведучого фланця	25	1	0,42
23	Установлення коробки диференціала	40	2	1,33
24	Монтаж кришок підшипників	20	1	0,33
25	Регулювання бокового зазору	45	1	0,75
26	Перевірка загального крутного моменту	25	1	0,42
27	Контроль плями контакту зубців	30	1	0,50
28	Коригування зачеплення	40	1	0,67
29	Перевірка механізму блокування диференціала	20	1	0,33
30	Розбирання маточини колеса	50	1	0,83
31	Дефектація маточини	35	1	0,58
32	Складання маточини	45	1	0,75
33	Регулювання маточини	30	1	0,50
34	Герметизація маточини	15	1	0,25
35	Установлення заглушок	10	1	0,17
36	Остаточне складання моста	35	1	0,58
37	Заправлення мастилом	15	1	0,25
38	Заключний контроль	30	1	0,50
	Разом	1160		22,58

Загальна тривалість технологічного процесу ремонту одного заднього моста становить:

$$t_{\Sigma} = 1160 \text{ хв} = 19,33 \text{ год.}$$

Загальна трудомісткість ремонту з урахуванням кількості виконавців на окремих операціях становить:

$$T_{\Sigma} = 22,58 \text{ люд.-год.}$$

## 2.7 Розрахунок кількості працівників

Кількість працівників для виконання ремонту одного заднього моста протягом однієї робочої зміни визначається за формулою:

$$N = \frac{T_{\Sigma}}{F_{\text{зм}}},$$

де  $N$  – розрахункова кількість працівників;

$T_{\Sigma}$  – загальна трудомісткість ремонту, люд.-год;

$F_{\text{зм}}$  – тривалість робочої зміни, год.

Приймаємо тривалість зміни:

$$F_{\text{зм}} = 8 \text{ год.}$$

Тоді:

$$N = \frac{22,58}{8} = 2,82.$$

Отже, для виконання ремонту одного заднього моста протягом однієї робочої зміни необхідно прийняти:

$$N_{\text{пр}} = 3 \text{ працівники.}$$

Прийнятий склад виконавців

Таблиця 2.5 – Перелік залучити трьох працівників.

Виконавець	Кваліфікація	Основні роботи
Слюсар–ремонтник 5 розряду	Основний виконавець	Розбирання, складання, регулювання головної передачі, контроль зазорів і крутного моменту
Слюсар–ремонтник 4 розряду	Допоміжний виконавець	Демонтаж і монтаж важких вузлів, робота з пресом, складання маточин
Слюсар–ремонтник 3 розряду	Допоміжний виконавець	Очищення, миття, підготовка деталей, подача інструменту, допоміжні операції

За результатами розрахунку встановлено, що повна трудомісткість ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo становить 22,58 люд.-год, а сумарна тривалість виконання операцій – 19,33 год. Для виконання ремонту протягом однієї робочої зміни доцільно передбачити бригаду з трьох працівників. Такий склад забезпечує можливість паралельного виконання допоміжних операцій, безпечне переміщення важких вузлів і якісне виконання відповідальних регулювальних робіт головної передачі, диференціала та маточин коліс.

## **2.8 Технологія обкатування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo**

Обкатування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo виконують після ремонту, складання та регулювання агрегату з метою перевірки правильності взаємодії деталей головної передачі, диференціала, підшипникових вузлів, півосей і ущільнень. Ця операція дає змогу виявити можливі дефекти складання до встановлення автомобіля в експлуатацію, а також забезпечити початкове припрацювання зубчастих коліс і підшипників у контрольованих умовах [22].

Під час обкатування особливу увагу приділяють рівномірності обертання, відсутності стороннього шуму, перегрівання картера, підтікання мастила, підвищеної вібрації та надмірних люфтів. Якісно виконана обкатка підтверджує правильність складання заднього моста і готовність агрегату до подальшої роботи на автомобілі.

Перед початком обкатування задній міст установлюють на спеціальний стенд або на ремонтне місце з можливістю безпечного обертання ведучого фланця. Агрегат закріплюють так, щоб під час роботи не виникало зміщення, перекосу або вібрації. Особливо важливо забезпечити співвісність приводу стенда з фланцем ведучої шестерні, оскільки перекіс у з'єднанні може спричинити додаткове навантаження на підшипники та спотворити результати перевірки.

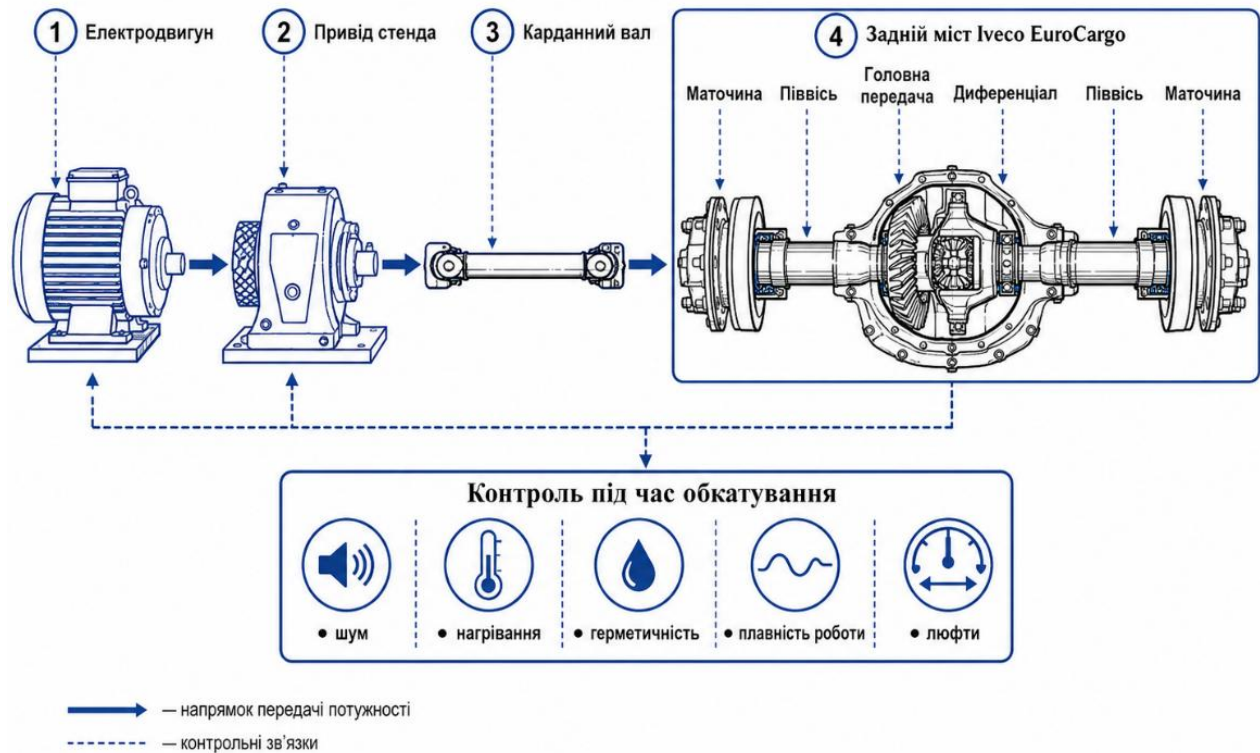


Рисунок 2.14 – Загальна схема обкатування заднього моста.

Перед запуском обов'язково перевіряють рівень трансмісійного мастила в картері. Мастило повинно відповідати вимогам для роботи головної передачі та диференціала. Недостатній рівень мастила під час обкатки може призвести до перегрівання, підвищеного тертя та пошкодження зубчастих коліс. Також перевіряють герметичність з'єднань, стан пробок, сапуна, манжет півосей і фланця ведучої шестерні.

Обкатування виконують у кілька етапів. Спочатку задній міст прокручують без навантаження на малій частоті обертання. На цьому етапі перевіряють плавність роботи, відсутність стуку, заклинювання, різких шумів і нерівномірного обертання. Якщо агрегат працює рівномірно, частоту обертання поступово збільшують. Під час кожного етапу контролюють температуру картера, шум головної передачі, роботу диференціала та стан ущільнень.

На першому етапі міст обкатують без навантаження протягом 5–10 хв. Частота обертання повинна бути невеликою, щоб забезпечити початкову перевірку правильності складання. Якщо в цей період виявлено різкий шум, стукіт, заїдання або швидке підвищення температури, обкатування припиняють, а агрегат повторно перевіряють.

На другому етапі частоту обертання поступово збільшують. У цей час контролюють характер шуму головної передачі. Рівномірний слабкий шум допускається, однак виражений гул, періодичний стукіт або вібрація можуть свідчити про неправильне регулювання зачеплення шестерень, пошкодження підшипників або надмірний люфт. У такому випадку необхідно перевірити бічний зазор головної передачі, пляму контакту зубів і попередній натяг підшипників.



Рисунок 2.15 – Послідовність обкатування заднього моста.

Після цього виконують короткочасне обкатування з навантаженням. Його проводять для перевірки роботи моста в умовах, наближених до експлуатаційних. Навантаження прикладають поступово, без різких змін режиму. Під час цієї операції перевіряють стабільність роботи зубчастих передач, нагрівання картера, герметичність ущільнень і відсутність підтікання мастила.

Таблиця 2.6 – Рекомендована послідовність обкатування заднього моста Iveco EuroCargo.

№ етапу	Назва етапу	Зміст робіт	Контрольовані параметри
1	Підготовка	Закріплення моста на стенді, перевірка фланців, кріплень і сапуна	Стійкість встановлення, відсутність перекосу
2	Перевірка мастила	Контроль рівня і стану мастила в картері	Рівень мастила, відсутність забруднень
3	Пробний пуск	Короткочасне прокручування на малих обертах	Плавність обертання, відсутність заїдання
4	Обкатування без навантаження	Робота агрегату на малих і середніх обертах	Шум, вібрація, нагрівання
5	Обкатування з навантаженням	Короткочасна робота під контрольованим навантаженням	Стабільність роботи, температура картера
6	Заключний контроль	Огляд агрегату після зупинки	Підтікання мастила, люфти, сторонні шуми

Під час обкатування температуру картера контролюють дотиковим або контактним термометром. Різке підвищення температури свідчить про надмірне тертя в підшипниках або неправильне зачеплення головної передачі. У нормальному режимі нагрівання повинно бути поступовим і рівномірним. Також необхідно перевіряти, чи не з'являється мастило в зоні манжет, прокладок і пробок картера.



Рисунок 2.16 – Основні параметри контролю під час обкатування.

Після завершення обкатування агрегат зупиняють і виконують повторний зовнішній огляд. Перевіряють місця ущільнень, пробки, фланець ведучої шестерні, зони кріплення півосей і маточин. Якщо підтікання мастила, перегрівання, надмірний шум або люфти не виявлені, задній міст вважають придатним до встановлення на автомобіль або подальшої експлуатації.

У разі виявлення відхилень агрегат не допускають до роботи. Його необхідно повторно розібрати або частково розрегулювати з метою перевірки підшипників, головної передачі, диференціала, ущільнень і посадкових поверхонь. Особливу увагу приділяють плямі контакту зубчастих коліс, оскільки її зміщення є однією з основних причин підвищеного шуму й перегрівання після ремонту.

Розроблена технологія обкатування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo передбачає поетапну перевірку агрегату після ремонту в контрольованих умовах. Основними операціями є встановлення моста на стенд, перевірка рівня мастила, пробний пуск, обкатування без навантаження, короточасна робота під навантаженням і заключний контроль. Така послідовність дає змогу своєчасно виявити помилки складання, порушення регулювання головної передачі, дефекти підшипників або ущільнень і забезпечити надійну роботу заднього моста після ремонту.

## 2.9 Розрахунок площі дільниці

Площа дільниці ремонту заднього моста визначається з урахуванням габаритів обладнання, робочих проходів, зон переміщення агрегату та місць для безпечного виконання ремонтних операцій. Для вантажних агрегатів необхідно передбачати збільшені проходи, оскільки задній міст має значну масу і потребує використання підйимально–транспортних засобів.

Орієнтовну площу дільниці визначаємо за формулою:

$$F = F_{\text{обл}} \cdot K_{\text{щ}},$$

де  $F$ – загальна площа дільниці, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{обл}}$ – сумарна площа, яку займає обладнання, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{щ}}$ – коефіцієнт щільності розміщення обладнання.

Для агрегатно–ремонтної дільниці приймаємо:

$$K_{\text{щ}} = 4,0$$

Орієнтовна площа обладнання, яке встановлюється на підлозі дільниці:

$$F_{\text{обл}} = 11,5 \text{ м}^2$$

Тоді:

$$F = 11,5 \cdot 4,0 = 46,0 \text{ м}^2$$

З урахуванням необхідності переміщення заднього моста, встановлення стенда обкатування, зони миття деталей і проходів приймаємо площу дільниці:

$$F_{\text{пр}} = 48 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри дільниці:

$$L = 8 \text{ м}, B = 6 \text{ м}$$

$$F = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2$$

Отже, для ремонту заднього моста автомобіля Ivesco EuroCargo приймаємо дільницю площею 48 м<sup>2</sup> з розмірами 8×6 м. Такі габарити забезпечують можливість раціонального розміщення обладнання, безпечного переміщення агрегату та виконання ремонтних робіт без скупчення інструменту і деталей у робочій зоні.

Планування дільниці доцільно виконати за потоковим принципом. Задній міст після зняття з автомобіля подається у зону приймання та очищення, далі

переміщується на стенд розбирання, після чого деталі надходять у зону миття і дефектації. Придатні деталі передаються на складання, а зношені – на заміну або відновлення. Після складання агрегат надходить на стенд обкатування і заключного контролю.

На вході до дільниці розміщують зону приймання і очищення агрегату. Поруч доцільно встановити ємність для зливу відпрацьованого мастила та засоби зовнішнього очищення. У центральній частині дільниці розташовують стенд для розбирання і складання заднього моста, оскільки навколо нього потрібно забезпечити доступ з усіх боків. Уздовж однієї зі стін розміщують верстак, шафу для інструменту, стелаж для деталей і гідравлічний прес. Стенд обкатування доцільно встановити в кінцевій частині технологічного потоку, щоб після складання агрегат можна було відразу перевірити і передати на встановлення.

Робоче місце слюсаря з ремонту заднього моста повинно бути обладнане справним інструментом, пристосуваннями для зняття підшипників і шестерень, ємностями для дрібних деталей, контрольно–вимірювальними засобами та пристроями для безпечного підймання агрегату. Інструмент слід розміщувати так, щоб виконавець міг користуватися ним без зайвих переміщень.

Особливу увагу необхідно приділяти чистоті зони складання. Потрапляння бруду, пилу або абразивних частинок у підшипники, зубчасті передачі чи картер заднього моста може призвести до передчасного зношування агрегату після ремонту. Тому операції миття, дефектації та складання повинні бути просторово розділені або виконуватися з дотриманням вимог чистоти.

Підймання та переміщення заднього моста необхідно виконувати лише за допомогою вантажопідіймальних засобів. Забороняється переміщувати агрегат вручну без застосування крана, талі або спеціального візка, оскільки це може спричинити травмування працівників або пошкодження деталей.

## **2.10 Економічний розрахунок вартості ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo**

Економічний розрахунок виконуємо для визначення орієнтовної собівартості та відпускної вартості ремонту заднього моста автомобіля Iveco

EuroCargo. У розрахунку враховуємо оплату праці ремонтних робітників, додаткову заробітну плату, нарахування на оплату праці, вартість запасних частин, матеріалів, електроенергії, накладні витрати та плановий прибуток підприємства.

Таблиця 2.7 – Вихідні дані для розрахунку ремонту заднього моста.

Показник	Позначення	Значення
Загальна трудомісткість ремонту	$T$	18,7 люд·год
Середня годинна тарифна ставка слюсаря	$C_{\text{год}}$	180 грн/год
Коефіцієнт додаткової заробітної плати	$K_{\text{д}}$	0,22
ЄСВ на заробітну плату	$K_{\text{ЄСВ}}$	0,22
Коефіцієнт накладних витрат	$K_{\text{н}}$	0,65
Вартість запасних частин	$C_{\text{зч}}$	8500 грн
Вартість ремонтних матеріалів	$C_{\text{м}}$	7120 грн
Вартість електроенергії та допоміжних витрат	$C_{\text{е}}$	55 грн
Рівень планового прибутку	$K_{\text{п}}$	0,15
ПДВ	$K_{\text{пдв}}$	0,20

Загальну трудомісткість ремонту приймаємо з урахуванням виконання діагностики, очищення, зливання мастила, розбирання заднього моста, дефектації деталей, заміни зношених елементів, складання, регулювання головної передачі, заправлення мастилом та обкатування агрегату.

Таблиця 2.8 – Розподіл трудомісткості за основними операціями.

№ з/п	Назва операції	Трудомісткість, люд·год
1	Діагностування заднього моста	1,2
2	Зовнішнє очищення та зливання мастила	1,0
3	Демонтаж і підготовка агрегату до розбирання	2,0
4	Розбирання заднього моста	3,0
5	Промивання та дефектація деталей	2,0

6	Заміна підшипників, манжет і прокладок	2,5
7	Складання головної передачі та диференціала	3,2
8	Регулювання зачеплення і підшипників	1,8
9	Заправлення мастилом	0,4
10	Обкатування і заключний контроль	1,6
Разом		18,7

Основну заробітну плату ремонтного робітника визначаємо за формулою:

$$C_{зп} = T \cdot C_{год}$$

де  $T$  – трудомісткість ремонту, люд·год;

$C_{год}$  – годинна тарифна ставка, грн/год.

$$C_{зп} = 18,7 \cdot 180 = 3366 \text{ грн}$$

Отже, основна заробітна плата становить:

$$C_{зп} = 3366 \text{ грн}$$

Додаткову заробітну плату приймаємо у розмірі 22 % від основної:

$$C_{дзп} = C_{зп} \cdot K_d$$

$$C_{дзп} = 3366 \cdot 0,22 = 740,52 \text{ грн}$$

Приймаємо:

$$C_{дзп} = 741 \text{ грн}$$

Нарахування на заробітну плату визначаємо від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$C_{есв} = (C_{зп} + C_{дзп}) \cdot K_{есв}$$

$$C_{есв} = (3366 + 740,52) \cdot 0,22 = 903,43 \text{ грн}$$

Приймаємо:

$$C_{есв} = 903 \text{ грн}$$

Накладні витрати враховують витрати на утримання виробничої ділянки, амортизацію обладнання, освітлення, вентиляцію, прибирання, обслуговування інструменту та організацію робочого місця [11].

$$C_n = C_{зп} \cdot K_n$$

$$C_n = 3366 \cdot 0,65 = 2187,9 \text{ грн}$$

Приймаємо:

$$C_H = 2188 \text{ грн}$$

Для виконання ремонту заднього моста передбачаємо заміну найбільш імовірних витратних і зношуваних елементів.

Таблиця 2.9 – Перелік запасних частин та їх вантість.

Найменування	Кількість	Сума, грн
Підшипники вузлів заднього моста	комплект	4200
Манжети та сальники	комплект	1200
Прокладки та ущільнювальні елементи	комплект	750
Стопорні кільця, шайби, кріпильні елементи	комплект	650
Трансмійне мастило	10 л	2500
Мийні матеріали, ганчір'я, знежирювач	комплект	820
Герметик, паста для контролю плями контакту	комплект	500
Допоміжні ремонтні матеріали	комплект	1000
Разом матеріали і запасні частини		15620

Отже:

$$C_{зч} + C_M = 15620 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію для роботи мийної установки, компресора, освітлення, пресового та контрольного обладнання приймаємо орієнтовно [14]:

$$C_e = 55 \text{ грн}$$

Виробнича собівартість ремонту визначається як сума всіх основних витрат:

$$C_c = C_{зп} + C_{дзп} + C_{есв} + C_H + C_{зч} + C_M + C_e$$

$$C_c = 3366 + 741 + 903 + 2188 + 15620 + 55 = 22873 \text{ грн}$$

Отже, виробнича собівартість ремонту заднього моста становить:

$$C_c = 22873 \text{ грн}$$

Плановий прибуток приймаємо на рівні 15 % від виробничої собівартості:

$$C_{п} = C_c \cdot K_{п}$$

$$C_{п} = 22873 \cdot 0,15 = 3430,95 \text{ грн}$$

Приймаємо:

$$C_{\Pi} = 3431 \text{ грн}$$

Вартість ремонту без ПДВ

$$C_{\text{без ПДВ}} = C_c + C_{\Pi}$$

$$C_{\text{без ПДВ}} = 22873 + 3431 = 26304 \text{ грн}$$

Розрахунок ПДВ

$$C_{\text{ПДВ}} = C_{\text{без ПДВ}} \cdot 0,20$$

$$C_{\text{ПДВ}} = 26304 \cdot 0,20 = 5260,8 \text{ грн}$$

Приймаємо:

$$C_{\text{ПДВ}} = 5261 \text{ грн}$$

Загальна вартість ремонту

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{без ПДВ}} + C_{\text{ПДВ}}$$

$$C_{\text{заг}} = 26304 + 5261 = 31565 \text{ грн}$$

Отже, орієнтовна вартість ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo становить:

$$C_{\text{заг}} = 31565 \text{ грн}$$

За результатами економічного розрахунку встановлено, що орієнтовна виробнича собівартість ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo становить 22873 грн, а повна вартість ремонту з урахуванням прибутку підприємства та ПДВ – 31565 грн. Найбільшу частку у структурі витрат займають запасні частини, трансмісійне мастило та ремонтні матеріали, що пояснюється високою відповідальністю агрегату та необхідністю заміни ущільнень, підшипників і витратних елементів під час ремонту.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування необхідності розроблення спеціального пристосування

Під час ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo значна частина операцій пов'язана з демонтажем, розбиранням, дефектацією, складанням і регулюванням важкого агрегату трансмісії. Задній міст має значну масу, складну форму та містить відповідальні вузли: головну передачу, диференціал, півосі, маточини, підшипники, ущільнення і картер. Тому виконання ремонтних робіт без спеціального оснащення ускладнює доступ до окремих зон агрегату, збільшує трудомісткість операцій і підвищує ризик пошкодження посадкових поверхонь.

Особливо відповідальними є операції розбирання та складання головної передачі, демонтажу півосей, перевірки люфтів, регулювання зачеплення шестерень і контролю плавності обертання вузла. Під час цих робіт міст необхідно надійно фіксувати у зручному положенні, а за потреби – повертати навколо поздовжньої осі. Якщо агрегат розміщувати безпосередньо на підлозі або на звичайних підставках, працівник змушений виконувати частину операцій у незручному положенні, що негативно впливає на точність ремонту та безпеку праці.

З огляду на це у конструкторському розділі доцільно розробити універсальне поворотно-фіксувальне пристосування для розбирання, складання та регулювання заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo. Його застосування дозволяє надійно закріпити агрегат, забезпечити доступ до картера, фланця ведучої шестерні, маточин, півосей і редуктора, а також виконувати провертання моста під час діагностичних і складальних операцій [15].

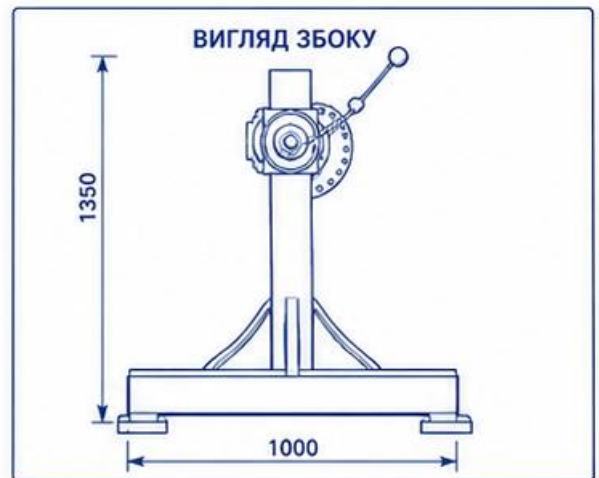
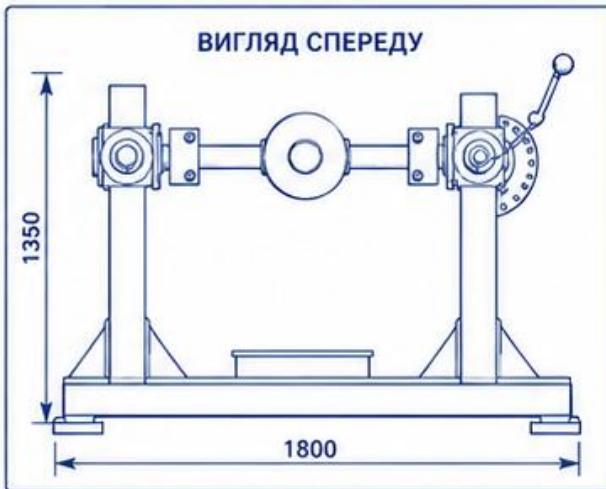
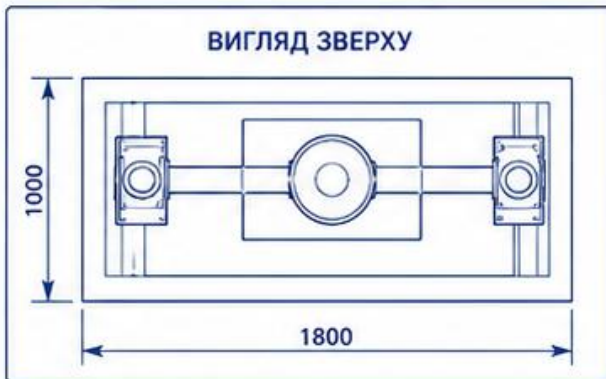
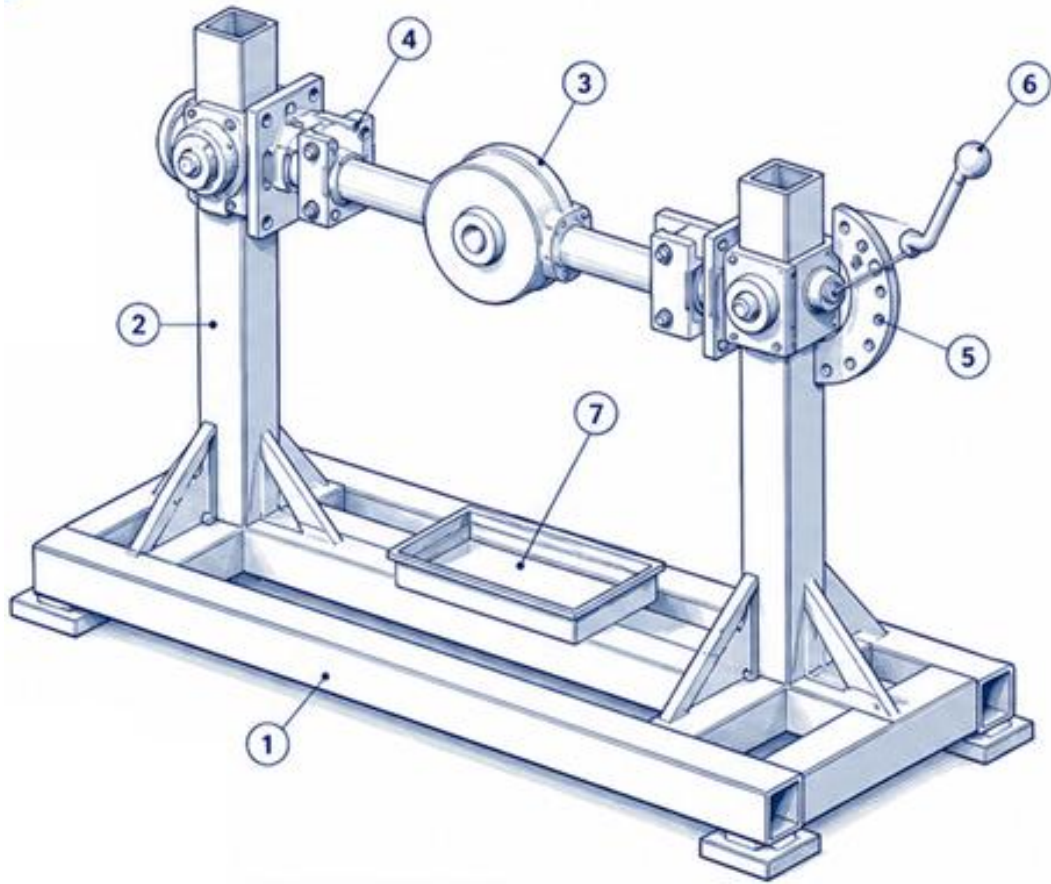




Рисунок 3.1 – Універсальне поворотно–фіксувальне пристосування для розбирання, складання та регулювання заднього моста автомобіля Iveco

EuroCargo:

1 – Опорна рама. 2 – Вертикальні стійки (80×80×5). 3 – Поворотна цапфа (Ø50). 4 – Кронштейн кріплення агрегату. 5 – Фіксатор кута повороту (секторний). 6 – Рукоятка повороту. 7 – Піддон для залишків мастила.

### 3.2 Призначення та конструкція пристосування

Запропоноване пристосування призначене для встановлення заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo під час виконання розбирально–складальних, дефектувальних, регулювальних і контрольних операцій. Його основне завдання полягає у створенні стійкої опори для агрегату та забезпеченні можливості фіксації моста у різних робочих положеннях.

Опорна рама виконується з профільної сталеві труби прямокутного або квадратного перерізу. Такий матеріал має достатню жорсткість, добре зварюється і забезпечує стійкість конструкції при невеликій масі самого пристосування. Вертикальні стояки встановлюються на рамі та з'єднуються з нею зварними швами або болтовими з'єднаннями. У верхній частині стояків розміщують поворотні вузли, через які задній міст може змінювати своє положення [16].

Кронштейни кріплення виконуються регульованими, що дозволяє використовувати пристосування не тільки для заднього моста Iveco EuroCargo, а й для агрегатів близьких за розмірами вантажних автомобілів. Для запобігання пошкодженню корпусних деталей у місцях контакту передбачають змінні

накладки або опорні пластини.

Таблиця 3.1 – Конструктивні елементи пристосування.

№ з/п	Елемент пристосування	Призначення
1	Опорна рама	Сприймає основні навантаження від маси заднього моста та робочих зусиль
2	Вертикальні стояки	Утримують поворотний вузол і забезпечують потрібну висоту розміщення агрегату
3	Поворотні цапфи	Дають змогу повертати міст у зручне положення
4	Кронштейни кріплення моста	Фіксують агрегат за штатні місця або технологічні опорні зони
5	Фіксатор кута повороту	Утримує міст у вибраному положенні під час ремонту
6	Рукоятка повороту	Забезпечує ручне провертання агрегату
7	Піддон для мастила	Збирає залишки мастила під час розбирання
8	Опорні ролики або напрямні	Полегшують встановлення агрегату на пристосування
9	Регульовані упори	Дають змогу підлаштувати пристосування під габарити моста
10	Опорні п'яти	Забезпечують стійкість конструкції на підлозі дільниці

### 3.3 Принцип роботи пристосування

Перед початком роботи задній міст за допомогою кран-балки, талі або гідравлічного підйомного засобу встановлюють на опорні елементи пристосування. Після цього агрегат центрують відносно поворотних цапф і закріплюють кронштейнами. Фіксація повинна бути достатньо жорсткою, щоб під час відвертання болтів, демонтажу маточин, зняття півосей або регулювання головної передачі не виникало зміщення моста.

Після закріплення агрегату працівник може повертати його у потрібне положення за допомогою рукоятки. Положення моста фіксується стопорним пальцем або секторним фіксатором. Це дає змогу розташувати картер редуктора зверху, знизу або під кутом, залежно від характеру операції. Наприклад, під час зливання залишків мастила агрегат доцільно нахилити у бік зливного отвору, а під час дефектації головної передачі – встановити його так, щоб забезпечити зручний доступ до веденої шестерні та диференціала [18].

Таблиця 3.3 – Застосування пристосування при таких операціях.

Операція	Роль пристосування
Зовнішній огляд і очищення	Забезпечує зручне положення моста та доступ до картера
Розбирання агрегату	Надійно утримує міст під час демонтажу фланців, маточин і півосей
Дефектація деталей	Дозволяє повертати агрегат для огляду різних поверхонь
Складання	Забезпечує правильне положення деталей при встановленні
Регулювання головної передачі	Полегшує контроль зачеплення, люфтів і плями контакту
Контрольне провертання	Дозволяє перевірити плавність роботи після складання

### 3.4 Розрахунок основних елементів пристосування

Для попереднього розрахунку приймаємо, що маса заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo разом із маточинами становить орієнтовно:

$$m = 350 \text{ кг}$$

Сила ваги агрегату:

$$G = m \cdot g$$

$$G = 350 \cdot 9,81 = 3433,5 \text{ Н}$$

Приймаємо:

$$G \approx 3500 \text{ Н}$$

З урахуванням динамічних навантажень, які можуть виникати під час повороту агрегату, демонтажу деталей та прикладання слюсарних зусиль, приймаємо коефіцієнт запасу:

$$k = 2,0$$

Тоді розрахункове навантаження:

$$P = G \cdot k$$

$$P = 3500 \cdot 2,0 = 7000 \text{ Н}$$

Отже, основні несучі елементи пристосування необхідно розраховувати на навантаження не менше 7000 Н.

Розрахунок опорної рами

Опорна рама сприймає масу заднього моста та передає навантаження на опорні п'яти. Приймаємо, що найбільш навантажена поперечина рами працює як балка, навантажена посередині.

Довжина поперечини:

$$l = 1200 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$$

Максимальний згинальний момент:

$$M = \frac{P \cdot l}{4}$$

$$M = \frac{7000 \cdot 1,2}{4} = 2100 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M = 2,1 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Для виготовлення рами приймаємо профільну трубу 80×60×5 мм зі сталі Ст3. Орієнтовний момент опору такого перерізу:

$$W \approx 25000 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$\sigma = \frac{2,1 \cdot 10^6}{25000} = 84 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження для сталі Ст3 приймаємо:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

Умова міцності:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$84 \leq 160 \text{ МПа}$$

Умова виконується, тому профільна труба 80×60×5 мм забезпечує достатню міцність опорної рами.

Вертикальні стояки сприймають навантаження від агрегату через поворотний вузол. Приймаємо, що навантаження рівномірно розподіляється на дві стійки:

$$P_{\text{ст}} = \frac{P}{2}$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{7000}{2} = 3500 \text{ Н}$$

Для стояків приймаємо профільну трубу 80×80×5 мм. Площа перерізу труби:

$$A = 80 \cdot 80 - 70 \cdot 70$$

$$A = 6400 - 4900 = 1500 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ст}}}{A}$$

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{3500}{1500} = 2,33 \text{ МПа}$$

Одержане значення значно менше допустимого, тому стояки мають достатній запас міцності. Основною вимогою для них є не міцність на стиск, а жорсткість і стійкість від бокового зміщення. Для цього стояки доцільно підсилити косинками або розкосами.

Розрахунок осі поворотного вузла. Поворотна вісь сприймає згинальний момент від маси заднього моста. Приймаємо відстань від осі повороту до центра маси агрегату:

$$a = 0,30 \text{ м}$$

Момент від ваги з урахуванням запасу:

$$M_{\text{п}} = P \cdot a$$

$$M_{\text{п}} = 7000 \cdot 0,30 = 2100 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{п}} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Для осі приймаємо сталь 45. Діаметр осі:

$$d = 50 \text{ мм}$$

Момент опору круглого перерізу:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 50^3}{32} = 12265 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M_{\text{п}}}{W}$$

$$\sigma = \frac{2,1 \cdot 10^6}{12265} = 171,2 \text{ МПа}$$

Для сталі 45 допустиме напруження приймаємо:

$$[\sigma] = 250 \text{ МПа}$$

$$171,2 \leq 250 \text{ МПа}$$

Отже, вісь поворотного вузла діаметром 50 мм забезпечує необхідну міцність. Для підвищення довговічності робочі поверхні осі доцільно обробити та встановити у втулки або підшипникові опори.

Перевірка болтового кріплення кронштейнів. Кріплення заднього моста до пристосування виконується за допомогою двох або чотирьох кронштейнів. Приймаємо, що навантаження сприймають чотири болти М16.

Навантаження на один болт:

$$P_6 = \frac{P}{4}$$

$$P_6 = \frac{7000}{4} = 1750 \text{ Н}$$

Площа поперечного перерізу болта М16:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 201 \text{ мм}^2$$

Напруження зрізу:

$$\tau = \frac{P_6}{A}$$

$$\tau = \frac{1750}{201} = 8,7 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження зрізу для болтового з'єднання:

$$[\tau] = 90 \text{ МПа}$$

$$8,7 \leq 90 \text{ МПа}$$

Отже, болтове кріплення М16 має достатній запас міцності.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика запропонованого пристосування.

Показник	Значення
Призначення	Розбирання, складання, регулювання та контроль заднього моста
Тип пристосування	Поворотно–фіксувальне
Об'єкт ремонту	Задній міст Iveco EuroCargo
Максимальне допустиме навантаження	7000 Н
Матеріал рами	Сталь Ст3
Переріз опорної рами	Профільна труба 80×60×5 мм
Переріз вертикальних стояків	Профільна труба 80×80×5 мм
Діаметр поворотної осі	50 мм
Матеріал осі	Сталь 45
Кріплення агрегату	Болтове, М16
Кут повороту агрегату	0–180°
Спосіб фіксації	Стопорний палець або секторний фіксатор
Обслуговування	Один слюсар–ремонтник із використанням вантажопідіймального засобу

### 3.5 Переваги застосування пристосування

Застосування поворотно–фіксувального пристосування під час ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo є доцільним з технічної, організаційної та ергономічної точки зору. Задній міст вантажного автомобіля

має значну масу, складну просторову форму та містить відповідальні вузли трансмісії, тому його ремонт без спеціального оснащення ускладнює виконання розбирально–складальних і регулювальних операцій. Використання запропонованого пристосування дає змогу надійно зафіксувати агрегат, змінювати його положення відносно робітника та забезпечувати доступ до основних зон ремонту без додаткового переміщення моста.

Однією з головних переваг пристосування є підвищення безпеки виконання ремонтних робіт. Під час розбирання заднього моста виникає потреба у відвертанні різьбових з'єднань, демонтажі півосей, маточин, підшипників, фланців і деталей головної передачі. Якщо агрегат розміщений нестійко, існує ризик його зміщення, падіння або перекидання. Запропоноване пристосування усуває цю небезпеку, оскільки міст жорстко закріплюється на кронштейнах і утримується у фіксованому положенні протягом усього процесу ремонту.

Важливою перевагою є надійна фіксація важкого агрегату. Задній міст Iveco EuroCargo має значну масу, тому під час ремонту його не можна утримувати вручну або встановлювати на випадкові опори. Опорна рама, вертикальні стійки, кронштейни та фіксатор кута повороту забезпечують стійкість конструкції навіть під час прикладання слюсарних зусиль. Це особливо важливо при демонтажі туго посаджених деталей, випресовуванні підшипників, відвертанні фланцевих з'єднань і перевірці люфтів.

Пристосування також полегшує доступ до картера, редуктора, півосей і маточин. Завдяки можливості повороту агрегату працівник може встановити міст у таке положення, яке є найбільш зручним для конкретної операції. Наприклад, під час зливання залишків мастила картер можна нахилити у бік зливного отвору, під час дефектації редуктора — розмістити головну передачу у відкритому для огляду положенні, а під час складання — повернути агрегат так, щоб забезпечити зручне встановлення ущільнень, підшипників і кріпильних елементів.

Суттєве значення має зменшення фізичного навантаження на працівника. Без спеціального оснащення слюсар змушений часто нахилитися, працювати у незручному положенні або виконувати додаткові переміщення агрегату. Це підвищує втому, знижує точність виконання операцій і збільшує ризик

травмування. Поворотно–фіксувальне пристосування дає змогу розташувати задній міст на оптимальній висоті та повертати його без значних фізичних зусиль, що покращує умови праці та підвищує продуктивність роботи.

Окремою перевагою є скорочення допоміжного часу. Під час ремонту заднього моста часто виникає потреба змінювати положення агрегату для доступу до різних вузлів. Якщо використовувати звичайні підставки, кожне переміщення потребує залучення підймальних засобів або додаткових працівників. Запропоноване пристосування дозволяє виконувати поворот моста без його зняття з робочого місця, що зменшує простої та робить технологічний процес більш організованим.

Використання пристосування позитивно впливає на точність регулювання головної передачі. Під час складання заднього моста необхідно контролювати бічний зазор у зачепленні, попередній натяг підшипників і пляму контакту зубчастих коліс. Для якісного виконання цих операцій агрегат повинен бути нерухомо закріплений, а працівник повинен мати зручний доступ до регулювальних елементів. Жорстка фіксація моста у пристосуванні зменшує похибки під час вимірювання та дає змогу точніше виконати регулювання.

Запропонована конструкція також знижує ризик пошкодження посадкових поверхонь. Під час встановлення моста на випадкові опори можливі удари, перекося, локальні навантаження на картер або деформація окремих поверхонь. У пристосуванні агрегат спирається на спеціально передбачені кронштейни та опорні елементи, що забезпечує правильне розподілення навантаження. Це особливо важливо для збереження точності посадкових місць під підшипники, ущільнення та фланцеві з'єднання.

Перевагою пристосування є також поліпшення умов дефектації та контролю деталей. Після розбирання заднього моста необхідно оглянути картер, головну передачу, диференціал, півосі, підшипникові вузли, маточини та ущільнювальні елементи. Можливість повертати агрегат дає змогу оглядати деталі з різних боків, виявляти тріщини, сліди зношування, підтікання мастила, пошкодження різьбових і посадкових поверхонь. Це підвищує якість дефектації та зменшує ймовірність пропуску прихованих несправностей.

Ще однією важливою перевагою є можливість провертання агрегату у

процесі складання та перевірки. Після встановлення деталей головної передачі і диференціала необхідно оцінити плавність обертання, наявність сторонніх шумів, заїдань або надмірного люфту. Пристосування дозволяє виконати такі перевірки без зняття моста з робочого місця. Це спрощує контроль якості складання та дає змогу своєчасно виявити помилки регулювання.

Таким чином, застосування поворотно–фіксувального пристосування під час ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo підвищує технологічність ремонтного процесу, покращує безпеку праці, зменшує трудомісткість допоміжних операцій і забезпечує кращі умови для точного складання та регулювання агрегату. Найбільший ефект від його використання досягається під час розбирання редуктора, демонтажу півосей і маточин, перевірки плями контакту зубчастих коліс, регулювання головної передачі, встановлення ущільнень та заключного контролю роботи заднього моста.

У конструкторському розділі обґрунтовано необхідність застосування спеціального поворотно–фіксувального пристосування для ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo. Запропонована конструкція забезпечує надійне закріплення агрегату, можливість його повороту у зручне робоче положення, безпечне виконання розбиральних і складальних операцій, а також підвищення точності регулювання головної передачі.

Виконані розрахунки показали, що для виготовлення опорної рами доцільно застосувати профільну трубу 80×60×5 мм, для вертикальних стояків – трубу 80×80×5 мм, для поворотного вузла – вісь діаметром 50 мм зі сталі 45, а для кріплення агрегату – болтові з'єднання М16. Прийняті конструктивні параметри забезпечують необхідну міцність, жорсткість і надійність пристосування під час ремонту заднього моста вантажного автомобіля.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час ремонту заднього моста автомобіля Ivesco EuroCargo

Ремонт заднього моста автомобіля Ivesco EuroCargo належить до робіт підвищеної відповідальності, оскільки цей агрегат має значну масу, складну конструкцію та містить елементи, які працюють під дією великих навантажень. До складу заднього моста входять картер, головна передача, диференціал, півосі, маточини, підшипникові вузли, ущільнення, фланцеві з'єднання та елементи кріплення. Під час ремонту виконують очищення, зливання мастила, демонтаж, розбирання, промивання деталей, дефектацію, заміну зношених елементів, складання, регулювання головної передачі, заправлення мастилом та обкатування агрегату. Кожна з цих операцій супроводжується певними небезпечними і шкідливими факторами, які необхідно враховувати під час організації робочого місця.

Одним із найбільш суттєвих небезпечних факторів є велика маса заднього моста. Під час переміщення, встановлення на ремонтний стенд або зняття з пристосування існує ризик падіння агрегату, защемлення рук, травмування ніг або пошкодження деталей. Особливо небезпечними є операції, коли міст утримується у підвішеному стані кран–балкою, талью або гідравлічним підйомником. Ненадійне зачалування, перекіс вантажу чи застосування несправних вантажозахоплювальних пристроїв може призвести до аварійної ситуації.

Під час розбирання заднього моста безпеку становлять різьбові з'єднання, фланці, маточини, півосі та підшипникові вузли. Частина деталей може бути встановлена з натягом, тому для їх демонтажу застосовують знімачі, гідравлічний прес, оправки та монтажні лопатки. У разі неправильного встановлення знімача або перекоосу під час випресовування можливий раптовий зрив деталі, пошкодження інструменту або травмування працівника. Крім того, під час відвертання затягнутих гайок і болтів виникають значні реактивні зусилля, що можуть спричинити втрату рівноваги або удар інструментом [23].

Окрему групу небезпек становлять роботи з трансмісійним мастилом.

Під час зливання мастила з картера заднього моста можливий контакт працівника з гарячою або забрудненою рідиною. Відпрацьоване мастило містить продукти зношування, металеві частинки та домішки, тому його потрапляння на шкіру є небажаним. Розлив мастила на підлогу створює ризик посковзування, падіння працівника та забруднення робочої зони. Тому під час таких операцій необхідно використовувати піддони, ємності для відпрацьованого мастила та засоби для своєчасного прибирання.

Під час промивання деталей заднього моста можуть застосовуватися мийні рідини, знежирювачі або спеціальні очисні засоби. Пари таких речовин можуть подразнювати органи дихання, очі та шкіру. Якщо промивання виконується без достатньої вентиляції, у робочій зоні може накопичуватися забруднене повітря. Небезпеку також становить розбризкування мийної рідини під час очищення деталей складної форми, особливо шестерень, підшипників, фланців та корпусних елементів.

Під час дефектації деталей небезпечними є гострі кромки зношених зубчастих коліс, задирки, уламки підшипників, металева стружка і забруднення мастилом. Працівник може отримати порізи, проколи або подразнення шкіри. Під час огляду зубчастих передач, півосей і підшипникових вузлів необхідно враховувати, що на деталях можуть залишатися дрібні металеві частинки, які потрапляють в очі або на відкриті ділянки тіла.

При використанні гідравлічного преса виникає небезпека травмування внаслідок неправильного встановлення деталі, перекосу оправки, руйнування підшипника або зриву деталі з опори. Пресові операції потребують особливої уваги, оскільки сила, що прикладається до деталі, є значною. Забороняється тримати руки в зоні дії пуансона, виконувати випресовування без захисних екранів або використовувати пошкоджені оправки.

Під час складання та регулювання головної передачі заднього моста важливим фактором є точність виконання робіт. Неправильне регулювання бічного зазору, попереднього натягу підшипників або плями контакту зубчастих коліс може призвести до підвищеного шуму, перегрівання та передчасного виходу агрегату з ладу. З точки зору охорони праці небезпеку становить

необхідність провертання важких деталей, робота з динамометричним ключем, фіксаторами фланців і спеціальними пристроями. При недостатній фіксації агрегату можливе його зміщення або раптове провертання.

Під час обкатування заднього моста на контрольному стенді виникають механічні та шумові фактори. Оберткові частини стенда, карданного вала, фланця ведучої шестерні або маточин можуть становити небезпеку при контакті з одягом, руками або інструментом. Під час роботи агрегату можливе підвищення шуму, вібрації та температури картера. У разі неправильного складання або дефекту підшипника можливе раптове заклинювання, перегрівання або підтікання мастила. Тому обкатування необхідно виконувати тільки після перевірки кріплень, огорожень і справності стенда.

Електрична небезпека виникає під час використання мийної установки, компресора, освітлення, електрифікованого інструменту та контрольного стенда. Пошкодження ізоляції кабелів, несправність заземлення, робота у вологому середовищі або порушення правил підключення обладнання можуть спричинити ураження електричним струмом. Особливо небезпечною є робота з електрообладнанням поблизу мийної ванни або на ділянках, де можливе потрапляння мастила і води на підлогу [24].

До шкідливих виробничих факторів також належать шум, вібрація, недостатня освітленість, фізичне навантаження та незручна робоча поза. Під час ремонту заднього моста працівник виконує значну кількість операцій, пов'язаних із нахилами, утриманням важких деталей, роботою ручним інструментом і контролем дрібних елементів. Тривале виконання таких робіт без правильної організації робочого місця може спричинити втому, зниження уваги і збільшення ризику травмування.

Пожежна небезпека на ділянці ремонту заднього моста пов'язана з наявністю трансмісійного мастила, ганчір'я, мийних матеріалів, електрообладнання та можливим нагріванням деталей під час монтажу. Відпрацьовані мастильні матеріали, промаслене ганчір'я та залишки герметиків необхідно зберігати у спеціально відведених металевих ємностях. Захаращення робочого місця, зберігання легкозаймистих матеріалів біля електрообладнання

або порушення правил користування нагрівальними пристроями може призвести до займання.

Ремонт заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo супроводжується дією комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найважливішими з них є велика маса агрегату, ризик травмування під час демонтажу і складання, небезпека роботи з пресом та знімачами, контакт з мастильними і мийними матеріалами, дія електричного струму, шум, вібрація, можливість підтікання мастила та пожежна небезпека. Зменшення впливу цих факторів забезпечується правильною організацією дільниці, застосуванням спеціального пристосування для фіксації моста, використанням справного обладнання, дотриманням технологічної послідовності та застосуванням засобів індивідуального захисту.

#### **4.2 Заходи безпеки під час виконання діагностичних, розбирально-складальних, регулювальних та обкатувальних робіт**

Безпечне виконання ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo повинно забезпечуватися на всіх етапах технологічного процесу: від приймання агрегату на дільницю до його обкатування і передачі після ремонту. Робоче місце має бути організоване так, щоб забезпечити вільний доступ до обладнання, безпечне переміщення агрегату, достатнє освітлення, вентиляцію та зручне розміщення інструменту. Проходи між обладнанням не можна захарашувати деталями, тарою, шлангами або кабелями.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність технологічного оснащення: ремонтного станда, агрегатної підставки, гідравлічного преса, знімачів, вантажопідіймальних пристроїв, мийної установки, компресора, контрольного станда та електроінструменту. Усі пристрої повинні бути стійкими, справними та придатними до роботи з агрегатами відповідної маси. Не допускається використання пошкоджених тросів, ланцюгів, гаків, оправок, знімачів або ключів із деформованими робочими поверхнями.

Під час переміщення заднього моста необхідно застосовувати кран-балку, таль, гідравлічний кран або транспортний візок. Перед підйманням агрегат потрібно правильно зачалити за міцні елементи, перевірити рівновагу вантажу і

переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні. Забороняється перебувати під піднятим агрегатом, переміщувати міст ривками або залишати його у підвішеному стані без потреби. Після встановлення на ремонтний стенд або поворотно–фіксувальне пристосування міст необхідно надійно закріпити.

Особливе значення має застосування спеціального пристосування для фіксації та повороту заднього моста. Воно дає змогу закріпити агрегат у стійкому положенні, повернути його на потрібний кут і виконувати розбирання або складання без небезпечного переміщення вручну. Перед використанням пристосування необхідно перевірити стан опорної рами, вертикальних стояків, поворотних цапф, кронштейнів кріплення, секторного фіксатора, рукоятки повороту та піддона для залишків мастила. Поворот агрегату дозволяється виконувати лише після перевірки фіксації моста та відсутності сторонніх предметів у зоні руху [25].

Під час зливання трансмісійного мастила необхідно використовувати піддон або спеціальну ємність. Перед відкручуванням зливної пробки слід переконаватися, що агрегат стійко зафіксований, а ємність установа правильно. Якщо мастило має підвищену температуру, роботу потрібно виконувати в рукавицях, не допускаючи потрапляння рідини на відкриті ділянки шкіри. Розлите мастило необхідно негайно прибирати, оскільки воно створює небезпеку ковзання. Відпрацьоване мастило слід зберігати у закритій тарі та передавати на утилізацію відповідно до вимог підприємства.

Під час очищення і промивання деталей необхідно застосовувати захисні окуляри, рукавиці та спецодяг. Мийна ванна або установка для промивання повинна бути справною, мати кришку або захисний екран, а робоча зона має бути забезпечена вентиляцією. Забороняється промивати деталі легкозаймистими речовинами поблизу відкритого вогню, нагрівальних пристроїв або електрообладнання з пошкодженою ізоляцією. Після промивання деталі необхідно висушити та розмістити на стелажі або комплектувальному столі.

Під час розбирання заднього моста слід використовувати тільки справний інструмент відповідного розміру. Відвертання туго затягнутих гайок і болтів необхідно виконувати без різких ударів і надмірного нарощування плеча ключа випадковими предметами. Для фіксації ведучого фланця слід застосовувати

спеціальний фіксатор, а не підручні засоби. Під час зняття маточин, півосей і підшипників необхідно стежити, щоб деталь не впала після звільнення кріплення. Важкі вузли потрібно знімати із застосуванням підставок або підіймальних засобів.

Під час використання знімачів необхідно перевірити правильність установлення лап, співвісність гвинта і міцність зачеплення. Зусилля слід прикладати поступово, без перекосів і ударів по знімачу. Якщо деталь не знімається, необхідно зупинити роботу, перевірити правильність установлення пристрою і застосувати інший технологічний прийом. Забороняється перебувати в напрямку можливого зриву деталі або торкатися руками до зони натягу.

Під час роботи на гідравлічному пресі деталь повинна бути встановлена на рівні опори, а оправка має відповідати діаметру і формі посадкової поверхні. Перед початком пресування необхідно переконатися у відсутності перекосу. Працівник не повинен тримати руки між деталлю і робочими органами преса. Пресування потрібно виконувати плавно, контролюючи положення деталі. У разі появи тріску, перекосу або різкого зміщення деталі роботу необхідно негайно припинити.

Під час дефектації деталей необхідно користуватися переносним освітленням безпечної напруги, лупою, вимірювальним інструментом, індикатором годинникового типу, щупами та контрольними шаблонами. Деталі слід розміщувати на контрольно-дефектувальному столі так, щоб вони не скочувалися і не падали. Гострі кромки, задирки та уламки підшипників необхідно видаляти обережно, застосовуючи рукавиці. Металеву стружку не можна знімати руками; для цього використовують щітку або спеціальний скребок.

Під час складання заднього моста необхідно забезпечити чистоту деталей і робочого місця. Підшипники, шестерні, ущільнення та посадкові поверхні повинні бути очищені від бруду, пилу, залишків старого мастила і абразивних частинок. Не допускається встановлення підшипників або сальників за допомогою ударів без оправки, оскільки це може пошкодити деталь і призвести до несправності агрегату після ремонту. Ущільнення потрібно встановлювати спеціальними оправками, забезпечуючи правильне положення робочої кромки.

Під час регулювання головної передачі слід забезпечити надійну фіксацію агрегату. Контроль бічного зазору, попереднього натягу підшипників і плями контакту необхідно виконувати справним вимірювальним інструментом. Провертання головної передачі виконують плавно, без ривків. Забороняється залишати інструмент усередині картера або біля зубчастих коліс перед провертанням агрегату. Після регулювання необхідно переконатися у відсутності заїдань, сторонніх шумів і надмірного люфту.

Під час заправлення заднього моста мастилом необхідно використовувати заправний пристрій, мірну ємність, лійку або насос. Мастило повинно відповідати технічним вимогам до агрегату. Переливання мастила слід виконувати обережно, не допускаючи його розливання на підлогу. Після заправлення необхідно перевірити герметичність пробок, сапуна, манжет і прокладок.

Обкатування заднього моста необхідно виконувати на справному контрольному стенді. Перед запуском потрібно перевірити надійність кріплення агрегату, стан приводу, огороження обертових частин, рівень мастила і відсутність сторонніх предметів у зоні обертання. Під час роботи стенда забороняється торкатися обертових частин, виконувати регулювання без зупинки приводу або нахилитися над карданним валом і фланцем. Контроль шуму, нагрівання, герметичності та плавності обертання виконують з безпечної відстані, використовуючи відповідні прилади.

У процесі обкатування необхідно стежити за температурою картера. Різка підвищення температури, поява стуку, вібрації, підтікання мастила або стороннього шуму є підставою для негайної зупинки стенда і повторної перевірки агрегату. Після завершення обкатування міст зупиняють, дають деталям охолонути, після чого виконують зовнішній огляд, перевірку герметичності та контроль люфтів.

Для захисту працівника під час ремонту заднього моста необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, захисне взуття з твердим носком, рукавиці, захисні окуляри або щиток, а під час шумних операцій — засоби захисту слуху. Під час промивання деталей або роботи з мийними рідинами доцільно застосовувати також респіратор. Одяг повинен бути

застебнуй, без вільних кінців, які можуть потрапити в обертові частини обладнання.

На ділянці ремонту заднього моста необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки. Промаслене ганчір'я, використані прокладки, залишки герметиків і забруднені матеріали потрібно складати у спеціальні металеві ємності. Первинні засоби пожежогасіння повинні бути доступними, справними і розміщеними у визначених місцях. Забороняється зберігати легкозаймисті матеріали біля нагрівальних пристроїв, електрообладнання або місць виконання обкатування.

Після завершення робіт необхідно вимкнути обладнання, прибрати інструмент, очистити робоче місце, здати відпрацьоване мастило у відповідну тару, розмістити придатні деталі на стелажі, а непридатні — у відведеному місці. Підлога повинна бути очищена від мастила, мийних рідин і металевих частинок. Лише після заключного контролю агрегат може бути переданий на встановлення або на пост видачі.

Отже, безпечне виконання ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo забезпечується поєднанням технічних, організаційних і санітарно-гігієнічних заходів. Найважливішими з них є застосування справного обладнання, надійна фіксація агрегату, використання поворотно-фіксувального пристосування, дотримання правил роботи з пресом, знімачами, мийними матеріалами та контрольним стендом. Виконання зазначених вимог дає змогу знизити ризик травмування працівників, підвищити якість ремонту та забезпечити надійну роботу заднього моста після відновлення.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено технологічний процес ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo. Робота охоплює загально-технічний аналіз агрегату, визначення характерних несправностей, розроблення технології діагностування і ремонту, підбір обладнання та оснащення, проектування ремонтної дільниці, економічне оцінювання вартості ремонту, конструкторське обґрунтування спеціального пристосування, а також питання безпеки життєдіяльності й охорони праці. Зміст роботи відповідає поставленому завданню, у якому передбачено розроблення загально-технічного, технологічного, конструкторського розділів і розділу з охорони праці.

У загально-технічному розділі встановлено, що задній міст автомобіля Iveco EuroCargo є відповідальним агрегатом трансмісії, який забезпечує передавання крутного моменту від карданної передачі до ведучих коліс, зміну напрямку передавання обертання, збільшення тягового зусилля та сприймання навантажень під час руху. Визначено, що технічний стан заднього моста безпосередньо впливає на надійність трансмісії, плавність руху, рівень шуму, витрату пального та безпеку експлуатації автомобіля. Основними елементами агрегату є картер, головна передача, диференціал, півосі, маточини, підшипникові вузли, ущільнення, фланцеві з'єднання, сапун і мастильна система.

Проведено аналіз характерних несправностей заднього моста. До основних дефектів віднесено зношування зубів ведучої та веденої шестерень головної передачі, порушення плями контакту, пошкодження підшипників, зношування шліцьових з'єднань півосей, витікання мастила через ущільнення, перегрівання картера, появу люфтів, стуків і підвищеного шуму. Обґрунтовано, що виникнення таких несправностей пов'язане з природним зношуванням деталей, перевантаженням автомобіля, несвоєчасною заміною мастила, потраплянням забруднень у картер і порушенням регулювання головної передачі або підшипникових вузлів.

У роботі сформовано технічні вимоги до ремонту заднього моста. Встановлено, що якісне відновлення агрегату повинно забезпечувати чистоту

деталей перед складанням, заміну зношених підшипників, манжет, прокладок і стопорних елементів, відсутність тріщин і викришування на зубах шестерень, правильне регулювання підшипників, забезпечення нормативного зазору в зачепленні головної передачі, перевірку плями контакту, герметичність картера та відсутність підвищеного шуму і перегрівання після складання. Особливу увагу в роботі приділено контролю бічного зазору, попереднього натягу підшипників і плями контакту зубчастих коліс, оскільки саме ці параметри визначають довговічність і безшумність роботи моста.

У технологічному розділі розроблено процес діагностування заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo. Він передбачає встановлення автомобіля на пост, зовнішнє очищення агрегату, огляд картера, фланців, сапуна, маточин і місць можливого витікання мастила, перевірку рівня та стану трансмісійного мастила, контроль осьового і радіального люфтів, перевірку плавності обертання, діагностування головної передачі та диференціала. Така послідовність дає змогу встановити фактичний технічний стан агрегату і визначити доцільний обсяг подальших ремонтних робіт без необґрунтованого розбирання справних вузлів.

Розроблено технологічний процес ремонту заднього моста, який охоплює очищення агрегату, зливання мастила, демонтаж і розбирання моста, промивання та дефектацію деталей, заміну або відновлення зношених елементів, складання головної передачі й диференціала, регулювання підшипників та зачеплення, заправлення мастилом і контрольну перевірку роботи моста. У роботі також наведено маршрутну карту ремонту та обґрунтовано вибір технологічного оснащення, інструмента і матеріалів, необхідних для виконання операцій ремонту заднього моста Iveco EuroCargo.

Окремо розглянуто технологію обкатування заднього моста після складання. Обкатування передбачає підготовку агрегату, встановлення на стенд, перевірку рівня мастила, пробний пуск, роботу без навантаження, поступове підвищення частоти обертання, короткочасну перевірку під навантаженням і заключний контроль. Основними параметрами контролю під час обкатування є рівномірність шуму, нагрівання картера, герметичність ущільнень, плавність обертання, наявність люфтів, стан мастила та робота диференціала. Це дозволяє

виявити помилки складання або регулювання до введення агрегату в експлуатацію.

Для організації ремонтного процесу розроблено проєкт ділянки ремонту заднього моста. Планувальне рішення передбачає виділення зон приймання та зливання мастила, миття й очищення, розбирання, дефектації, відновлення, складання, заправлення мастилом, обкатування і видачі агрегату. У роботі наголошено на необхідності просторового розділення операцій миття, дефектації та складання, оскільки потрапляння бруду, пилу або абразивних частинок у підшипники, зубчасті передачі чи картер може спричинити передчасне зношування агрегату після ремонту.

Проведено економічний розрахунок вартості ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo. У розрахунку враховано трудомісткість ремонту, основну і додаткову заробітну плату, нарахування на оплату праці, вартість запасних частин, ремонтних матеріалів, електроенергії, накладні витрати, плановий прибуток і ПДВ. Загальна трудомісткість ремонту прийнята на рівні 18,7 люд·год, середня годинна тарифна ставка — 180 грн/год, вартість запасних частин — 8500 грн, ремонтних матеріалів — 7120 грн.

У конструкторському розділі обґрунтовано необхідність застосування спеціального поворотно–фіксувального пристосування для ремонту заднього моста. Його розроблення є доцільним, оскільки ремонт агрегату пов'язаний із демонтажем, розбиранням, дефектацією, складанням і регулюванням важкого вузла трансмісії. Виконання таких робіт без спеціального оснащення ускладнює доступ до окремих зон агрегату, збільшує трудомісткість операцій і підвищує ризик пошкодження посадкових поверхонь. Запропоноване пристосування дає змогу надійно фіксувати міст, повертати його навколо поздовжньої осі та виконувати роботи у зручному й безпечному положенні.

Розроблене поворотно–фіксувальне пристосування підвищує безпеку виконання розбирально–складальних робіт, полегшує доступ до картера, редуктора, півосей і маточин, зменшує фізичне навантаження на працівника, скорочує допоміжний час на перестановку агрегату та покращує умови регулювання головної передачі. Особливо важливим є його використання під час

перевірки люфтів, регулювання зачеплення шестерень, контролю плавності обертання та перевірки плями контакту зубчастих коліс.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці проаналізовано небезпечні й шкідливі виробничі фактори, які виникають під час ремонту заднього моста. До них належать велика маса агрегату, ризик травмування під час демонтажу й переміщення, небезпека роботи з пресом і знімачами, контакт із відпрацьованим мастилом та мийними речовинами, шум, вібрація, дія електричного струму, можливість підтікання мастила та пожежна небезпека. Обґрунтовано необхідність застосування вантажопідіймальних засобів, справного інструменту, спеціального пристосування для фіксації агрегату, засобів індивідуального захисту та дотримання чистоти робочої зони.

Поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута. Розроблений технологічний процес ремонту заднього моста автомобіля Iveco EuroCargo забезпечує послідовне виконання діагностичних, розбиральних, дефектувальних, складальних, регулювальних і контрольних операцій. Запропоновані технологічні, організаційні та конструкторські рішення спрямовані на підвищення якості ремонту, зменшення трудомісткості допоміжних операцій, поліпшення умов праці та забезпечення надійної роботи заднього моста після відновлення. Робота має практичне значення і може бути використана під час організації ремонту агрегатів трансмісії вантажних автомобілів на дільницях автотранспортних і авторемонтних підприємств.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Ляшук О. Л., Пиндус Ю. І., Левкович М. Г., Гупка А. Б., Хорошун Р. В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль : ТНТУ, 2022. 61 с.
2. Форнальчик Є. Ю., Оліскевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
3. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигиринець А. Д. Експлуатаційна надійність автомобілів : підручник : у 2 ч., 4 кн. Київ : Вища школа, 2000.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Київ : Знання–Прес, 2003. 511 с.
5. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління : підручник. Київ : Знання, 2004. 478 с.
6. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів : навчальний посібник. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. Кн. 1. 720 с.
7. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Ляшук О. Л., Левкович М. Г., Гудь В. З., Сташків М. Я., Сіправська М. Д. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навчальний посібник. Тернопіль : Вид–во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
8. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Пиндус Ю. І. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навчальний посібник. Тернопіль : ТНТУ, 2016.
9. Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навчальний посібник / за ред. С. І. Андрусенка. Київ : Каравела, 2009. 368 с.
10. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О., Смирнов Є. В. Виробничо–технічна база підприємства автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 182 с.

11. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Луциків І. В., Плекан У. М., Клендій В. М. Техніко–економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : підручник. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. 264 с.
12. Міронов Д. В., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Гупка А. Б., Слободян Л. М., Гевко Б. Р., Хорошун Р. В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Луцьк, 2023. № 2(21). С. 135–144.
13. Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Хорошун Р. В., Кашканова Г. Г., Антонюк О. П. Модель проходження повороту автомобілем. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця, 2023. Вип. 2(18). С. 87–93.
14. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Левкович М. Г., Клендій В. М., Гупка В. В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко–економічним обґрунтуванням. Наукові нотатки. Луцьк : ЛНТУ, 2021. Вип. 71. С. 228–233.
15. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. – COMMUNICATIONS, 2022. – Vol. 24, № 3, P. 247–258.
16. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress–strain state elements of the truck semi–trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161–172. ISSN: 0209–3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.
17. Mathematical modelling of hybrid powertrain systems for improved energy efficiency. O. Lyashuk, V. Aulin, R. Rohatynskyi, I. Gevko, A. Hupka, D. Mironov, V. Martyniuk, A. Lutsyk, N. Denysiuk. – COMMUNICATIONS, 2025. – Vol. 27, № 2, P. 36–52.
18. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93–103.
19. Ляшук О.Л., Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Хорошун Р.В., Кашканова Г.Г., Антонюк О.П. Модель проходження повороту автомобілем.

87–93.

20. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

21. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 № 102.

22. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів : наказ Міністерства інфраструктури України від 28.11.2014 № 615.

23. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : НПАОП 0.00–1.62–12 : наказ МНС України від 09.07.2012 № 964.

24. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. 5–те вид., допов. Київ : Знання, 2014. 373 с.

25. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с.

26. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Київ : Держспоживстандарт України, 2011.

27. ДСТУ 4276:2004. Система технічного обслуговування та ремонту техніки. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт України, 2005.

28. ДСТУ 2860–94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 1994.

29. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.