

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет конструювання та дизайну

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан
Факультету конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

Завідувач кафедри
Надійності техніки
(назва кафедри)

(підпис) Роговський І.Л.
(ПІБ)

“ ”
_____ 2026 р.

(підпис) Новицький А.В.
(ПІБ)

“ ”
_____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Розробка стенду, пристосувань та технологічного процесу
для відновлення бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор _____
(науковий ступінь та вчене звання) Булгаков В.М.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

ст.викладач _____ Сиволапов В.А.

Виконав

(підпис) Мицак А.М.
(ПІБ студента)

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
надійності техніки,

К.Т.Н., доц. А.В. Новицький
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ” 2026 року

З А В Д А Н Н Я

на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студенту

Мицаку Андрію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра **«Розробка стенду, пристосувань
татехнологічного процесу для відновлення бортових редукторів гусеничних
тракторів ХТЗ»**

затверджена наказом ректора НУБІП України від “15” 04. 2026р. № 1044«С»
Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 1.06.2026
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи 1. Характеристика підприємства. 2. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 3. Технічні характеристики гусеничних тракторів ХТЗ 4. Державні стандарти України. 5. Технічні вимоги на ремонт бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.
Перелік питань, які потрібно розробити Вступ. 1. Вихідні дані для проектування. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічного обґрунтування. Висновки.
Перелік графічних документів 1. Боровий редуктор. Монтажні спряження. 2.3.4. Стенд для розбирання та складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ. Складальне креслення. 5. Креслення деталей. 6. Охорона праці. 7. Техніко-економічні показники.

Дата видачі завдання “16” квітня 2026 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Сиволапов В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання Мицак А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

3MICT

	Стор
ВСТУП.....	5
1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ.....	7
1.1 Конструкція, принцип роботи та регулювання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ	7
1.2. Задачі кваліфікаційної роботи.....	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	12
2.1. Технологічний процес розбирання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.....	12
2.2. Аналіз технічного стану деталей бортового редуктора, основні дефекти способи їх виявлення, прилади та оснащення.....	14
2.3. Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів та зносів деталей бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.....	25
2.4. Розробка технологічного процесу відновлення картера планетарного редуктора бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.....	34
2.5. Розробка технологічного процесу складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ	36
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОБОТИ	41
3.1 Призначення та область використання станду.....	41
3.2 Технічна характеристика станду.....	41
3.3 Будова та робота станду	42
3.4. Розробка пристосувань для випресовування та запресовування підшипників бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.....	47

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ						
Зм	Арк.	№ доквм	Підпис	Дата	Зміст			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розробив	Мицак А.М.										
Перевірів	Сиволапов В.А.									3	2
Н. контр.	Ревенко Ю.І.							НУБіП України			
Затвердив											

3.5. Розрахунок на міцність деталей.....	48
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	47
4.2. Загальні вимоги безпеки до робочого місця, інструменту та обладнання.....	48
4.3. Розрахунок штучного освітлення.....	50
4.4. Вимоги з охорони праці при роботі на стенді для розбирання та складання бортових редукторів	53
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ	54
5.1 Визначення капіталовкладень в основні фонди.....	54
5.2 Розрахунок собівартості умовного ремонту	55
5.3. Розрахунок цехових затрат	56
5.4.Складання калькуляції собі вартості ремонту	57
5.5. Техніко-економічні показники.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
ЛІТЕРАТУРА.....	62

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Україна займає значимі позиції на світовому аграрному ринку, завдяки самим родючим землям, сприятливим кліматичним умовам і, звичайно, працьовитості і високої самовіддачі наших людей.

Постійне зростання технічної озброєності сільськогосподарських підприємств на базі нової високопродуктивної техніки — надійна основа неухильного підвищення продуктивності праці і рівня механізації всіх галузей сільськогосподарського виробництва. Технічна озброєність сільського господарства і його рівень розвитку характеризуються головним чином рівнем тракторизації. За останні роки в оснащенні сільського господарства тракторами відбуваються значні кількісні і якісні зміни. Нарощується виробництво і поставки потужних енергонасичених тракторів моделей ХТЗ, здатних виконувати основні сільськогосподарські роботи на швидкостях 9...18 км/год. Передбачається даліше підвищення якості, надійності і довговічності тракторів та значне поліпшення умов праці тракториста.

Енергонасичені швидкісні трактори ХТЗ, виробництво яких нарощує Харківський тракторний завод і які все в більшій кількості надходять у господарства, повинні стати одним з основних енергетичних засобів сільськогосподарського виробництва нашої країни.

Висока енергонасиченість і широкий діапазон швидкостей цих тракторів дають можливість використовувати їх на різних енергомістких сільськогосподарських роботах на підвищених швидкостях, а колісних тракторів — на транспортних роботах протягом всього року.

Щоб підвищити продуктивність, полегшити маневрування швидкостями і розгін тракторного агрегату до підвищених робочих швидкостей, коробки передач цих тракторів обладнано механізмами переключення передач на ходу без розриву потоку потужності.

без розриву потоку потужності.					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ				
Зм	Арк.	№ док-м	Підпис	Дата					
Розробив		Мицак А.М.			Вступ		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.						5	2
							НУБіП України		
Н. контр.		Ревенко Ю.І.							
Затвердив									

На гусеничних тракторів ХТЗ значну увагу приділено поліпшенню умов праці тракториста. Так, кабіна двомісна каркасна, герметизована, шумо-і теплоізолювана, з доброю обзорністю, обладнана м'якими сидінням. Порівняно з іншими тракторами шум в кабіні та її вібрацію значно знижено і їх рівень не перевищує допустимих норм. Для створення мікроклімату кабіна обладнана системою обігрівання автомобільного типу та повітроохолодником або вентилятором-пиловіддільником.

- Об'єкт проектування – бортовий редуктор гусеничних тракторів ХТЗ та удосконалення технології відновлення її роботоздатності.
- Мета роботи: вивчити технічний стан та удосконалити технологію відновлення роботоздатності бортового редуктора тракторів ХТЗ .

Були вирішені в проекті згідно завдання:

1. Виявити основні пошкодження та встановити їх параметри.
2. Проаналізувати стан сучасних технологій відновлення роботоздатності бортового редуктора гусеничних тракторів ХТЗ та встановити можливість їх реалізації в ремонтній майстерні господарства.
3. Покращити вибрану технологію відновлення працездатності бортового редуктора тракторів ХТЗ.
4. Розробити стенд для ремонту бортового редуктора тракторів ХТЗ.
5. Зробити аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпечення безпечних умов роботи на ділянці з відновлення роботоздатності бортового редуктора тракторів ХТЗ.
6. Розрахувати техніко-економічні показники технології відновлення роботоздатності бортового редуктора гусеничних тракторів ХТЗ.

Основна перевага використання гусеничного трактора ХТЗ запобігання переущільнення ґрунту і збереження родючого шару. Застосування нової ходової частини дозволяє виконувати сільськогосподарські роботи у важких ґрунтово-кліматичних умовах з високими тяговими характеристиками.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ

1.1. Конструкція, принцип роботи та регулювання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ

Гусеничний трактор ХТЗ призначений для виконання енергоємних сільськогосподарських робіт з обробітку ґрунту і збирання врожаю. Широкий діапазон швидкостей без обмеження по тяговому зусиллю дає можливість використовувати трактори на різних сільськогосподарських роботах на раціональних технологічних швидкостях.

Модернізована коробка передач з двухпоточном гідросистемою управління гідропіджимними муфтами дозволяє перемикає передачі на ходу без розриву потоку потужності і мати можливість повороту трактора з фіксованими радіусами або за допомогою рульового колеса з будь-яким радіусом повороту.

Кабіна обладнана засобами нормалізації мікроклімату в літній та зимовий періоди. На замовлення споживача встановлюється кондиціонер, що дозволяє поліпшити умови праці.

Поздовжня база трактора забезпечує підвищену плавність ходу і низькі питомі тиску на ґрунт.

Бортовий редуктор гусеничних тракторів ХТЗ використовується також на інших типах тракторів. Серед них енергонасичені колісні трактори загального призначення: «Ярило», ХТЗ-17121 (з каркасною кабіною), ХТЗ-17222 (з металопластикової обшивкою нового дизайну), Т-150-К-09, колісний навантажувач ХТЗ-156.

Оскільки бортовий редуктор є важливою складовою трансмісії трактора, має складну конструкцію та високу вартість, дуже важливо проводити ремонт та регулювання його в відповідності з технічними вимогами, розробленими заводом-виготовлювачем та ДЕРЖНІТІ, який розробив технічні вимоги та

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ								
Зм	Арк.	№ док-м	Підпис	Дата									
Розробив		Мицак А.М.			ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ				Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевірив		Сиволапов В.А.									7	12	
									НУБіП України				
Н. контр.		Ревенко Ю.І.											
Затвердив													

технологію ремонту .

Бортовий редуктор ведучого моста гусеничних тракторів ХТЗ. (рис. 1.1) планетарного типу, ведучим елементом якого є сонцева шестірня 5, веденим — водило 6 з трьома сателітами і проміжним (нерухомим) — коронна (епіциклічна) шестірня 7.

Редуктор змонтовано на валу-маточині 20, який центрують відносно фланця картера моста штифтами і кріплять до нього болтами. Між фланцями маточини і картера моста затиснуто щит 26 колісного гальма. На шліці нерухомого вала-маточини посаджено зубчасту маточину 27, на зубчастий вінець якої надіто і зафіксовано від осьових переміщень дрітряними кільцями 9 коронну шестерню 7 редуктора. Всередині вала-маточини проходить піввісь 22, яка одним шліцьовим хвостовиком з'єднана з півосьовою шестернею диференціала, а на другий посаджена і закріплена гайкою 4 сонцева шестірня 5. Ці деталі становлять ведучу частину редуктора.

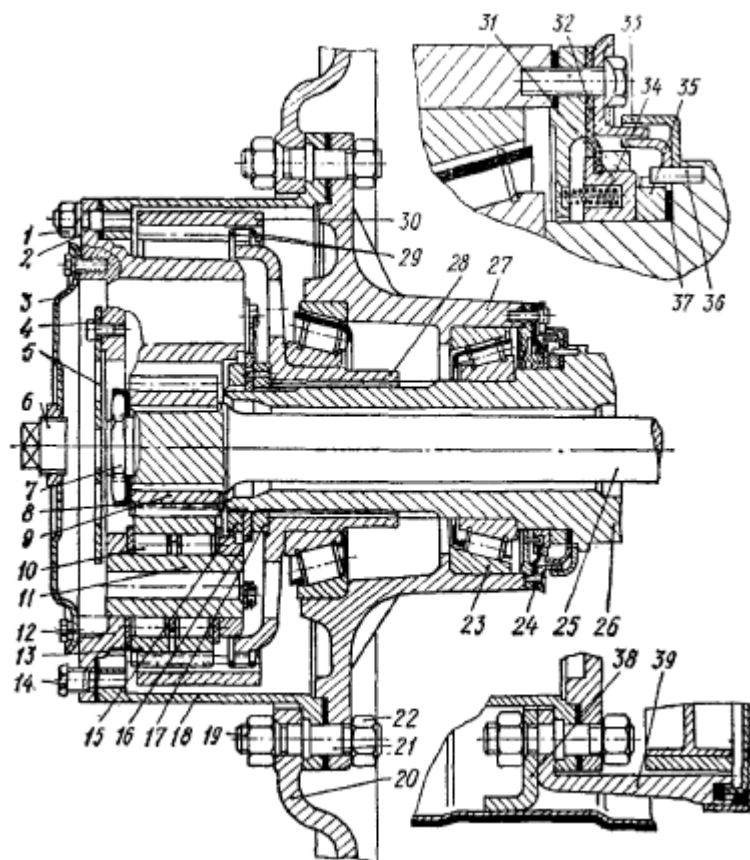


Рис. 1.1. Бортовий редуктор ведучого моста трактора ХТЗ-181:

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - гайка; 2 - шпилька кріплення водила; 3 - кришка; 4 - болт; 5 - завзята пластина; 6 - пробка центральна; 7 - гайка; 8 - стопорна шайба; 9 - сонячна шестерня; 10 - роликовий підшипник; 11 - вісь сателіту; 12 - водило; 13 - сателіт; 14 - пробка зливу олії; 15 - контргайка; 16 - проміжна шайба; 17 - гайка зі штифтом; 18 - корпус; 19 - гайка з правим або лівим різьбленням; 20 - провідне колесо; 21 - болт маточини з правим або лівим різьбленням; 22 - гайка; 23 - конічні роликові підшипники; 24 - торцеве ущільнення; 25 - піввісь; 26 - вал маточини заднього моста; 27 - картер планетарного редуктора; 28 - маточина; 29 - стопорні кільця; 30 - епіциклічна шестерня; 31 - натискне кільце ущільнювача; 32 - діафрагма; 33 - захисне кільце; 34 - пружина; 35 - упорне кільце ущільнювача; 36 - штифт; 37 - гумозна прокладька; Б - кріплення ведучого колеса та гальмівного барабана (Т-150К); 38 - диск колеса; 39 - гальмівний барабан

На конічних роликопідшипниках 16, нижні обойми яких посаджені на маточину 27 і вал-маточину 20, встановлено картер 10 редуктора.

Підшипники регулюють гайкою 23, яку стопорять шайбою 24 і контргайкою 25. До картера редуктора шпильками 13 і гайками 12 та 15 (останню після затяжки закернюють) кріплять корпус 8 редуктора з водилом 6, барабан 14 гальма та диск 11 колеса. Ці деталі становлять ведені частини редуктора.

Опорою планетарного ряду є водило 6 з трьома шестернями-сателітами 31, розміщеними в його пазах на осях 35. Осі запресовані в гнізда водила і

утримуються в них планками 28 та фасонною пластиною 2, прикріпленими до водила болтами. Пластина 2 одночасно обмежує осьове переміщення півосі 22 і закріпленої на ній сонцевої шестірні 5.

Сателіти обертаються на роликах 29, розміщених у два ряди (по 13 штук у ряду). Ряди роликів розділені шайбою 33, а від осьових переміщень утримуються шайбами 34. Однією біговою доріжкою роликів є загартована і шліфувана поверхня осі, а другою — отвір шестірні-сателіта.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водило з сателітами кріплять шпильками з гайками до корпусу 8 редуктора і закривають штампованою кришкою 1 з різьбовим отвором під заливну та контрольну пробки 3. На фланці водила, крім отворів під шпильки, зроблено два різьбових отвори під конічні зливні пробки 32. Між водилом і кришкою 1, водилом та корпусом 8, корпусом 8 і картером 10 та картером і корпусом 17 ущільнення встановлені ущільнювальні прокладки. Картер редуктора з валом-маточиною ущільнені гумовими манжетами 18 (на тракторах до № 49894 застосовано торцеве ущільнення).

Під час обертання сонцевої шестірні 5 (приводиться в рух від півосьової шестірні диференціала) сателіти примусово перекочуються по нерухомій коронній шестірні 7 і обертають водило та з'єднані з ним деталі.

Перевірка і регулювання підшипників бортових редукторів. Наявність зазора перевіряють у піднятому положенні колеса перемещенням і похитуванням його в осьовому напрямку. Відчутне осьове переміщення колеса вказує на необхідність регулювання підшипників.

Щоб відрегулювати підшипники, необхідно:

повернути картер редуктора так, щоб зливна пробка 32 зайняла нижнє положення, і злити з нього масло;

зняти водило 6, вийняти сонцеву шестерню 5 разом з піввіссю 22, відкрутити контргайку 25 і зняти стопорну шайбу 24;

затягнути внутрішню гайку 23, обертаючи колесо в обох напрямках, до помітного збільшення опору обертанню колеса. Після цього відпустити її приблизно на 1/8 оберта до збігу штифта гайки з отвором у стопорній шайбі. Колесо повинно легко обертатись без помітного зазора в підшипниках;

надіти стопорну шайбу, затягнути ключем довжиною 0,5 м до відказу контргайку і перевірити правильність регулювання та встановити на місце зняті деталі.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Задачі кваліфікаційної роботи бакалавра .

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ виникає цілий ряд задач, які являються вихідними матеріалами в процесі роботи .

Для виконання роботи були конкретизовані наступні задачі:

- Проаналізувати існуючу технологію ремонту бортових редукторів;
- Проаналізувати пошкодження деталей бортових редукторів, що виникають в процесі експлуатації гусеничних тракторів ХТЗ;
- Розробити технологічний процес розбирання та складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;
- Скласти схеми та карти дефектації деталей бортового редуктора ;
- Розрахувати граничні та допустимі при ремонті спрацювання та розміри деталей бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;
- Розробити пристосування для ремонту бортових редукторів;
- Розробити міроприємства, які б задовольняли вимоги охорони праці при ремонтних роботах;
- Обґрунтувати економічну доцільність ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1. Технологічний процес розбирання бортового редуктора гусеничних тракторів ХТЗ

Розбирання бортового редуктора . Відєднаний від моста колісний редуктор разбирають на стенді для разборання та складання редукторів . Стенд укомплектовано набором технологічної оснастки для виконання розбирально-складальних робіт.

Редуктор , що знаходиться на поворотній скобі стенда, розбирають в слідуєчому порядку. Знімають спеціальну шайбу и упорну пластину з водила, водило в зборі і прокладку з картера редуктора. Відгвинчують контргайку, знімають проміжну шайбу і відгвинчують гайку з штифтом. Демонтують стопорніє планки и від'єднують ущільнення в зборі від картера редуктора. знімають корпус з картера, ступицю з епіциклічною шестернею і внутрішнім кільцем роликотпідшипника, вал ступиці і картер планетарного редуктора.

Встановлюючи на скобу стенда відповідні підставки и використовуючи наставки з комплекту оснастки, випресовуть з картера редуктора зовнішні кільця підшипників (рис. 2.1.), зпрессовують внутрішні кільця роликотпідшипників з вала ступиці, ступиці редуктора и ущільнення. Порухення спаренності кілець роликотвих підшипників, а також комплектування нових кілець підшипниками, що були в експлуатації, не допускається..

Для розбирання водила знімають планки, випресовують вісі. сателітів, виймають сателіти і шайби, ролики і проставочні кільця з сателітів.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ							
Зм	Арк.	№ докyм	Підпис	Дата								
Розробив		Мицак А.М.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ			Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевірів		Сиволапов В.А.								12	22	
Н. контр.		Ревенко Ю.І.						НУБіП України				
Затвердив												

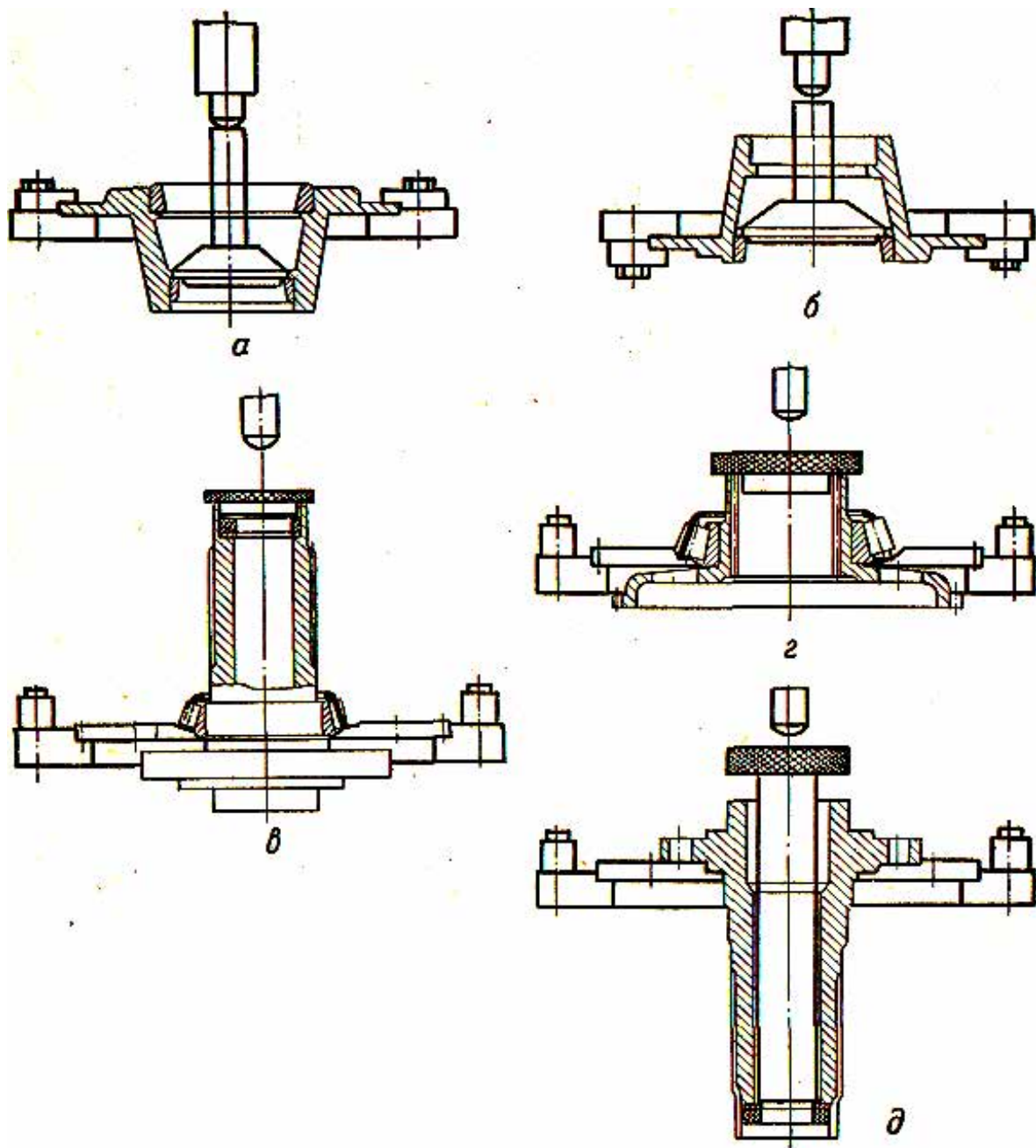


Рис. 2.1. Положення оснастки при розбиранні бортового редуктора на стенді:

а и *б* - випресування кілець підшипників з картера; *в* - випресування кільця підшипника з вала ступиці; *г* - зпресування кільця підшипника з ступиці редуктора; *д* — випресування ущільнення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ

Арк.

13

2.2. Аналіз технічного стану деталей бортових редукторів, основні дефекти способи їх виявлення, прилади та оснащення

Забезпечення працездатності бортового редуктора тракторів ХТЗ-181 неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню дільниць. При аналізі технічного стану деталей досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

Вивчення технічного стану деталей бортового редуктора почали з корпусу, оскільки від неї в значній мірі залежить довговічність роботи колісних редукторів. Результати представлені на рисунку 2.2 та таблиці 2.1.

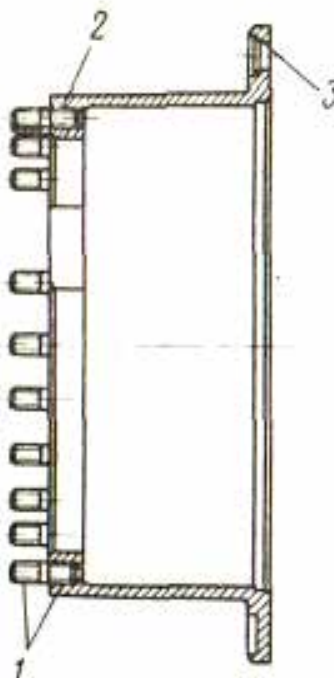


Рис 2.2. Корпус із шпильками 150.39.022. Схема дефектів

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Корпус із шпильками 150.39.022. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
1	Пошкодження різьби	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	—	Відновлювати
2	Послаблення кріплення шпильок	Не допускається			Огляд		
3.	Знос поверхні отворів під болти ступиць	22 ^{+0.052}	22.07	22.10	Пробки або нутромір індикаторний	8133-02207Д; НИ 18-50 ГОСТ 868-72	Відновлювати

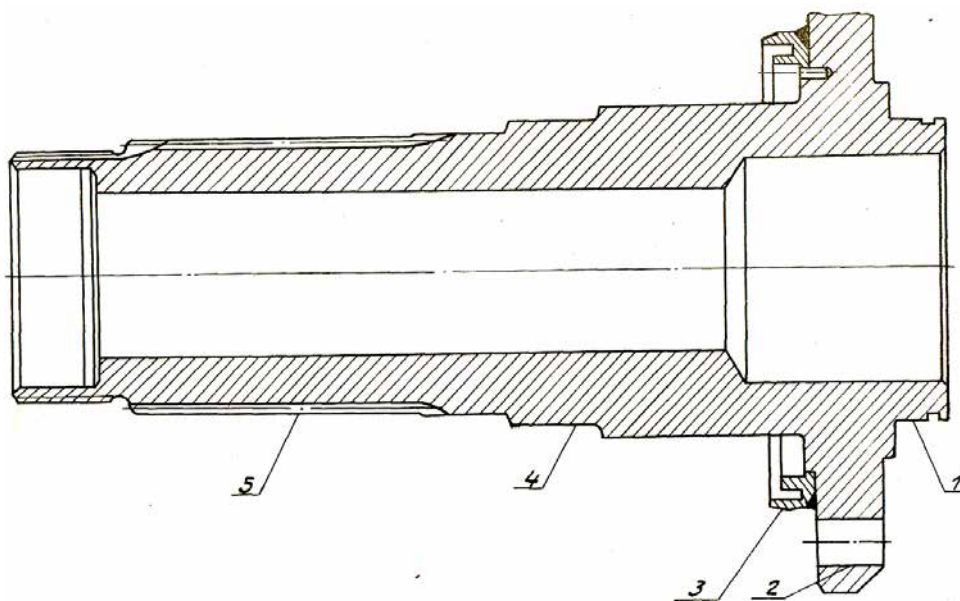


Рис 2.3. Вал ступиці в зборі 151.39.013. Схема дефектів

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 2.2

Вал ступиці в зборі 151.39.013. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
-	Пошкодження різьби	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	—	Відновлювати
1.	Знос поверхні отворів під картер моста	110 _{-0.14}	109.8	109.6	Штангенциркуль	ШЦ-П-200	- Відновлювати
2.	Знос поверхні отворів під штифт	18 ^{+0.035}	18.04	18.04	нутромір індикаторний	НИ 18-50 ГОСТ 868-72	Відновлювати
3.	Пошкодження захисного кільця	Не допускається			Огляд	2	Відновлювати
4.	Знос поповерхні під ролик опідшипник 2007122	110 _{-0.14}	109,92	109.94	Скоби або мікрометр	МК 100-125 ГОСТ 6507-78	Відновлювати
5	Знос шліців по товщині	4.63 _{-0.15}	4.2	3.9	Набір шаблонів		Бракувати

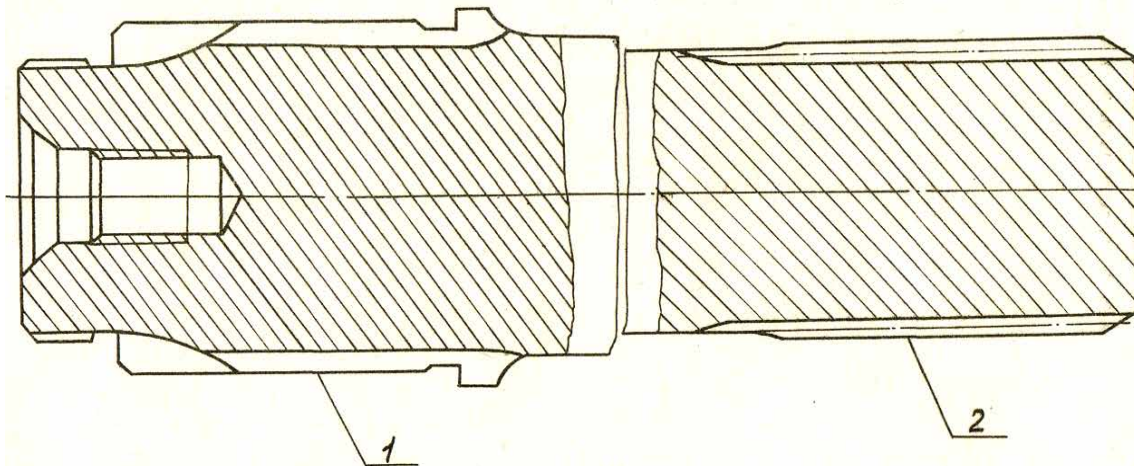


Рис 2.4. Вал задній правий 151.39.101-3 Вал задній лівий 151.39.102-3 Вал передній правий 151.39.103-3 Вал передній лівий 151.39.104-3 Схема дефектів

Таблиця 2.3

Вал задній правий 151.39.101-3 Вал задній лівий 151.39.102-3 Вал передній правий 151.39.103-3 Вал передній лівий 151.39.104-3. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
-	Пошкодження різьби	Вмятини, забоїни, викривування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	—	Відновлювати
1.	Знос шліців по товщині	5.37 _{-0.15}	4.9	4.7	Набір шаблонів	КИ-1541	Бракувати
2.	Знос шліців по товщині	10 _{-0.06}	9.6	9.3	Набір шаблонів	КИ-1541	Бракувати

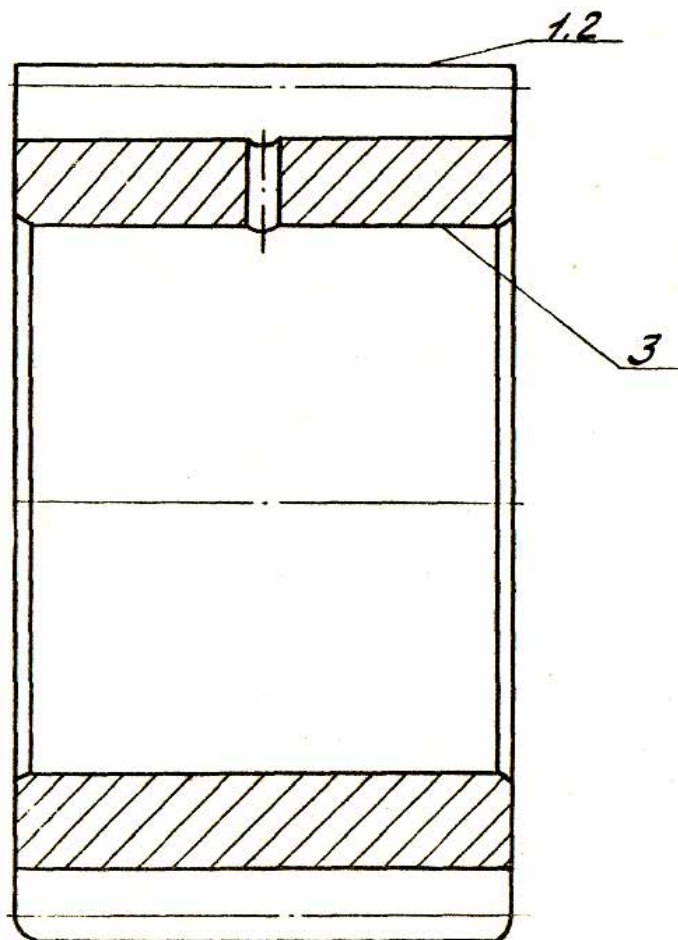


Рис 2.5. Сателіт 151.39.106-3. Схема дефектів

Таблиця 2.4
Сателіт 151.39.106-3. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
1	Наскрізні та поверхневі тріщини, зломи , викришування зубів	тріщини, зломи , викришування зубів не допускаються			Огляд	—	бракувати

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.4

2.	Знос зубів по товщині	8.723	8.5	8.3	Штанген-зубомір	1-18 ГОСТ 163-71	Бракувати
3.	Знос поверхні отворів під циліндричні ролики РЦ-14х28	72.8 _{+0.03}	72.87	72.93	нутромір індикаторний	НИ 50-100 ГОСТ 868-72	Бракувати

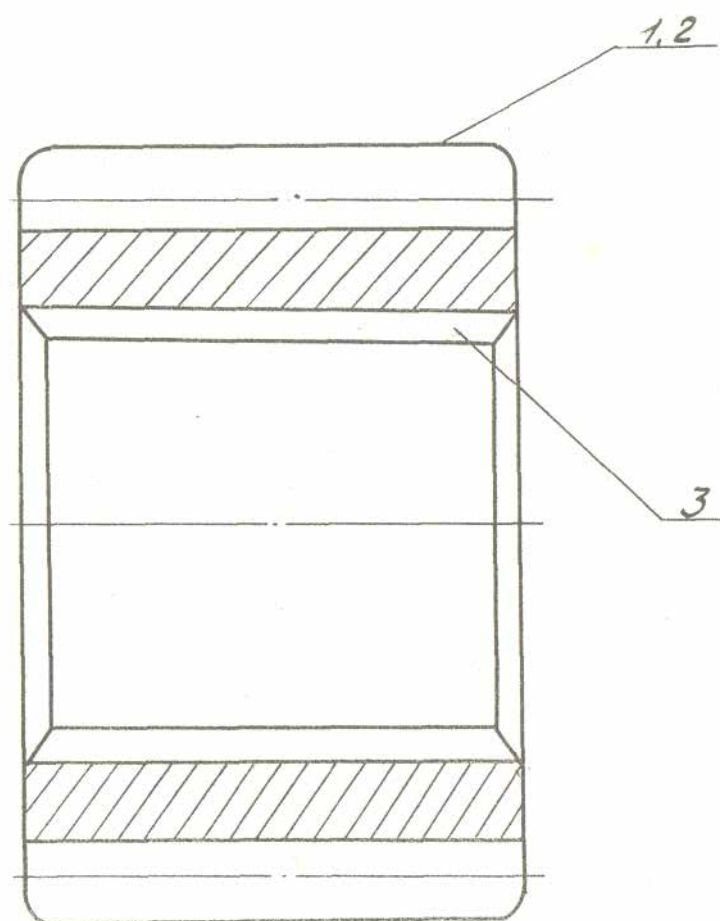


Рис 2.6. Шестерня сонцева 151.39.110-2. Схема дефектів

Таблиця 2.5

Шестерня сонцева 151.39.110-2. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
1	Наскрізні та поверхневі тріщини, зломи , викришування зубів	тріщини, зломи , викришування зубів не допускаються			Огляд	—	Бракувати
2.	Знос зубів по товщині	10.766	10.3	10.5	Штангензубомір	1-18 ГОСТ 163-71	Бракувати
3.	Знос шліцевих пазів по ширині	10 ^{+0.09}	10.4	10.7	Набір шаблонів	КИ-1542	Бракувати

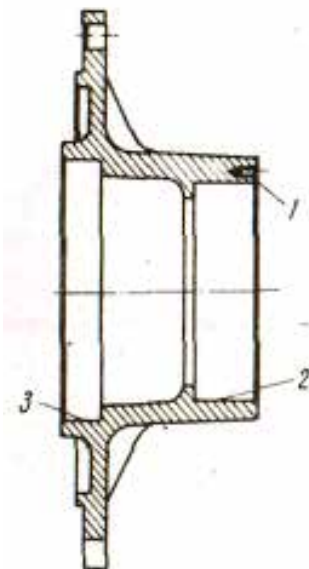


Рис 2.7. Картер планетарного редуктора 151.39.102-2. Схема дефектів

Таблиця 2.6
Картер планетарного редуктора 151.39.102-2. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти			Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднанні з деталями		Назва	Означення		
			Що були в експлуатації	Новими				
1	Пошкодження різьби	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	—	Відновлювати	
2.	Знос поверхні отвору під роликотпідшипник 7520	$180\begin{smallmatrix} +0.012 \\ -0.028 \end{smallmatrix}$	180.05	180.07	нутромір індикаторний	НИ 160-250 ГОСТ 868-72	- Відновлювати	
3	Знос поверхні отвору під роликотпідшипник 7520	$215\begin{smallmatrix} +0.013 \\ -0.033 \end{smallmatrix}$	215.05	215.07	нутромір індикаторний	НИ 160-250 ГОСТ 868-72	- Відновлювати	
					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ		Арк.	
							21	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

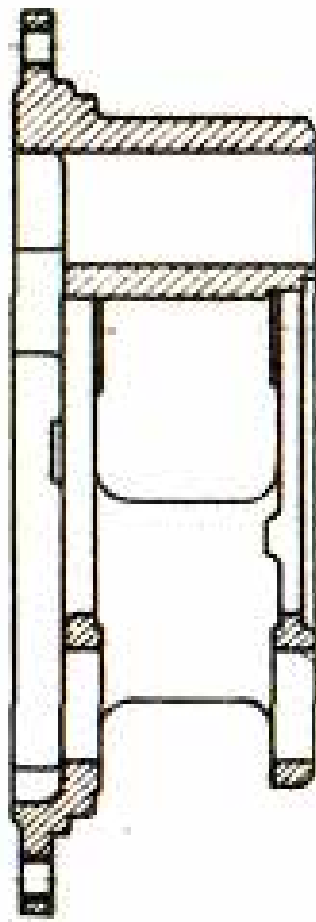


Рис 2.8. Водило 150.39.103-5. Схема дефектів

Таблиця 2.7.
Водило 150.39.103-5. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднан з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
-	тріщини, зломи ,	тріщини, зломи не допускаються			Огляд	—	бракувати
1.	Знос поверхні отворів під вісь сателіта	$44.8 \begin{smallmatrix} -0.025 \\ -0.050 \end{smallmatrix}$	44.80	44.80	нутромір індикаторний	НИ 18-50 ГОСТ 868-72	Відновлювати

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

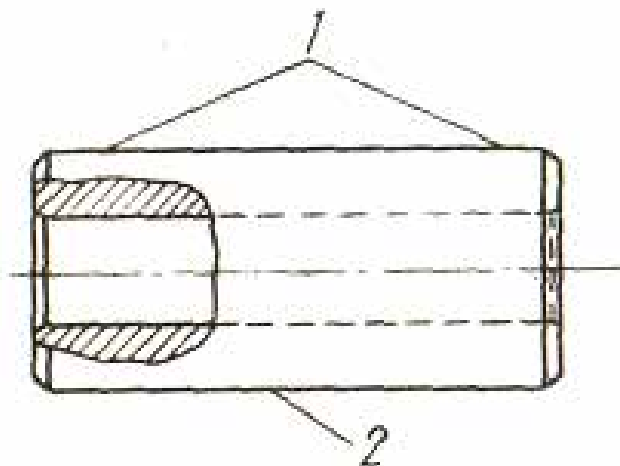


Рис 2.9. Вісь сателітів 150.39.107-1. Схема дефектів

Таблиця 2.8
Вісь сателітів 150.39.107-1. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднанні з деталями		Назва	Означення	
			Що були в експлуатації	Новими			
1.	Знос зовнішньої поверхні отворів під водило	44.8 _{-0.016}	44.78	44.78	Мікрометр	МК 25-50 ГОСТ 6507-78	Відновлювати
2.	Знос зовнішньої поверхні отворів під ролик	44.8 _{-0.016}	44.72	44.70	Мікрометр	МК 25-50 ГОСТ 6507-78	Відновлювати
					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ		Арк.
							23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Рис 2.10. Шестерня епіциклічна 151.39.104-4. Схема дефектів

Таблиця 2.9
Шестерня епіциклічна 151.39.104-4. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти			Розміри, мм.			Способи і засоби контролю		Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єднанні з деталями		Назва	Означення		
			Що були в експлуатації	Новими				
1	тріщини, зломи , викришування зубів	тріщини, зломи , викришування зубів не допускаються			Огляд	—	бракувати	
2.	Знос зубів по товщині (довжина загальної нормалі)	100.89 ^{+0.48}	101.60	102.0	Штангенциркуль	ШЦ-П-200	Бракувати	
					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ			Арк.
								24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2.3. Розрахунок граничних та допустимих при ремонті розмірів та спрацювань деталей колісного редуктора

Граничні та допустимі при ремонті спрацювання деталей та їх спряжень можуть бути визначені експериментальним та аналітичним способами. В розрахунках використали аналітичний спосіб. Він ґрунтується на використанні кореляційних залежностей між величиною спрацювань і такими їх конструктивними характеристиками як розмір, вид посадки, точність та інше.

Проведемо розрахунки граничних і допустимих при ремонті розмірів і спрацювань основних деталей колісного редуктора.

2.3.1. Розрахунок допустимих та граничних розмірів вала ступиці 151.39.013 та роликopідшипника 7122

Дано з'єднання вала ступиці 151.39.013-2 та роликopідшипника 7122.

Діаметр вала ступиці складає $d=110^{+0.012}$, а внутрішній діаметр роликopідшипника складає $D=110_{-0.0020}$.

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри, зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо найбільший та найменший номінальні натяги в з'єднанні:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 110,012 - 109,98 = 0,032 \text{ мм}$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 110,00 - 110,00 = 0,0 \text{ мм}$$

Де $D_{\min}$, $D_{\max}$ – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього діаметра роликopідшипника, мм;

$d_{\min}$, $d_{\max}$ – мінімальний та максимальний розміри шестерні ведучої, мм.

Визначаємо поля допуску на розміри роликopідшипника (T_D) та шестерні ведучої, мм.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_D = E_S - E_I = 0.0 - (-0,020) = 0.020 \text{ мм}$$

$$T_d = e_S - e_i = 0.012 - 0.00 = 0.012 \text{ мм}$$

Де E_S , E_I – верхнє та нижнє відхилення роликотідшипника ;

e_S , e_i – верхнє та нижнє відхилення шестерні ведучої, мм.

2. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0.032 \text{ мм.}$$

3. Для посадки з натягом по формулам П26 табл. П2 () визначаємо граничні (I_{Spr}) і допустимі ($I_{Sдоп}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{Spr} = 35 + 0,6D + 1,8T_{SK} = 35 + 0,6 \cdot 110 + 1,8 \cdot 32 = 158 \text{ мкм} = 0,16 \text{ мм}$$

$$I_{Sдоп} = 0.1D + 1,8T_{SK} - 5,0 = 0.1 \cdot 110 + 1,8 \cdot 32 - 5,0 = 63.5 \text{ мкм} = 0,064 \text{ мм.}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

Допуски на розміри вала ступиці та обойми підшипника приблизно рівні, а зносостійкість кілець значно більша зносостійкості корпусів та валів. Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхонь проводимо з врахуванням примітки 3 , тобто приймаємо $K_d = 0,7$, $K_D = 0,3$

4. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання роликотідшипника ($I_{Dпр}$ та $I_{Dдоп}$):

$$I_{Dпр} = K_D \cdot I_{Spr} = 0,3 \cdot 0,16 = 0,048 \text{ мм}$$

$$I_{Dдоп} = K_D \cdot I_{Sдоп} = 0,3 \cdot 0,064 = 0,019 \text{ мм}$$

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання вала ступиці ($I_{dпр}$ та $I_{dдоп}$):

$$I_{dпр} = K_d \cdot I_{Spr} = 0,7 \cdot 0,16 = 0,112 \text{ мм}$$

$$I_{dдоп} = K_d \cdot I_{Sдоп} = 0,7 \cdot 0,064 = 0,045 \text{ мм}$$

6. Визначаємо допустимі та граничні розміри вала ступиці:

$$d_{доп} = d_{max} - I_{dдоп} = 110.012 - 0,045 = 109.967 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = d_{max} - I_{dпр} = 110.012 - 0,112 = 109.90 \text{ мм}$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори (натяги) в з'єднанні деталей ($S_{пр}$ та $S_{доп}$):

$$S_{пр} = I_{S_{пр}} - N_{макс} = 0,16 - 0,032 = 0,128 \text{ мм}$$

$$S_{доп} = I_{S_{доп}} - N_{макс} = 0,064 - 0,032 = 0,032 \text{ мм.}$$

2.3.2. Розрахунок допустимих та граничних розмірів з'єднання картер планетарного редуктора 150.39.102-1 та роликотідшипника 7122

Дано з'єднання картер планетарного редуктора 150.39.102-1 та роликотідшипника 7122. Діаметр отвору корпусу складає $D=170^{+0,027}_{-0,014}$, а зовнішній діаметр роликотідшипника складає $d=170_{-0,025}$.

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо номінальні зазори та натяги в з'єднанні:

$$N_{макс} = d_{макс} - D_{мин} = 170,00 - 169,986 = 0,014 \text{ мм}$$

$$S_{макс} = D_{макс} - d_{мин} = 170,027 - 169,975 = 0,042 \text{ мм}$$

Де $D_{мин}$, $D_{макс}$ – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього діаметра стакан підшипників, мм;

$d_{мин}$, $d_{макс}$ – мінімальний та максимальний розміри роликотідшипника, мм.

Визначаємо поля допуску на розміри роликотідшипника (T_d) та стакан підшипників (T_D), мм.

$$T_D = E_S - E_I = 0,027 - (-0,014) = 0,041 \text{ мм}$$

$$T_d = e_s - e_i = 0,00 - (-0,025) = 0,025 \text{ мм}$$

Де E_S , E_I – верхнє та нижнє відхилення роликотідшипника ;

e_s , e_i – верхнє та нижнє відхилення шестерні ведучої, мм.

2. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0,066 \text{ мм.}$$

Дане з'єднання тотожне типовому з'єднанню підшипник кочення – корпус (вал) та має перехідну посадку.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Для перехідної посадки по формулам П26 табл. П2 (13) визначаємо граничні ($I_{\text{спр}}$) і допустимі ($I_{\text{доп}}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{\text{спр}} = 60 + 0,1D + 2,4T_{\text{СК}} = 60 + 0,1 \cdot 170 + 2,4 \cdot 66 = 235 \text{ мкм} = 0,235 \text{ мм}$$

$$I_{\text{доп}} = 10 + 0,1D + 1,5T_{\text{СК}} = 10 + 0,1 \cdot 170 + 1,5 \cdot 66 = 126 \text{ мкм} = 0,126 \text{ мм.}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

Допуски на розміри отвору картера планетарного редуктора та обойми підшипника приблизно рівні, а зносостійкість кілець значно більша зносостійкості корпусів та валів. Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхнях проводимо з врахуванням примітки 3 , тобто приймаємо $K_d=0,3$, $K_D=0,7$

4. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання отвору картера планетарного редуктора ($I_{D\text{пр}}$ та $I_{D\text{доп}}$):

$$I_{D\text{пр}} = K_D \cdot I_{\text{спр}} = 0,7 \cdot 0,235 = 0,164 \text{ мм}$$

$$I_{D\text{доп}} = K_D \cdot I_{\text{доп}} = 0,7 \cdot 0,126 = 0,088 \text{ мм}$$

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання роликотпідшипника ($I_{d\text{пр}}$ та $I_{d\text{доп}}$):

$$I_{d\text{пр}} = K_d \cdot I_{\text{спр}} = 0,3 \cdot 0,235 = 0,070 \text{ мм}$$

$$I_{d\text{доп}} = K_d \cdot I_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,126 = 0,038 \text{ мм}$$

6. Визначаємо допустимі та граничні розміри роликотпідшипника :

$$d_{\text{доп}} = d_{\text{max}} - I_{d\text{доп}} = 170,0 - 0,038 = 169,962 \text{ мм}$$

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{max}} - I_{d\text{пр}} = 170,0 - 0,070 = 169,93 \text{ мм}$$

7. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори (натяги) в з'єднанні деталей ($S_{\text{пр}}$ та $S_{\text{доп}}$):

$$S_{\text{пр}} = I_{\text{спр}} - N_{\text{макс}} = 0,235 - 0,014 = 0,221 \text{ мм}$$

$$S_{\text{доп}} = I_{\text{доп}} - N_{\text{макс}} = 0,126 - 0,014 = 0,112 \text{ мм.}$$

2.3.3. Розрахунок допустимих та граничних розмірів картер планетарного редуктора 150.39.102-1 та роликотпідшипника 7224

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дано з'єднання картер планетарного редуктора 150.39.102-1 та роликотідшипника 7224. . Діаметр отвора картера складає $D=215^{+0,030}_{-0,016}$, а зовнішній діаметр роликотідшипника складає $d=215_{-0,030}$.

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо номінальні зазори та натяги в з'єднанні:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 215.00 - 214.984 = 0,016 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 215.030 - 214.970 = 0.060 \text{ мм}$$

Де $D_{\min}$, $D_{\max}$ – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього діаметра стакана підшипників , мм;

$d_{\min}$, $d_{\max}$ – мінімальний та максимальний розміри роликотідшипника , мм.

2. Визначаємо поля допуску на розміри роликотідшипника (T_D) та стакана підшипників (T_D) , мм.

$$T_D = E_S - E_I = 0.030 - (-0,016) = 0.046 \text{ мм}$$

$$T_d = e_S - e_i = 0.00 - (-0.030) = 0.030 \text{ мм}$$

Де E_S , E_I – верхнє та нижнє відхилення роликотідшипника ;

e_S , e_i – верхнє та нижнє відхилення шестерні ведучої, мм.

3. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0.076 \text{ мм.}$$

Дане зєднання тотожне типовому зєднанню підшипник кочення – корпус (вал) та має перехідну посадку.

Для перехідної посадки по формулам П26 табл. П2 (6) визначаємо граничні (I_{Snp}) і допустимі ($I_{Sдоп}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{Snp} = 60 + 0,1D + 2,4T_{SK} = 60 + 0,1*215 + 2.4*76 = 263 \text{ мкм} = 0,263 \text{ мм}$$

$$I_{Sдоп} = 10 + 0.1D + 1,5T_{SK} = 10 + 0.1*215 + 1.5*76 = 145 \text{ мкм} = 0,145 \text{ мм.}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуски на розміри отвору картера планетарного редуктора та обойми підшипника приблизно рівні, а зносостійкість кілець значно більша зносостійкості корпусів та валів. Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхнях проводимо з врахуванням примітки 3, тобто приймаємо $K_d=0,3$, $K_D=0,7$

4. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання отвору картера ($I_{Dпр}$ та $I_{Dдоп}$):

$$I_{Dпр} = K_D * I_{Sпр} = 0,7 * 0,263 = 0,184 \text{ мм}$$

$$I_{Dдоп} = K_D * I_{Sдоп} = 0,7 * 0,145 = 0,101 \text{ мм}$$

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання роликopідшипника ($I_{dпр}$ та $I_{dдоп}$):

$$I_{dпр} = K_d * I_{Sпр} = 0,3 * 0,263 = 0,079 \text{ мм}$$

$$I_{dдоп} = K_d * I_{Sдоп} = 0,3 * 0,145 = 0,043 \text{ мм}$$

6. Визначаємо допустимі та граничні розміри роликopідшипника :

$$d_{доп} = d_{max} - I_{dдоп} = 215,0 - 0,043 = 214,957 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = d_{max} - I_{dпр} = 215,0 - 0,079 = 214,921 \text{ мм}$$

7. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори (натяги) в з'єднанні деталей ($S_{пр}$ та $S_{доп}$):

$$S_{пр} = I_{Sпр} - N_{max} = 0,149 - 0,030 = 0,119 \text{ мм}$$

$$S_{доп} = I_{Sдоп} - N_{max} = 0,071 - 0,030 = 0,041 \text{ мм.}$$

2.3.4. Розрахунок допустимих та граничних розмірів шестірні сонцевої 150.39.110-3 (ширина шліцевого паза) та вала заднього 151.39.101-4 (товщина шліців)

Дано з'єднання шестірні сонцевої 150.39.110-3 (ширина шліцевого паза) та вала заднього 151.39.101-4 (товщина шліців). Ширина шліцевого паза

$$\text{шестірні } D = 10^{+0.090} \text{ мм, а товщина шліців вала } d = 10^{+0.030}_{-0.060} \text{ мм}$$

Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання, розміри, зазори та натяги.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Визначаємо найбільший та найменший номінальні зазори в з'єднанні:

$$S_{\text{макс}} = D_{\text{макс}} - d_{\text{мін}} = 10,09 - 9,94 = 0,15 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мін}} = D_{\text{мін}} - d_{\text{макс}} = 10,00 - 9,97 = 0,03 \text{ мм}$$

Де $D_{\text{мін}}$, $D_{\text{макс}}$ – мінімальний та максимальний розміри внутрішнього розміра шліцевого паза, мм;

$d_{\text{мін}}$, $d_{\text{макс}}$ – мінімальний та максимальний розміри шліців паза вала, мм.

Визначаємо поля допуску на розміри роликотідшипника (T_D) та шестерні ведучої, мм.

$$T_D = E_S - E_I = 0,090 - 0,0 = 0,090 \text{ мм}$$

$$T_d = e_S - e_i = -0,030 - (-0,060) = 0,030 \text{ мм}$$

Де E_S , E_I – верхнє та нижнє відхилення паза ;

e_S , e_i – верхнє та нижнє відхилення шліца вала, мм.

9. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0,120 \text{ мм.}$$

10. Для шліцевого з'єднання з прямобочним профілем (робота з'єднання з реверсом) по формулам ПЗ6 табл. П2 () визначаємо граничні (I_{Snp}) і допустимі ($I_{Sдоп}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{Snp} = 450 + 100D + 1,8T_{SK} = 450 + 100 \cdot 10 + 1,8 \cdot 120 = 1666 \text{ мкм} = 1,666 \text{ мм}$$

$$I_{Sдоп} = 90 + 65D + 1,2T_{SK} = 90 + 65 \cdot 10 + 1,2 \cdot 120 = 884 \text{ мкм} = 0,884 \text{ мм.}$$

Де розмірність допуску посадки береться в мікрометрах.

Результати розрахунків одержуємо в мікрометрах .

Допуски на розміри шліцевого паза та шліца різні, Тому перерозподіл зносів в контактуючих поверхонь проводимо з врахуванням примітки 3 , тобто приймаємо $K_d=0,3$, $K_D=0,7$

11. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання шліцевого паза сонцевої шестірні (I_{Dnp} та $I_{Dдоп}$):

$$I_{Dnp} = K_D \cdot I_{Snp} = 0,7 \cdot 1,666 = 1,166 \text{ мм}$$

$$I_{Dдоп} = K_D \cdot I_{Sдоп} = 0,7 \cdot 0,884 = 0,619 \text{ мм}$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання шліца вала ($I_{\text{дпр}}$ та $I_{\text{доп}}$):

$$I_{\text{дпр}} = K_d * I_{S_{\text{пр}}} = 0,3 * 1,666 = 0,500 \text{ мм}$$

$$I_{\text{доп}} = K_d * I_{S_{\text{доп}}} = 0,3 * 0,884 = 0,265 \text{ мм}$$

13. Визначаємо допустимі та граничні розміри шліца вала :

$$d_{\text{доп}} = d_{\text{max}} - I_{\text{доп}} = 9,97 - 0,265 = 9,705 \text{ мм}$$

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{max}} - I_{\text{дпр}} = 9,97 - 0,500 = 9,47 \text{ мм}$$

14. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори в з'єднанні деталей ($S_{\text{пр}}$ та $S_{\text{доп}}$):

$$S_{\text{пр}} = I_{S_{\text{пр}}} + S_{\text{min}} = 1,666 + 0,03 = 1,696 \text{ мм}$$

$$S_{\text{доп}} = I_{S_{\text{доп}}} + S_{\text{min}} = 0,884 + 0,03 = 0,914 \text{ мм}$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю.

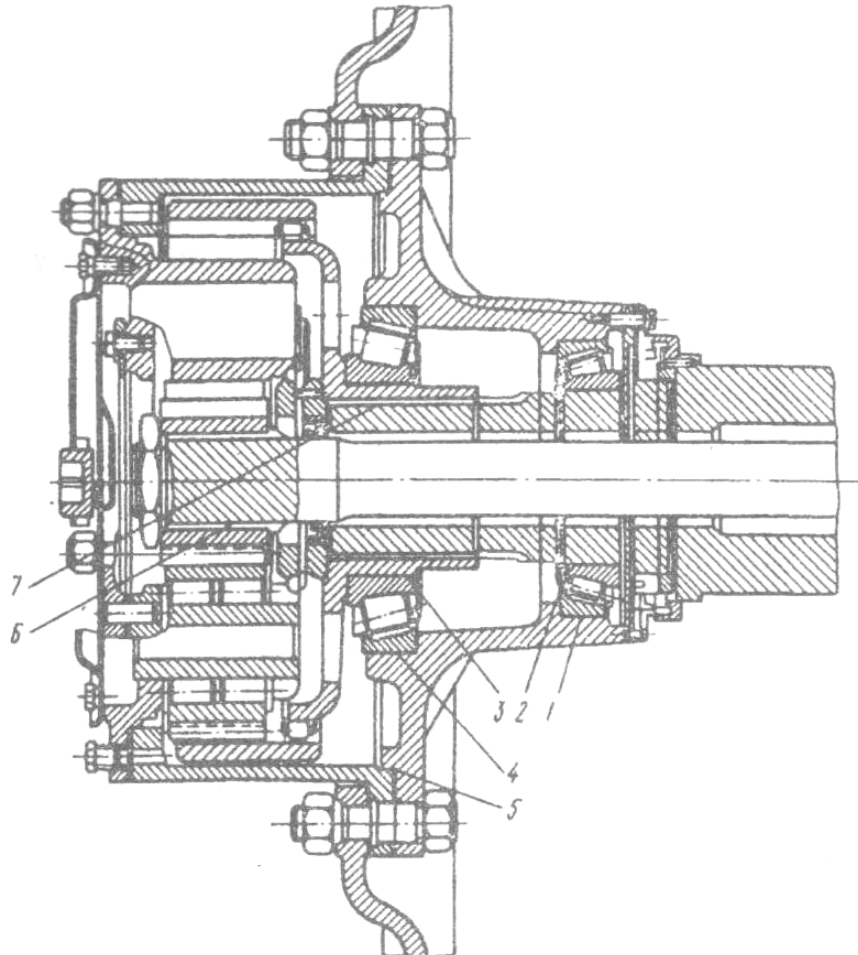


Рис.2.3.1.Редуктор колісний 151.39.011. Схема монтажних з'єднань.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 2.3.1.

Допустимі та граничні розміри деталей колісного редуктора

№ спря- ження	Найменування деталей	Допустимі розміри деталей в спряженні, мм		Допустимий за- зор (+), натяг (-) в спряженні, мм
		нові	б/в	
1	Картер планетарного редуктора Підшипник	170,06	170,09	+0,09
		169,95	169,95	
2	Роликopідшипник Ступиця	110,01	110,01	+0,04
		109,96	109,97	
3	Підшипник Ступиця	120,01	120,01	+0,04
		119,96	119,98	
4	Картер планетарного редуктора Підшипник	215,08	215,06	+0,11
		214,95	214,95	
5	Корпус Картер планетарного редуктора	355,20	354,70	+1,40
		353,80	353,30	
6	Шестерня сонячна Піввісь (товщина шліців)	11,30	10,70	+1,40
		8,80	9,30	
7	Ступиця Вал ступиці (товщина шліців)	5,60	5,20	+1,10
		3,70	4,10	

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.4. Розробка технологічного процесу відновлення картера планетарного редуктора 151.39.102-2

Проектування технологічного процесу відновлення деталей проводять в слідуючій послідовності:

- А) розробляємо ремонтне креслення на задану деталь;
- Б) розробляємо технологічний процес відновлення.

Ремонтне креслення зношеної деталі розробляють згідно до вимог ГОСТ 2604-68 та ОС Т 70009006 (16).

На ремонтному кресленні наводяться види дефекту, коефіцієнт повторності пошкоджень, раціональні способи і технологічний маршрут відновлення.

Обґрунтовуються технологічні бази, що використовуються при відновленні.

В технічних умовах обґрунтовуються вимоги до якості несучих поверхонь деталі після відновлення.

Раціональний спосіб відновлення деталей визначається за трьома критеріями: технологічному, організаційному, технічно – економічному.

Технологічний процес відновлення деталей розробляється згідно до ГОСТ 1430 1-78(18) та ГОСТ 14.303-78(19).

Розробка технологічного процесу ведеться в наступній послідовності: встановлюють технологічні бази для відновлення деталей; визначається послідовність і зміст операцій по відновленню деталей (вихідні . дані беруться з ремонтного креслення).

Після цього визначається ремонтно - технологічне обладнання, вибираються і розраховуються режими обробки пошкоджень робочих поверхонь деталей, здійснюють нормування деталей, встановлюється професійна кваліфікація виконавців.

Ремонтне креслення картера планетарного редуктора 151.39.102-2

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Деталь виготовлена із чавуну СЧ 21-40, маса 35.6 кг, кількість деталей у вузлі - 1 шт.

Ремонтне креслення виконується на форматі А4.

Для відновлення деталі приймаємо наступний технологічний маршрут:

- очищення;
- дефектування;
- Розсвердлити отвір. Нарізати різь. Вкрутити різьбову спіральну вставку
- Розточити поверхню отво-ру до діаметра $150,6_{-0,1}^{+0,16}$ мм. Провести місцеве осталювання до діаметра $149,6_{-0,014}^{+0,027}$ мм. Розточити до діаметра $150_{-0,014}^{+0,027}$ мм.
- Розсверлити отвір під штифт до діаметра $20,43_{-0,01}^{+0,2}$ мм. та нарізати різь М22*1,5 під ремонтну пробку.Встановити ремонтну пробку на епоксидній основі. Свердли в ремонтній пробці отвір діаметром 15,25мм .Розвернути отвір до розміру
- Розточити поверхню отвору до діаметра $170,6_{-0,1}^{+0,16}$ мм. Провести місцеве осталювання до діаметра $169,6_{-0,014}^{+0,027}$ мм.. Розточити до діаметра $170_{-0,014}^{+0,04}$ мм.

Маршрутна карта .

Згідно вимог та рекомендацій частини першої та розробленого ремонтного креслення було розроблення маршрутну карту на відновлення осі для трьох її дефектів, вказаних на кресленні. Під час розробки маршрутної карти було використано ОСТ 70.009005-85, які вказані у літературі, а також технологічний маршрут, який вказаний на ремонтному кресленні.

Було підібрано обладнання згідно каталогів і довідників у відповідності до даного технологічного процесу. Було підібрано також оснащення та інструмент, встановлено професійну кваліфікацію виконавців, розроблено і визначено режими обробки робочих поверхонь деталі, проставлено норми часу для виконання того чи іншого процесу технології

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відновлення шестерні.

Згідно цієї маршрутної карти буде розроблено операційні карти для кожної операції і виконано технологічний процес на підприємстві по ремонту та відновленню деталей обладнання переробної промисловості.

Операційна карта

Далі після розробки маршрутної карти, спираючись на її дані та попередні розрахунки, було розроблено операційну карту. Операційні карти розробляють на кожну операцію. В даному випадку було розроблено карту на осталювання поверхонь отворів під роликотідшипник 7520 . В даній карті вказано послідовність дій майстра при осталюванні, при мінімальній витраті часу і досягнення максимальної продуктивності праці.

Також вказано обладнання, яким повинен користуватись майстер, вимірювальні інструменти, а також режими самого технологічного процесу.

Оформлення даної карти проводиться у відповідності до ГОСТ 31118-82 на бланках форма 1 та форма 2, що розроблені спеціально для маршрутної та операційних карт (додатки 1 та 2).

2.5. Розробка технологічного процесу складання колісних редукторів.

Складання колісних редукторів слід виконувати в відповідності до технічних вимог на капітальний ремонт шасі трактора ХТЗ, розробленими в ГОСНИТИ. Головною умовою якісного ремонту колісних редукторів є комплектування деталей відповідно вимог таблиці монтажних спряжень (табл. 3.1.)

Технологічний процес складання колісних редукторів складається із наступних операцій:

1. Ущільнення торцеве в зборі А3.11.026

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановити діафрагму А5.11.169 на натискне кільце А5.11.169 і
напресувати кільце А5.11.168

Запресувати штифти А5.11.166 в корпус торцевого ущільнення
А5.11.122-1, Встановити діафрагму в зборі в кришку А5.11.164. Вставити в
натискне кільце вісім пружин 7,39.128 і зеднати кришку з корпусом
торцевих ущільнень чотирма гвинтами В-М4х12 (рис.2.5.1)

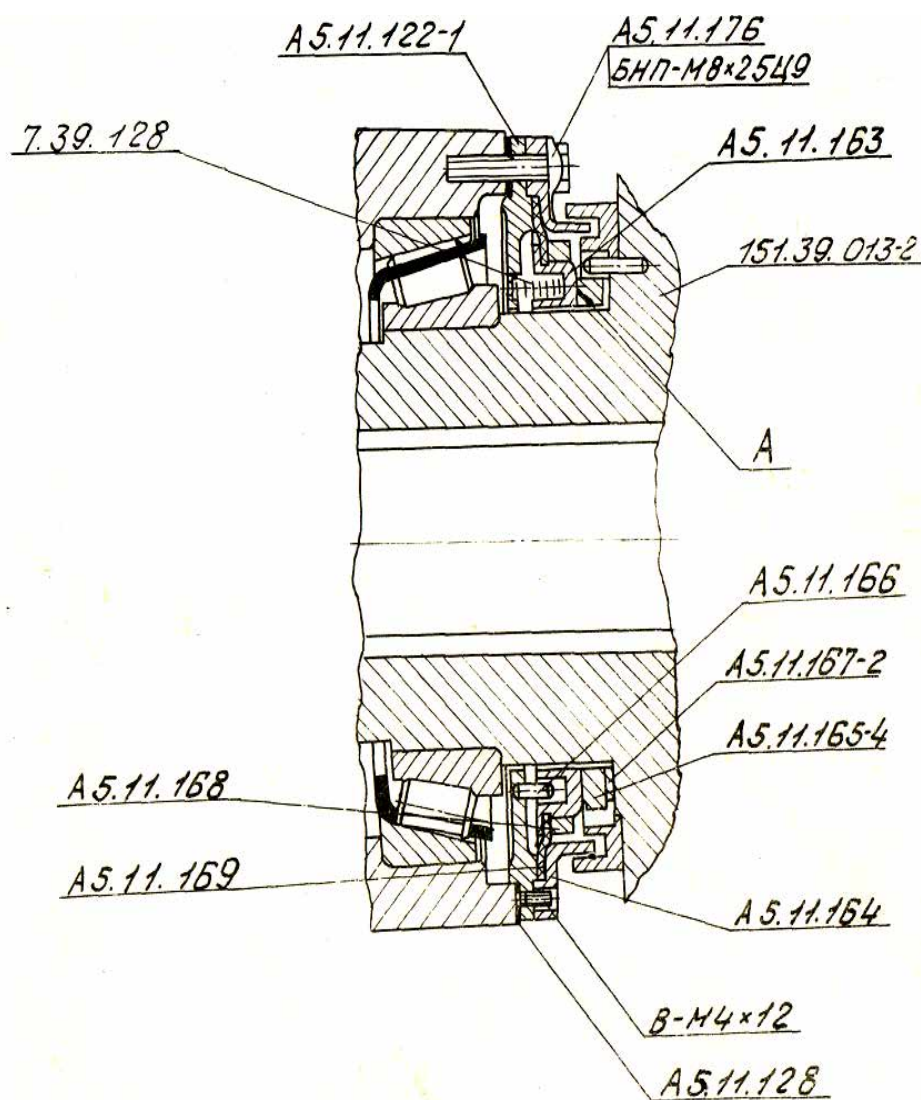


Рис.2.5.1. Ущільнення торцеве в зборі А3.11.026

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

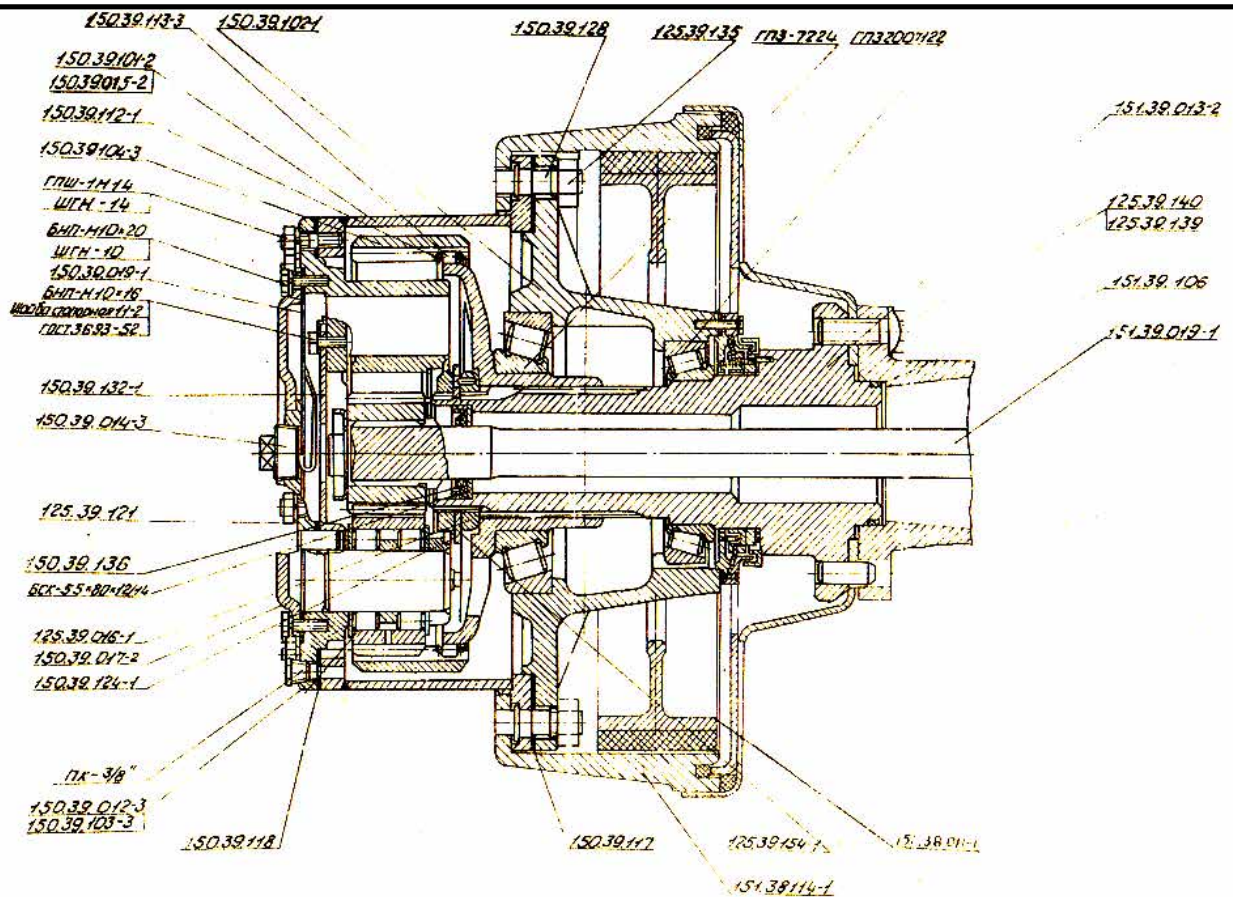


Рис. 2.5.2.Колісний редуктор

2. Картер колісного редуктора 130.39.102-1

Запресувати зовнішні кільця роликподшипників 2007122 і 7224 в картер планетарного редуктора 150.39.102-1.

Перед установкою зовнішні кільця роликподшипників змастити літолом – 24 (рис.2.5.2)

Маточина в зборі з шестернею епіциклічною

3.Напресувати внутрішнє кільце роликподшипника 7224 на маточину 150.39.113-3

4.Встановити маточину в епіциклічну шестерню 150.39.104-3 і застопорити двома стопорними кільцями 150.39.112-1

Водило в зборі 150.39.012-3

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Встановити три проставочних кільця 150.39.108-2, сімдесят вісім роликів РЦ-14Х28 (лише однієї групи) в три сателіти 150.39.106-3. Запресувати три осі сателітів 150.39.107-1 в корпус водила 150.39.103-3, попередньо встановивши підзібрані сателіти і шість шайб 150.39.109 в

водило і закріпити осі сателітів трьома планками 150.39.134.

Болти М10х20 кріплення обмежувальних планок повинні бути надійно затягнуті і застопорени дротом ПЖ-1,6х260. Кінці дроту повинні бути

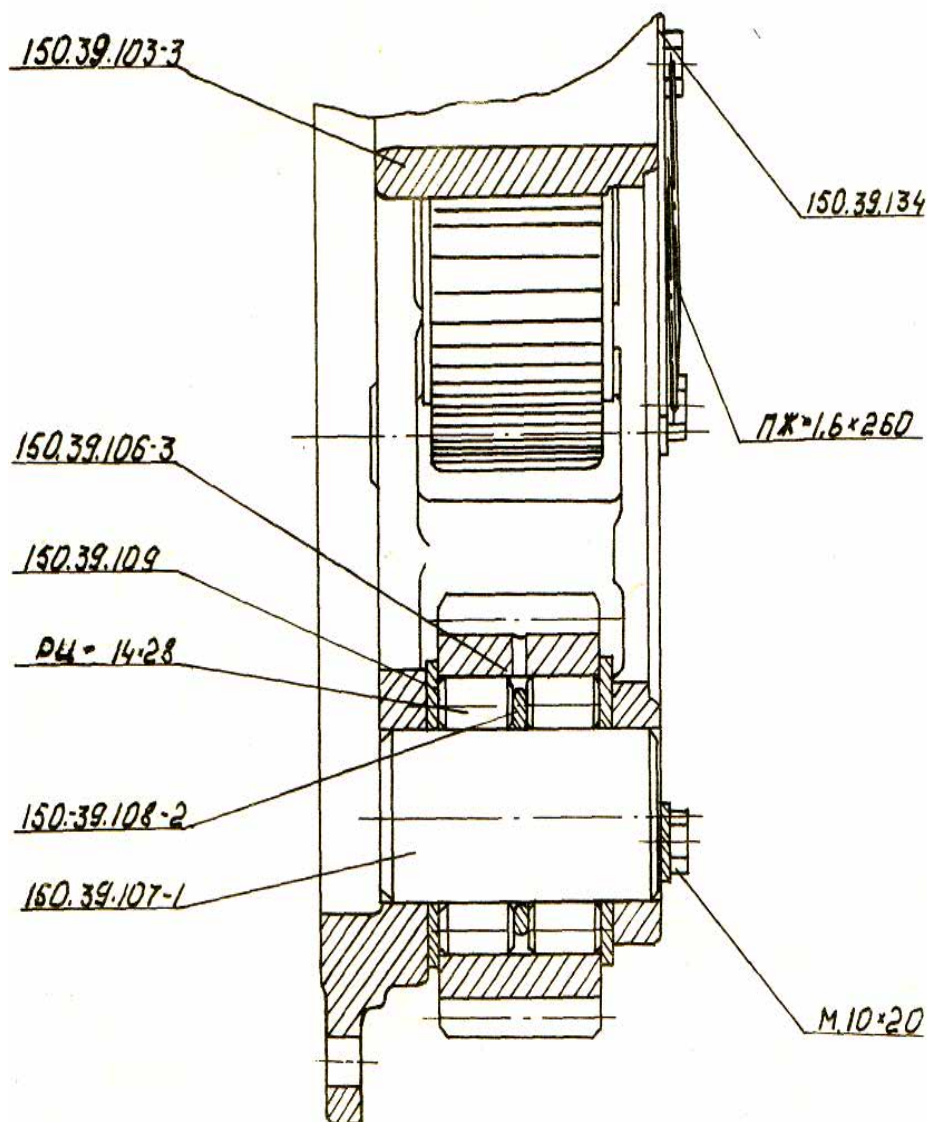


Рис 2.5.3.Схема установки сателітів

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

скручені на довжині не менше 15 мм. Перед запресовування осей сателітів ролики повинні бути рясно змащені трансмісійною оливою або солідолом . Осі сателітів повинні бути запресовані нарівні з поверхнею води́ла (рис. 2.5.3)

Корпус редуктора в зборі 150.39.015-2

6. Запресувати три штифти 150.39.136 і ввернути пробку ПК-3/8 " в корпус 150.39.101-2.

Отвори корпусу після запресовування штифтів розкернити з внутрішнього боку картера в шести місцях на рівних відстанях

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Конструкторська частина роботи.

3.1. Призначення та область використання станда для розбирання та складання бортових редукторів .

Стенд для розбирання та складання колісних редукторів призначений для ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.

Стенд дозволяє швидко та якісно виконати всі необхідні технологічні операції по розбиранню та складанню бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ, їх регулювання . Наявність гідроциліндра в конструкції станда дозволяє виконувати операції випресування та запресування підшипників.

Використовуватися стенд буде в дільниці ремонту агрегатів ремонтної майстерні. Стенд може бути виготовлений в умовах ремонтної майстерні господарства.

3.2. Технічна характеристика станду .

1. Тип-стаціонарний;
2. Конструкція – складально- зварювальна;
3. Тиск в гідросистемі , МПа 6
4. Зусилля створюване гідроциліндром , Н –9000
5. Кількість положень поворотної скоби - 4 через 90.
6. Маса , не більше, кг - 390
7. Кількість обслуговуючого персоналу, люд. - 1 8
8. .Габарити, мм:
довжина – 750;
ширина - 560;
висота- 1740.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розробив		Мицак А.М.			Конструкторська частина роботи		Літ.	Арк.
Перевірив		Сиволапов В.А.						Акрушів
							41	6
Н. контр.		Ревенко Ю.І.					НУБіП України	
Затвердив								

Технічні вимоги.

1. Варити по периметру прилеглих деталей електрозварюванням по ГОСТ 9467-85.
2. Перед початком роботи перевірити рівень масла в баці (95мм від верхнього краю заливної горловини), залити масло МГ-30.
3. Відрегулювати максимальне зусилля на штоці 9 КН.
4. Покриття: емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-86 по ґрунтовці ПФ-020 ГОСТ 18186-79.

3.3. Будова та робота стенда для розбирання та складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ.

Надзвичайно важливе значення для правильної експлуатації тракторів та автомобілів має справний стан ведучих мостів. Однією з найбільш відповідальних частин ведучих мостів транспортного засобу є колісні редуктори. В процесі експлуатації колісних редукторів порушуються основні параметри регулювань, зношуються шестерні та підшипники, тому виникає необхідність періодичного регулювання та ремонту колісних редукторів. Ця робота може бути виконана якісно з додержанням всіх необхідних вимог на стенді для розбирання та складання колісних редукторів .

Стенд (листи 3 та 4 графічної частини) складається з каркаса (1), до якого кріпиться колона (4) на якій встановлено стрілу . До стріли кріпиться гідроциліндр (26). В каркасі кріпиться підшипниковий вузол (2) , до якого кріпиться скоба (3). На скобі закріплені два циліндри з гідрозажимами, за допомогою яких фіксується колісний редуктор.

Всередині каркасу знаходиться електродвигун з гідронасосом, який створює необхідний тиск масла для роботи гідро циліндра та гідрозажимів.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Розробка пристосувань для випресовування та запресовування підшипників бортових редукторів

Наявність гідроциліндра в конструкції стенда дозволяє виконувати операції випресування та запресування підшипників. В процесі роботи колісного редуктора зношуються роликопідшипники 7122 та 7224.

Зовнішній вигляд оправки для випресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224 представлено на рисунку 3.1.

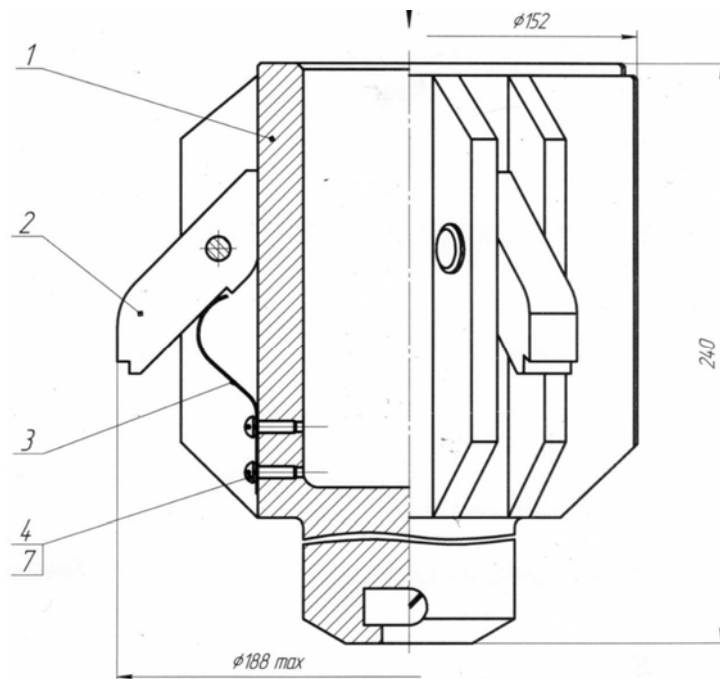


Рис. 3.1. Оправка для випресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224.

Оправка складається з корпуса (1), трьох захватів (2), встановлених на вісях(6). Захвати віджимаються пружинами (3). При встановленні оправки для випресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224 захвати спочатку прижимаються до корпуса, а потім пружинами віджимаються і виступами захватів входять в зачеплення з зовнішніми обоймами.

Для запресування розробляємо наставка для запресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224 (рис. 3.2)

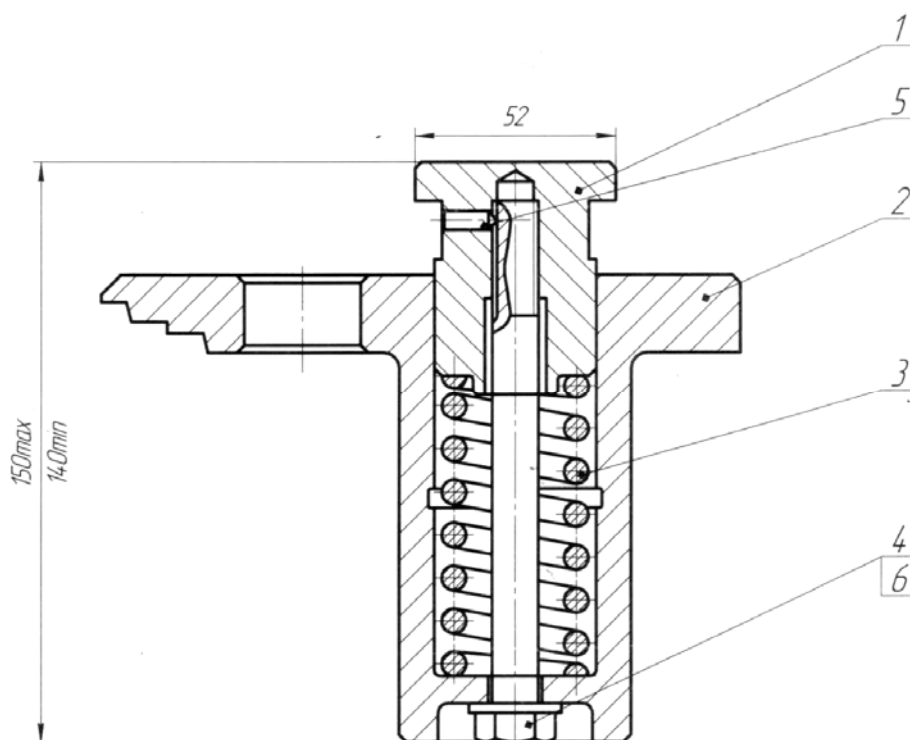


Рис. 3.2. Наставка для запресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224: 1 – хвостовик, 2 – упор, 3 – пружина, 4 – болт, 5 – фіксатор.

Наставка дозволяє без перекосів запресовувати зовнішні обойми роликопідшипників 7122 та 7224.

3.5. Розрахунок на міцність деталей пристосувань.

Розрахунок починаємо з визначення зусиль випресовування зовнішніх обойм роликопідшипників 7122 та 7224.

Зусилля випресовування та запресовування зовнішніх обойм роликопідшипників визначаємо по формулі:

$$P_{запр} = 10 \times N_{max} \times f_k \times f_e, H,$$

Де N_{max} - найбільший натяг в з'єднанні, мкм;

S_k – коефіцієнт, який залежить від тертя;

$S_k = 4$ при запресовуванні;

$S_k = 6$ при випресовуванні;

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

S_e - коефіцієнт, який залежить від розмірів кільця

$$S_e = B \left[1 - \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 \right],$$

де d_0 – приведений зовнішній діаметр кільця, мм;

$$d_0 = d + \frac{D - d}{4}$$

Визначаємо зусилля випресовування та запресовування зовнішніх обойм роликотідшипників 7224 в з'єднанні картер планетарного редуктора - роликотідшипник 7224.

Діаметр отвора картера складає $D = 215^{+0,011}_{-0,035}$, а зовнішній діаметр роликотідшипника складає $d = 215_{-0,030}$.

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо найбільший натяг в з'єднанні:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = 215,00 - 214,965 = 0,035 \text{ мм} = 35 \text{ мкм}$$

Приведений зовнішній діаметр кільця;

$$d_0 = 120 + \frac{215 - 120}{4} = 143,75 \text{ мм}$$

Визначаємо коефіцієнт, який залежить від розмірів кільця

$$S_e = B \left[1 - \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 \right] = 32 \left[1 - \left(\frac{120}{143,75} \right)^2 \right] = 5,31 \text{ мм},$$

Визначаємо зусилля випресовування та запресовування зовнішніх обойм роликотідшипників 7224;

$$P_{запр} = 10 \cdot 35 \cdot 5,31 \cdot 4 = 7434 \text{ Н} = 7,4 \text{ кН}$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{випр} = 10 \cdot 35 \cdot 5,31 \cdot 6 = 11151 \text{ Н} = 11,15 \text{ кН}$$

Як бачимо найбільше зусилля необхідне для випресовування зовнішніх обойм роликотішипників 7224. Дане зусилля $P_{випр} = 11,15 \text{ кН}$ сприймають виступи захватів.

Визначаємо площу поверхні захвата, на яку діє зусилля необхідне для випресовування зовнішніх обойм:

$$S = a \cdot b = 4 \cdot 18 = 72 \text{ мм}^2$$

Визначаємо напруження зминання на поверхні захватів:

$$\sigma_{зм} = P_{випр} / S = 11150 / 3 \cdot 72 \cdot 10^{-6} = 51,62 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 60,0 \text{ МПа}$$

Для сталі 45, з якої виготовлено захвати $[\sigma_{зм}] = 60 \text{ МПа}$.

Умова міцності витримана.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

Організація безпеки умов праці, дотримання правил техніки безпеки є невідємним атрибутом організації виробництва, вимог трудового законодавства, які входять в обов'язки керівника підприємства. Безпосередньо, розробкою і проведенням заходів з охорони праці здійснює інженер з охорони праці. Відповідає за цю роботу керівництво, яке впровадило заходи з охорони праці, у відділенні відновлення лягає на завідуючого майстерні або керуючого ремонтним підприємством. Ним складені річні та перспективні заходи щодо дотримання вимог охорони праці та покращення умов праці на робочих місцях. Серед цих вимог потрібно вказати необхідність дотримання норм та правил з охорони праці: правових, технологічних, санітарно-гігієнічних.

Організація робочих місць, проїзди та проходи відповідають технологічним вимогам. Відділення обладнане витяжною вентиляцією. У приміщення для відновлення деталей подається холодна вода. Рівні штучного та природного освітлення не відповідають нормативам.

Основними причинами травматизму є: порушення інструкцій при роботі з інструментом, несправний стан обладнання, робота з несправним інструментом, нехтування інструкціями на небезпечних видах робіт. Іншою причиною є: перебування працівників у не тверезому стані, їх низька відповідальність за дотримання технологічної дисципліни.

4.1. Аналіз стану охорони праці в ремонтній майстерні та дільниці ремонту редукторів

Економічна нестабільність в Україні відчутно вплинула на розвиток і діяльність ремонтних майстерень, підприємств, станцій і т.і.

Відсутність коштів, старе обладнання, халатне ставлення робітників і

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ								
Зм	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата	Охорона праці				Літ.	Арк.	Акрушів		
Розробив		Мицак А.М.										47	5
Перевірів		Сиволапов В.А.											
Н. контр.		Ревенко Ю.І.							НУБіП України				
Затвердив													

керівників до техніки безпеки призводить до порушень правил і вимог з охорони праці, а це в свою чергу, до непоправних наслідків: травм, хвороб і смерті. Кожний керівник несе відповідальність за той чи інший нещасний випадок, якщо він стався в робочий час і на території підприємства, тому в ремонтній майстерні ведеться контроль стану охорони праці.

Територія ремонтної майстерні, виробничих, санітарно-побутових та інших приміщень відповідає технологічному процесу ремонтного виробництва та вимогам санітарних норм.

Головний інженер майстерні, або керівник виробничої ділянки проводять первинний інструктаж з охорони праці індивідуально з кожним працівником або з групою працівників, які виконують одну і ту ж роботу, за типовою програмою. Проведення інструктажу на робочому місці реєструється в спеціальному журналі інструктажів. Через 6 місяців після первинного інструктажу робітники проходять повторний інструктаж. Інколи проводяться позапланові інструктажі з охорони праці. При виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками за спеціальністю, проводиться цільовий інструктаж. Паралельно з цим у майстерні виявлено порушення вимог охорони праці. В повній мірі не виконують вимоги пожежної безпеки, особливо на зварювальній ділянці, верстати і обладнання мають прострочений термін експлуатації і пошкоджені, де потрібно відсутні захисні кожухи обертових деталей, ланцюгових передач і з'єднання муфтами. Все це пов'язано з відсутністю потрібних коштів, що мають виділятися на потреби з охорони праці. Крім того, робітники не мають спецодягу, а якщо мають, то старий, подертий і брудний, користуються старими інструментами: ключами, молотками, дрелями, що мають явні пошкодження; підлога на ділянках по ремонту двигунів, коробок передач і зварювальній ділянці пошкоджена і має ями.

4.2. Загальні вимоги безпеки до робочого місця, інструменту та обладнання

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічні процеси у відділенні повинні відповідати таким нормативним актам з охорони праці:

- загальні вимоги безпеки НАОП - 2.2.00-1.01-86;
- вимоги пожежної безпеки ДНАОП - 0.01-1.33-75;
- вимоги безпеки при користуванні транспортними засобами НАОП - 2.0.00-2.02-84;
- вимоги до освітлення НАОП - 2.0.00-2.03-84;
- вимоги до конструкції обладнання НАОП - 2.0.00-7.01-84;
- вимоги до роботи кранів ДНАОП - 0.00-5.18-61;
- вимоги безпеки до спецодягу ДНАОП - 0.05-5.01-83.

Інструмент і пристрої повинні бути справними і зручними при користуванні. У процесі роботи монтажний інструмент спрацьовується, порушується його форма, розміри, з'являються тріщини, які можуть призвести до поломок інструменту та травмування робітника. Працювати ключами з деформованими або спрацьованими губками не дозволяється. Торцеві і накидні ключі повинні бути без зім'ятих граней і тріщин, розвідні, крім того, без коливання в рухомих з'єднаннях. Молотки та кувалди повинні бути міцно насаджені на овальні ручки, які виготовляють з твердих і в'язких порід дерева. Якщо на ручках з'явилися тріщини, їх замінюють. Бойок молотка виготовляють опуклим для центрування удару. Молоток повинен бути без тріщин і забоїн.

Слюсарний верстак обладнаний лещатами і ящиками для інструменту, оббивають зверху залізом так, щоб не було гострих крайок ребер і кутів. Для зручності в роботі слюсар повинен встановити верстак лещата необхідно підкласти під верстак підкладки (для високих слюсарів) або дерев'яні решітки під ноги (для низьких).

Для розбирально-складальних робіт необхідно застосовувати гайкові ключі тільки відповідного розміру. Не дозволяється вставляти в головку ключа більшого розміру підкладки, щоб підігнати ключ до розмірів гайки або головки болта.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закручувати і відкручувати гайки і болти розміщені в незручних місцях слід ключами з тріщитками чи торцевими ключами з шарнірними рукоятками.

Пружини знімають і вставляють за допомогою спеціальних знімачів, щитків, стисних болтів або пристроїв. В окремих випадках встановлюють опору для захисту працівників.

Приміщення станцій і пунктів технічного обслуговування та дільниць майстерні повинні відповідати санітарним нормам і правилам. Підлогу слід робити з твердим покриттям, без щілин, вибоїн і порогів. Робочі місця в приміщенні для обслуговування і ремонту машин необхідно розміщувати так, щоб повністю унеможливити наїзд на працівників.

Забороняється захаращувати робочі місця, проходи і проїзди деталями матеріалом і заготовками. Очищати від пилу і кіптяви вікна, ліхтарі слід не менше чотирьох разів на рік, а освітлювальну апаратуру не менше чотирьох разів на місяць. При виконанні цих робіт, а також при заміні електроламп, які перегоріли, необхідно користуватись безпечними підставками або драбинами.

З приведеної вище схеми ми бачимо, що небезпечна умова і небезпечна дія можуть викликати незалежно одна від другої небезпечну ситуацію, що може привести до небезпечного випадку чи травми. Виникнення тих чи інших небезпечних випадків залежить від характеру технологічних процесів, конструкції пристосувань та інструменту.

Видно, що на дільниці необхідно:

- проводити постійний контроль за виконанням вимог охорони праці;
- обладнати робочі місця наглядними посібниками і стендами по техніці безпеки;
- забезпечити персонал спецодягом і працювати тільки в ньому;
- укомплектувати всі дільниці аптечками першої медичної допомоги.

4.3. Розрахунок штучного освітлення дільниці по ремонту редукторів

До початку розрахунку потрібно визначити такі параметри

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлювальної установки: мінімальний рівень освітлюваності; види та система освітлення, джерело світла, тип світильників та їх розміщення. В результаті розрахунку визначають потрібний світловий потік світильників, за яким по довідкових таблицях знаходять потужність найбільш близького значення стандартної лампи потрібного типу. Вважається допустимим, якщо світловий потік вибраної стандартної лампи відрізняється від розрахункового не більш ніж на -10 або +20%. Якщо ближчі стандартні лампи мають світловий потік, що відрізняється від розрахункового більше ніж -10...+20%, то вибирають машину з більшим, підставляють це значення в розрахунковий вираз і визначають його відносно кількості світильників. При цьому початковий варіант кількості і розміщення світильників лише дещо зміниться.

Розрахункова формула методу коефіцієнту використання світлового потоку має вигляд:

$$\Phi = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta \cdot n \cdot N}, \quad (4.1)$$

де Φ – світловий потік, що освітлює поверхню, ЛМ;

$E_{\min}$ – мінімальна освітленість, ЛК;

Для штучного освітлення робочих місць на ділянці по ремонту мостів

$E_{\min} = 200 \text{ ЛК}$;

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості:

$$Z = \frac{E_{cp}}{E_{\min}} \geq 1, \quad (4.2)$$

Для світильників, що розміщені близько до оптимального варіанту,

$Z = 1,1 - 1,2$;

S – площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

Площа ділянки по ремонту двигунів рівна $S = 72 \text{ м}^2$.

K – коефіцієнт запасу, що компенсує зниження освітленості в процесі експлуатації установки у зв'язку із старінням ламп, забрудненням

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світильників. Залежно від запиленості приміщення і типу ламп, він становить:

для люмінесцентних ламп $K = 1,2 - 2,0$.

Вибираємо для освітлення ділянки люмінесцентні лампи.

Приймаємо $K = 1,5$.

n – кількість світильників. Приймаємо $n = 20$.

N – кількість ламп у світильнику. Приймаємо $N = 2$.

η – коефіцієнт використання світлового потоку, що залежить від ККД та кривої світлорозподілу світильників, коефіцієнт відбиття стелі і стін, висоти підвісу світильників і розмірів приміщення, %.

Визначаємо індекс ОД – по якому знайдемо коефіцієнт використання світлового потоку:

$$i = \frac{S}{h(a+b)}, \quad (4.3)$$

де S – площа приміщення, m^2 ; $S = 72 m^2$.

h – висота підвісу ламп, м; $h = 3,5m$.

a і b – відповідно ширина і довжина приміщення, м; $a = 6m$, $b = 12m$.

Підставивши дані у формулу отримаємо $i = 1,09$. Звідси $\eta = 0,43$.

Розраховуємо світловий потік Φ :

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 72 \cdot 1,2}{0,43 \cdot 20 \cdot 2} = 3413,4 \text{ Лм}.$$

Приймаємо лампи ЛТБ 40-4, для освітлення ділянки по ремонту мостів.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Вимоги з охорони праці при роботі на стенді для розбирання та складання бортових редукторів.

Стенд для розбирання та складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ повинен відповідати вимогам “Правил техніки безпеки і виробничої санітарії для ремонтних підприємств”.

На несправному стенді працювати забороняється, не можна також використовувати ремонтно-технологічне обладнання з несправною загорожою, частин , що обертаються. Ремонт та змащування стенда прводити тільки при відключеному електроживленю. Відходячи від стенда потрібно відключити його від електромережі. Кнопки управління електрообладнанням повинні мати відповідні надписи та відрізнятися кольором.

Біля стенду слід встановити дерев'яні решітки для захисту ніг робітника від холодної кам'яної підлоги.

Частини одєжі можуть бути захоплені частинами стенда, що обертаються або рухаються, і призвести до важких наслідків. Тому перед початком роботи необхідно застігнути на всі гудзики.

Тиск масла в гідросистемі не повинен перевищувати 6,5 Мпа.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

Основними показниками економічної ефективності оцінки ділянки по ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ є сума додаткових капіталовкладень, собівартість ремонту, річний економічний ефект, строк окупності додаткових капіталовкладень.

5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ЦРМ :

$$C_o = C_b + C_{ob} + C_i, \text{ де}$$

C_b - вартість будівлі майстерні;

C_{ob} - вартість обладнання, грн;

C_i - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 500 грн)

Вартість виробничої будівлі:

$$C_b = C_b' \cdot S, \text{ де}$$

C_b' - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м². Для ремонтних піприємств: $C_b' = 14000$ грн/м².

S - виробнича площа

$$C_b = 14000 \cdot 90 = 1260000 \text{ грн.}$$

Вартість установленого обладнання становить 40% від вартості будівлі.

$$C_{ob} = 0,4 \cdot 1260000 = 504000 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 50 % від вартості обладнання

$$C_{in} = 0,5 \cdot 504000 = 252000 \text{ грн;}$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_o = 1260000 + 504000 + 252000 = 2016000 \text{ грн.}$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ 58								
Зм	Арк.	№ докum	Підпис	Дата									
Розробив		Мицак А.М.			Економічна частина проекту				Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевірив		Сиволапов В.А.									54	6	
Н. контр.		Ревенко Ю.І.							НУБіП України				
Затвердив													

Вартість основних фондів дільниці ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ до реконструкції становить 1166000 грн.

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_o - C_o' = 2016000 - 1066000 = 950000 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1

Розрахунок фонду оплати праці

Форма оплати	бортові редуктори гусеничних тракторів
	Капітальний ремонт
Затрати праці на ремонт одного бортового редуктора, люд.-год.	45
Річна програма ремонту мостів, шт	240
Годинні ставки, грн/год	95,00
Річні затрати праці, люд.-год	10800
Основна оплата, грн	1026000
Додаткова оплата, грн	513000
Всього, грн	1539000

5.2. Визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах

Потребу в основних матеріалах і запасних частинах визначаємо в грошовому виразі. При розрахунку виходимо із нормативного відношення між сумами прямих витрат, виражених в процентах.

Знаючи, що для КР тракторів на оплату праці приходить 30 % від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Тоді по нормативах визначаємо, що затрати на запчастини складають 30 %, а матеріали 30%, інші витрати – 10%. Результати заносимо в таблицю 5.2.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2.

Розрахунки прямих затрат, грн.

Витрати	Капітальний ремонт бортових редукторів	
	%	грн
Оплата праці	30	1539000
Запасні частини	30	1539000
Ремонтні матеріали	30	1539000
Інші затрати	10	513000
Всього	100	5130000

5.3. Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати включають відрахування на амортизацію, поточний ремонт будівлі і технологічного обладнання, оплату ІТР і обслуговуючого персоналу майстерні, а також вартість електроенергії, пару, стисненого повітря, спецодягу та взуття.

Відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівлі і обладнання зведено в таблицю 5.3.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3.

Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова вартість, грн.	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	1260000	3,0	37800	3,0	37800
Обладнання	504000	8,0	40320	4,0	20160
Разом	1764000	--	78120	--	57960
Всього		136080			

5.4. Розрахунок собівартості ремонту.

В собівартість ремонту входять витрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали.

Розрахунок фонду заробітної плати.

При виконанні поточного ремонту робітникам іде оплата за виконану нормозміну по 5 розряду тарифної сітки.

Затрати на оплату праці при виконанні поточного ремонту :

$$З_{\text{пр}} = П_{\text{пр}} \cdot О_{\text{ус.р}} = 10800 \cdot 95,00 = 1026000 \text{ грн. ;}$$

Додаткова оплата складає 50%, від основної.

Усі дані розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

Визначаємо фонд оплати праці ІТР та допоміжного персоналу.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4

Фонд оплати праці , грн.

Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	15000	180000	72000	252000
Техробітник	1	9000	108000	43200	151200
Всього:	2		288000	115200	403200

Вартість електроенергії, затрати на додаткові матеріали, спецодяг входить в інші затрати і становить 10 % від основних фондів.

$$Зів = 0,10 \cdot C_o = 0,10 \cdot 2016000 = 201600 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати :

$$C = 5130000 + 136080 + 403200 + 201600 = 5870880 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту бортового редуктора:

$$C_p = \frac{C}{Pr} ;$$

де :

Pr - програма ремонтів бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ

$$C_p = \frac{5870880}{240} = 24462 \text{ грн./шт.};$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5. Техніко - економічні показники

Вартість ремонту відновленого бортового редуктора для споживачів складає 27080 грн.

Ефективність використання праці у РМ встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$Пп = \frac{Пр}{Рс};$$

де :

Рс - середньорічна кількість працюючих, чол.

$$Пп = \frac{240}{4} = 60 \text{ шт./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

$$\Phi = \frac{Пр \cdot 1000}{Со} = \frac{240 \cdot 1000}{2016000} = 0,12 \text{ шт /тис.грн.}$$

де :

Со - вартість основних фондів, тис.грн.

Вартість валової продукції становить

$$ВВП = Цв\text{ідн} * N,$$

де, N – програма ремонту мостів, шт.

Отже,

$$ВВП = 27080 * 240 = 6499200 \text{ грн.}$$

Прибуток становить :

$$П = (Цв\text{ідн} - Св) * N = (27080 - 24462) * 240 = 628320 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить :

$$Р = ((Цв\text{ідн} - Св) / Св) * 100;$$

$$Р = ((27080 - 24462) / 24462) * 100 = 10,7 \text{ \%}.$$

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін окупності капіталовкладень в дільницю ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ визначимо за формулою :

$$T_{\text{ок}} = K / \Pi ;$$

де К – капіталовкладення, грн.

$$T_{\text{ок}} = 950000 / 628320 = 1,5 \text{ року}$$

Економічні показники зводимо до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5.

Економічні показники

ПОКАЗНИКИ	Значення
Річна виробнича програма ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ, шт	120
Додаткові капіталовкладення, грн	950000
Випуск продукції на 100 м ² виробничої площі, шт	2,45
Фондовіддача, шт/тис. грн	0,12
Продуктивність праці, шт/чол	60
Собівартість ремонту бортового редуктора, грн	24462
Відпускна вартість ремонту бортового редуктора, грн	27080
Прибуток., грн	628320
Рентабельність, %	10,7
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	1,5

ВИСНОВКИ

На основі даних комплексного аналізу бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ вирішені задачі відновлення їх працездатності .

В роботі були конкретизовані і вирішені слідуючі задачі:

Дано аналіз існуючих технологій ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

Проаналізовано види пошкоджень деталей бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ, що виникають в процесі експлуатації ;

Розроблено технологічний процес розбирання та складання бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

Складено схеми та карти дефектації деталей бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

Розраховано граничні та допустимі при ремонті зноси та розміри деталей бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

Розроблено технологічний процес відновлення картера планетарного редуктора бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ. Величина зносу посадочних місць під підшипники складає 0,05...0,12 мм. Оптимальним способом відновлення вибрано місцеве осталення.

Розроблено міроприємства з охорони праці при ремонтних роботах бортового редуктора;

Визначено економічну ефективність відновлення працездатності ремонту бортових редукторів гусеничних тракторів ХТЗ;

Додаткові капіталовкладення складають 950 тисяч грн. Строк окупності додаткових капіталовкладень 1,5 року.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ			
Зм	Арк.	№ док-м	Підпис	Дата				
Розробив		Мицак А.М.			Висновок		Літ.	Арк.
Перевірив		Сиволапов В.А.						Акрушів
							61	1
Н. контр.		Ревенко Ю.І.					НУБіП України	
Затвердив								

Література

1. Аулін, В., Ковальов, С., Гриньків, А., & Варваров, В. (2024). Алгоритм оптимізації надійності функціонування та ефективності використання виробничого обладнання методами штучного інтелекту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, (10(41).1), 60–67. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.60-67](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.60-67).

2. Аулін В. В. та ін. Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39)_II. С. 175–189.

3. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин/ [За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків : Вид Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с. : 52 іл.

4. Братішко В. В. Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускною здатністю. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2014. Вип. 27. С. 187-191.

5. Бойко А.І. Оцінка надійності складних систем методом дерева відмов // А.І. Бойко, А.В. Новицький, З.В. Ружилю, С.С. Карабиньох, В.А. Сиволапов, А.А.Засулько / К., Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 8 с.

6. Войналович О. В., Марчишина Є. І. Білько Т. О. Охорона праці у сільському господарстві: підручник. К. Центр учбової літератури. 2017. 691с

7. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. Охорона праці. К.: Урожай, 1994.- 272 с.Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера.–2-е вид.; перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991. – 400 с.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ			
Зм	Арк.	№ док	Підпис	Дата				
Розробив	Мицак А.М.							
Перевірів	Сиволапов В.А.							
Н. контр.	Ревенко Ю.І.							
Затвердив								
					Літ.		Арк.	Акрушів
							62	3
					Література		НУБіП України	

8. Денисенко М. І. Формування точкових зносостійких покриттів на деталях робочих органів ґрунтообробної техніки та кормоприготувального обладнання. Матеріали науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики. Тернопіль 29-30 вересня 2022. С. 118-120.

9. Дзюба Л. Основи надійності машин / Л. Дзюба, Ю. Зима, Ю. Лютий // Львів, «Логос», 2003. – 201

10. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К.Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.

11. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. – К.: Урожай, 1990, –218 с.

12. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення зношених деталей хонінгуванням”. С.С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення циліндрів (гільз) автотракторних двигунів розточуванням під ремонтний розмір”. С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016 .

14. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Відновлення зношених деталей хромуванням". П.С. Попик, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, А.А. Троц. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2019.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення колінчастих валів шліфуванням корінних і шатунних шийок під ремонтний розмір” А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, О.О. Банний. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

16. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичної роботи "Розробка ремонтних креслень”. Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

17. Молодик М.В. та ін. Відновлення деталей машин. – К.: Урожай, 1995, –542 с.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

18. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95.- К.: Держстандарт України, 1995.–51 с.

19. Надикто В. Т., Кюрчев В. М. Математичне моделювання функціонування машинно-тракторних агрегатів. Збірник наукових праць ТДАТУ. 2010. Вип. 10, т. 7. С. 3–9.

20. Науменко О. А., Беловод О. І. Розвиток інфраструктури технічного сервісу машин АПК / Сучасні проблеми землеробської механіки : збірник тез доповідей XIX міжнар. наук. конф. (м. Житомир, 16-18 жовтня 2022 р.).Київ Житомир, 2022 р. С. 255-258

21. Новицький А. В., Карабиньох С. С., Ружи́ло З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.

22. Новицький А.В., Ружи́ло З.В., Банний О.О., Бистрий О.М., Сиволапов В.А. Надійність машин та обладнання. Частина 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання. К.: НУБіПУ, 2023. 211 с.

23. Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник – Ніжин:Видаве Видавець ПП Лисенко М.М., 2013.-752 с.

24.. Ружи́ло З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Попик П. С., Мельник В.І. Надійність машин та обладнання. Частина 2. Ремонтування машин та відновлення деталей: навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2023. 313 с.

25. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с.

26. Технічне обслуговування і ремонт машин в сільському господарстві: Підручник для поч. проф.освіти / [В. В. Курчаткін, А. Н. Батищев та ін.]; Під ред. В. В. Курчаткіна. - 2-е вид., стерши. - М.: Видавничий центр "Академія", 2008. - 464 с.

					01.12 - КР. 1044"С" 2026.04.15.016 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ДОДАТКИ