

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М. Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти
на тему: «Організація технології ремонту деталей тракторів в умовах
аграрного виробництва»

Виконав:

(підпис)

Подлозний Д. І.

Група:

АІ 2101–1

(Науковий) керівник:

(підпис)

Тарельник Н. В.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ППІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ТРАКТОРІВ.....	5
1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства.....	5
1.2 Умови роботи тракторів.....	6
1.3 Аналіз видів зношування деталей тракторів.....	8
1.4 Висновки до розділу 1.....	13
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1 Сучасні методи відновлення зношених деталей тракторів.....	15
2.2 Технологічні розрахунки ремонтного підприємства.....	18
2.3 Конструктивна частина.....	26
2.4 Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	30
3.1 Технологія ремонту деталі.....	30
3.2 Конструктивне рішення.....	31
3.3 Висновки до розділу 3.....	32
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ РОЗРОБКИ.....	34
4.1 Оцінка ефективності використання запропонованої розробки.....	34
4.2 Підрахунок вартості реалізації розробки.....	38
4.3 Висновки до розділу 4.....	38
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	39

5.1 Доцільність впровадження заходів охорони праці в умовах підприємства аграрно промислового комплексу.....	39
5.2 Організація умов праці у середовищі ремонтних майстерень та підприємств.....	40
5.3 Організація санітарії та робочого простору робітників.....	41
5.4 Організація пожежної безпеки підприємств АПК.....	42
5.5 Висновки до розділу 5.....	43
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ВСТУП

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей діяльності людства. Забезпечення продуктами харчування — одна з базових потреб життєдіяльності людини. Будь-який розвиток і функціонування суспільства в цілому неможливе без задоволення основних потреб для існування, однією з яких є продовольча безпека.

Кількість населення на планеті Земля збільшується з кожним роком, а тенденція до його зростання тільки прискорюється, що обумовлено покращенням рівня життя та розвитку людської цивілізації. Це вимагає постійного збільшення об'ємів виробництва харчової продукції, що досягається шляхом збільшення сільськогосподарських угідь та впровадженням нових технологій, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів задля підвищення продуктивності.

Основним засобом механізації у сфері сільського господарства виступає трактор. Він є енергетичною одиницею що в поєднанні з сільськогосподарськими агрегатами та машинами утворює машинно-тракторний агрегат, який забезпечує виконання необхідних технологічних операцій. Застосування МТА дозволяє підвищити ефективність сільськогосподарських підприємств та збільшити об'єми вироблення продукції, що є ключовим в умовах постійного збільшення попиту на харчову продукцію.

Однак експлуатація засобів механізації тягне за собою додаткові витрати у вигляді необхідності використання витратних матеріалів та потреби у здійсненні технічного обслуговування для забезпечення їх коректного функціонування. З метою збереження економічної доцільності, в заходах технічного обслуговування застосовують різні технології та методи відновлення деталей сільськогосподарських машин.

1 ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ТРАКТОРІВ

1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства

Аналіз проблем підвищення надійності та довговічності деталей тракторів, а також дослідження технологій та методів відновлення деталей тракторів відбувався на базі Сумського національного аграрного університету. У практичній частині роботи проводилося відновлення деталей трактора ЮМЗ моделі 8244.2. Установа спеціалізується на навчальній та науково-дослідній діяльності у сфері сільського господарства. Проводяться дослідження за напрямками біотехнологічних, селекційно насінневих та інженерно-технічних розробок в аграрній галузі.

Університет має широку матеріально-технічну базу, яка включає навчально-дослідне господарство з площею землекористування 2,6 тисячі гектарів, що використовується для практичної підготовки студентів та проведення наукових досліджень [1]. Проводиться обробіток сільськогосподарських угідь з метою забезпечення утримуваних тварин та птиці, а також отримання додаткових фінансових ресурсів від реалізації виробленої продукції.

Таблиця 1.1 – Використання с.-г. угідь у 2022-2023 роках, тис. грн.

Показники	од. виміру	2022	2023	Відхилення, +,-
Усього земельних угідь :	Га	523,18	523,18	*
- з них сільськогосподарських угідь	Га	432,56	432,56	*
- з них обробляється власними силами	Га	66,12	66,12	*
Фінансові результати				
Усього надійшло коштів від обробітку ґрунту	тис.грн.	1469,4	1810,8	341,4
Отримано доходу від обробітку гектарів власними силами				
Від обробітку власними силами	грн/га	360,9	389,4	28,5

В структурі університету функціонують майстерні, на базі яких проводяться навчально-дослідницькі роботи, технічний огляд та обслуговування сільськогосподарських тракторів, комбайнів та інших машин та агрегатів як вітчизняного виробництва, так і закордонних аналогів фірм Claas, John Deere, New Holland, Case.

1.2 Умови роботи тракторів

Експлуатація тракторів передбачає їх застосування у сільському господарстві з метою виконання необхідних агро-технологічних операцій. Роботоспроможність енергетичного засобу та його функціональна придатність до реалізації технологічних операцій визначається його технічним станом. В процесі використання тракторний засіб піддається великому спектру впливів робочого середовища, що негативно позначається на витривалості та довговічності тракторного засобу призводячи до зношення його вузлів та деталей. Серед чинників, що впливають на зношування елементів трактора можна виділити структурно-хімічний склад ґрунту та природно-кліматичні умови навколишнього середовища.

Ґрунтовий склад впливає на режими роботи енергетичного засобу. Більш структурно важкий ґрунт здійснює більше навантаження на системи тракторного агрегату, що призводить до більшого використання паливно-енергетичних ресурсів та інтенсивнішого вичерпання ресурсу двигуна й інших вузлів та деталей. Експлуатація енергетичного засобу у більш абразивному та агресивному за хімічним складом, через застосування добрив і наявність вологи, ґрунтовому середовищі сприяє швидшому механічному та корозійному зношенню деталей і вузлів.

Різноманітні природно-кліматичні чинники постійно впливають на показники надійності та довговічності систем трактора. Температурні

коливання, наявність опадів та вологи в навколишньому середовищі корелюють з показниками пошкодження та зношення його деталей[2].

У весняно-літній експлуатаційний період підвищується запиленість робочого простору. Пилові часточки є абразивним середовищем, яке впливає на інтенсивність абразивного зношення підшипникових вузлів тракторного засобу, його паливної апаратури та кривошипно-шатунного механізму та інших деталей. Також запиленість може призводити до підвищення засміченості радіатора трактора шляхом забруднення його серцевини, що в свою чергу зменшить коефіцієнт віддачі тепла поверхнею охолодження в навколишнє середовище та збільшить аеродинамічний опір радіатора. Це може спричинити перегрівання, порушити тепловий режим роботи двигуна та інших систем, що призведе до зменшення робочого ресурсу двигуна, пошкодження деталей та збільшення їх зношування в цілому.

У період виконання осінньо-зимових робіт відбувається підвищення кількості опадів та зниження температури навколишнього середовища. Збільшення рівня вологи та опадів призводить до інтенсифікації корозійних процесів, а через зниження температурних показників навколишнього середовища суттєво погіршуються умови функціонування систем та механізмів енергетичного засобу. Внаслідок зниження температури змінюються властивості паливно-мастильних матеріалів, робочих рідин гідравлічних систем, зазнають погіршення умови роботи поверхонь тертя, систем охолодження двигуна, систем мащення. Відбувається ускладнення функціонування систем живлення тракторного двигуна, гідравлічних систем й інших вузлів, деталей та агрегатів. Підвищуються показники в'язкості картерних і трансмісійних оливок, що в свою чергу призводить до потреби у витраті додаткового крутного моменту на подолання збільшеного опору трансмісійної системи трактора та провертання колінчастого вала двигуна. На подоланні більших опорів може витрачатися до 50% потужності двигуна. В

результаті зростання в'язкості погіршуються змащувальні властивості олив і мастил, що спричиняє різке збільшення зношування поверхонь тертя.

1.3 Аналіз видів зношування деталей тракторів

Будь-які машини та механізми в процесі експлуатації піддаються процесам, які призводять до їх зношування. З часом експлуатації під впливом навантажень і дією навколишнього середовища поступово деформуються поверхні робочих деталей; зростають зазори і порушується натяг нерухомих з'єднань; втрачаються показники пружності, намагніченості та інші властивостей деталей; порушується їх взаємне розташування, що призводить до погіршення зачеплень шестерень, з'являються додаткові навантаження та вібрації; починають утворюватися відкладення нагару і накипу, погіршуючи показники відведення тепла від теплонавантажених деталей і тому подібне. В результаті відбуваються зниження та погіршення основних показників надійності машин та механізмів[3]. Велика кількість вчених працюють та проводять дослідження у сфері трибології та суміжних наук з метою покращення показників надійності, довговічності та витривалості машин та механізмів. Відповідно до властивостей матеріалів з яких виготовлені деталі, що працюють в умовах тертя, навколишнього середовища та інших зовнішніх впливів можуть виникати механічні, хімічні та теплохімічні процеси, що призводять до зношування. Види зношування деталей машин можна систематизувати та класифікувати за характером процесу зношування.

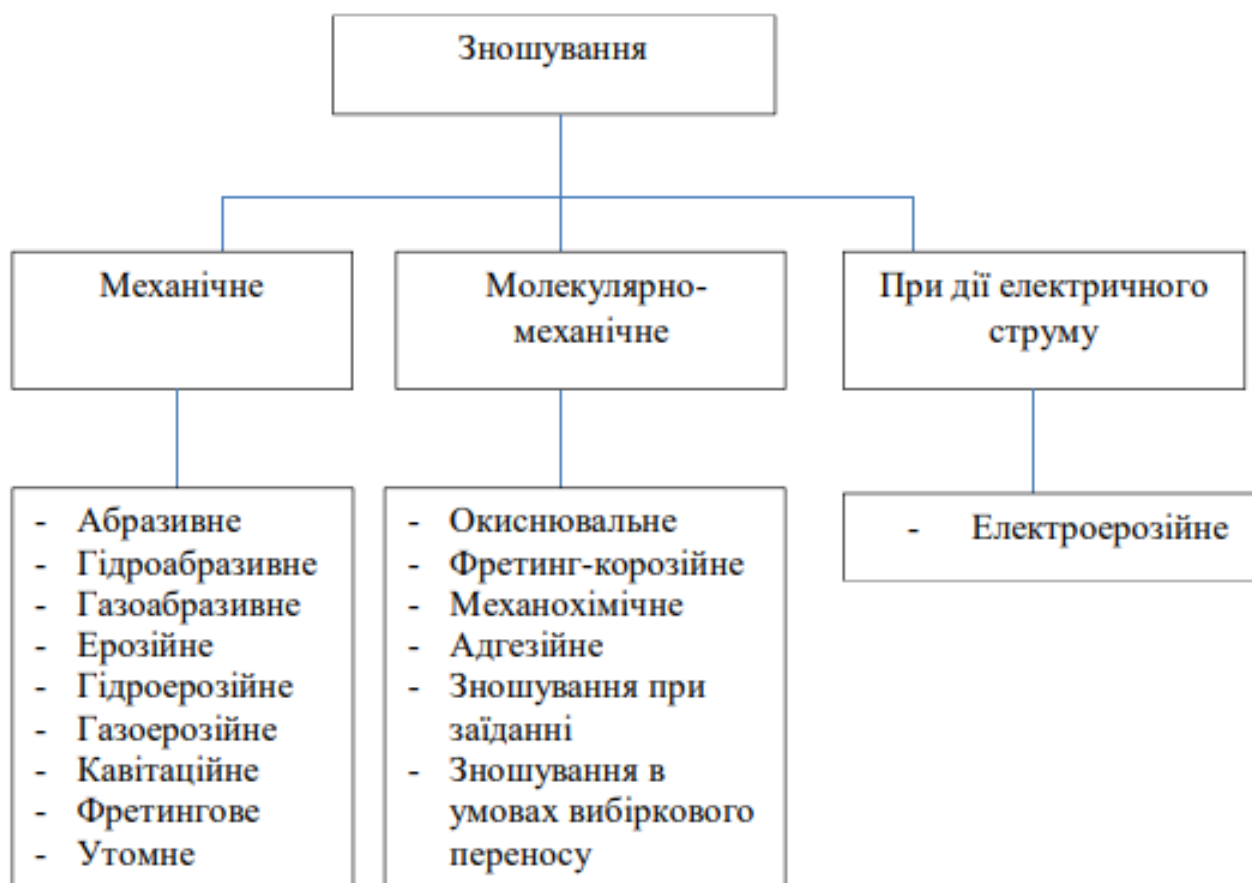


Рисунок 1.1 – Класифікація видів зношування деталей [4].

Механічне зношування — це процес зношування який виникає через механічні впливи під час тертя деталей. Відповідно до характеру впливів виділяють наступні види механічного зношування.

Абразивне зношування — виникає внаслідок дії твердих тіл або частинок, що спричиняє ріжуче або дряпаюче пошкодження поверхонь деталей. Абразивне зношування характерне при терті ковзанні та коченні з ковзанням. Абразивні частинки потрапляють на контактні поверхні з'єднань у вигляді відходів обробки та забруднень, або можуть бути продуктами зносу самих деталей. У процесі абразивного зношування відбувається утворення пилу, окисних плівок, продуктів нагару та накипу або абразивних частинок внаслідок викришування матеріалу контактуючих з'єднань. Деталі ходових систем тракторних засобів є вразливими до впливів процесів ударно-механічного та корозійно-механічного абразивного зношування через

абразивний та хімічно агресивний склад ґрунту. Абразив потрапляючи в зазори пар тертя викликає пластичні деформації та вмінання деталей.

Гідро- та газоабразивне зношування відбувається за рахунок наявності в робочій рідині або газі абразивних частинок у вигляді пилу, стружки, продуктів згоряння і зносу, та їх взаємодії з поверхнями систем, механізмів та деталей енергетичного засобу. Гідро- та газоабразивному зношенню піддаються гідро- та пневмосистеми, газорозподільні й трансмісійні механізми тракторів. Інтенсивність зношування залежить від кількості абразивних частинок в робочій рідині або газі.

Утомне зношування поверхонь тертя або їх ділянок та елементів виникає внаслідок деформації мікро об'ємів поверхневих шарів металів деталей, які працюють під повторюваними навантаженнями, що спричиняє виникнення утомних тріщин та відокремлення частинок. Підшипники кочення, фрикційні та зубчасті передачі, кулачкові та інші механізми вразливі до процесів утомного зношування.

Ерозійне зношування виникає через механічну взаємодію поверхонь деталей механізмів з ударними потоками рідин, газів та пару високої швидкості із подальшим їх руйнуванням шляхом утворення мікро деформацій, відшарування та вимивання певних об'ємів матеріалу. Показник інтенсивності ерозійних процесів залежить від величини кінетичної енергії потоку газу або рідини, що може створювати значні напруження. Дії процесів ерозії піддаються елементи тракторної гідравлічної апаратури високого тиску та поршневі кільця двигунів. Від гарячої газової ерозії відпрацьованих газів руйнуються покриття деталей.

Кавітаційне зношення — це процес механічного зношування поверхонь деталей за умови руху твердого тіла в потоці рідини, в якому створюються бульбашки пари та газу, які при переході в зону високого тиску та температури конденсуються створюючи умови для гідродару. Від кавітаційного зношення страждають деталі двигунів внутрішнього згоряння.

Явище молекулярно-механічного зношення відбувається при поєднанні механічних впливів та дії молекулярно-атомарних сил. Серед молекулярно-механічних зношень розрізняють: зношування при заїданні, окислювальне, адгезійне, механохімічне, фретинг-корозійне та зношування в умовах вибіркового переносу часток матеріалу.

Зношування при заїданні відбувається через схоплювання та глибинного виривання матеріалу деталей з подальшим перенесенням його з однієї поверхні тертя на іншу, в результаті чого утворювані нерівності впливають на поверхні деталей з'єднань. Передумовами для протікання процесу зношення при заїданні є вплив високих температур при пружній деформації поверхневих шарів деталей та руйнування мастильної плівки на поверхнях тертя.

Зношування при заїданні спостерігається в системах та механізмах тракторів, які перебувають під великими навантаженнями, до яких відносяться важко навантажені підшипники ковзання, зубчасті передачі та шарнірні з'єднання. Також від процесу зношування при заїданні страждають деталі циліндро-поршневої групи тракторних двигунів.

Вибірковий перенос — це вид фрикційної взаємодії, що забезпечується за умови проходження на поверхнях тертя певних фізико-хімічних реакцій, в результаті яких на поверхнях утворюється тонкий захисний шар який зменшує зношування деталей та інтенсивність тертя. Технологія вимагає додавання до складу мастильних олив спеціальних присадок з мікро часточками м'яких металів, таких як мідь. У оліві міль окислюється, а розчинені йони міді осідають в зонах тертя покриваючи їх захисним шаром. За умови пошкодження цього шару порушується режим роботи з'єднання деталей та посилюються окислювальні процеси, що призводить до зростання інтенсивності зношення.

Окисне зношування характерне майже для всіх деталей тракторів та будь-яких машин в цілому. Процес окисного зношення відбувається в результаті контакту поверхневих шарів матеріалу деталей з киснем з навколишнього середовища, утворюючи окисні плівки за допомогою явища

кисневої абсорбції та дифузії. Утворені окисні плівки створюють передумови для інтенсивнішого зношення та руйнування деталей.

Фреттинг-корозія є процесом механохімічного зношення поверхонь контакту тіл, які перебувають в стані невеликих відносних коливальних переміщень. Фреттинг-корозія спричиняє руйнування утворюючи на поверхнях контакту деталей дрібні каверни та продукти корозії у вигляді плям, порошку або нальоту. Через малий діапазон переміщень контактуючих поверхонь відбувається зосередження пошкоджень на малих ділянках. Продукти зношування не мають змоги покинути зону контакту, в результаті чого підвищується тиск та зростає їх абразивна дія на деталі. Фреттинг-ерозія спричиняє появу глибоких каверн та продуктів корозії на поверхнях таких деталей, як вали, зубчасті колеса, диски, муфти, тощо.

Зношування при дії електричного струму протікає в матеріалах внаслідок впливу на поверхні тертя електричних зарядів. Подібне зношування характерне для контактів колекторних кілець та щиток генераторів або стартерів. Окислення наведених деталей призводить до більш інтенсивного зносу та іскріння.

Аналіз наукових робіт, які досліджують питання зношування деталей тракторів показав, що абразивне зношування та його підвиди, а також комбінації абразивного та інших можливих видів зношення найбільше розповсюджені як причина поломок та втрати працездатності систем і деталей тракторних засобів. Це пов'язано з умовами навколишнього середовища та необхідністю виконання технологічних операцій, які призводять до великих навантажень систем та механізмів енергетичного засобу. Польові умови є високоабразивним середовищем, а ґрунтообробні роботи вимагають великих навантажень деталей, механізмів та систем вцілому. За даними досліджень, зношування поверхонь деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин приблизно наведено на рисунку 1.2 .

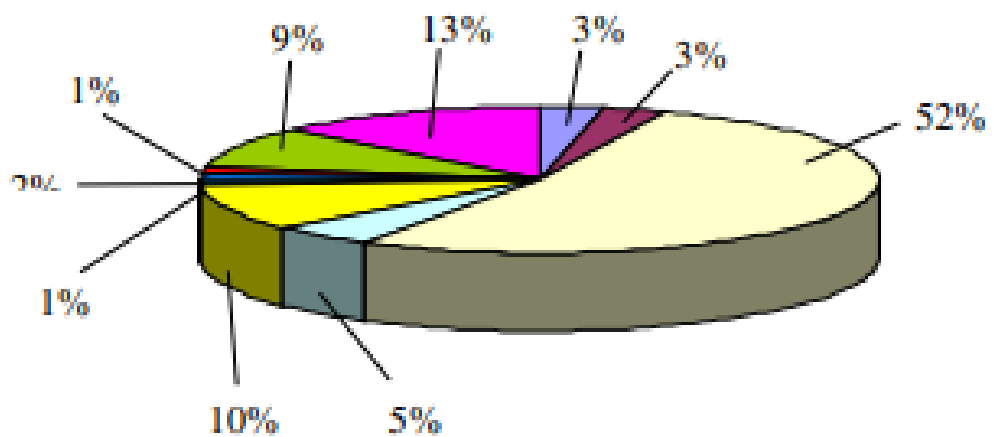


Рисунок 1.2 – зношування поверхонь деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин [5].

Циліндричних поверхонь — 52%; конічних й сферичних — 3%; пазів, канавок, лисок — 5%; різьблень — 10%; плоских поверхонь — 1%; зубів шестерень — 2%; профільних фасонних поверхонь — 1%; тріщини й злами — 9%; порушення геометричної форми — 13%.

1.4 Висновки до розділу 1

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто питання умов експлуатації та функціонування тракторних засобів та впливів, які здійснює на них навколишнє середовище.

Проаналізовано та визначено можливі види зношувань деталей, механізмів та систем тракторів, а також механізми впливів зношувань на тракторний засіб.

Робоче середовище енергетичних засобів є агресивним та сприятливим для протікання зношувальних процесів. Інтенсивність зношування є індивідуальним для кожної деталі відповідно до її експлуатаційних умов.

Найпоширенішим є абразивне зношування, однак здебільшого вони є комбінованими, і на одну деталь можуть впливати різні види зношування одночасно, що залежить від умов її функціонування та сторонніх впливів, які на неї здійснюються.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Сучасні методи відновлення зношених деталей тракторів

Сучасний етап розвитку науково-технічного прогресу відкриває великі можливості та перспективи у сфері ремонтно-відновлювальної діяльності. Сучасні технологічні розробки дозволяють суттєво підвищити показники якості та ефективності деталей машин, що проходять ремонтно-відновлювальний технологічний процес. За дотримання відповідних технологічних умов та підборі коректного сучасного способу відновлення, деталь не поступатиметься якісними показниками новій. Визначення та обрання оптимального способу відновлення залежить від великого спектру факторів, серед яких можна виділити: технологічний рівень відповідного ремонтного підприємства; характер пошкоджень деталі та ступінь її спрацювання; економічна доцільність застосування методів відновлення; необхідні показники точності та якості відновлення деталі. В подальшому буде наведено сучасні методи відновлення деталей тракторів, їх технологічні аспекти, переваги та недоліки відповідних методів.

Метод плазмового наплавлення полягає у нанесенні на поверхню відновлюваної деталі розплавленого металу формуючи новий шар в зоні зносу або пошкодження деталі. Матеріал та відповідна ділянка деталі зплавляються під впливом надвисоких температур плазмового потоку утворюючи нероз'ємне з'єднання[6]. Плазмовий потік генерується плазмотроном за рахунок пропускання інертного газу через дугу, що утворюється між катодом і анодом на які подається струм високої потужності та напруги. Проходячи через дугу газ іонізується утворюючи плазму. Завдяки надвисоким температурам плазмового процесу відсутні обмеження на застосування тугоплавких сумішей порошків, сплавів або дротів в якості присадного матеріалу, що дозволяє надавати відновлюваній деталі необхідних якісних показників комбінуючи та

поєднуючи різні метали. Однак висока температура плазмового процесу спричиняє негативний вплив на показники зони термічного впливу. Плазмове наплавлення має велику зону термічного впливу, що в свою чергу спричиняє структурні зміни поверхонь відновлюваної деталі[7]. Зміна структури призводить до погіршення експлуатаційно-технічних характеристик деталі. До інших недоліків відновлення деталей методом плазмового наплавлення можна віднести обмеження у можливостях керування процесом наплавлення та відносна пористість утвореного з'єднання. До переваг застосування методу відновлення деталей плазмовим наплавленням також можна віднести відносно меншу вартість обладнання в порівнянні з іншими високотехнологічними методами відновлення деталей, високу продуктивність та менші часові затрати відносно інших сучасних методів відновлення, отримання наплавленого шару з високими показниками стійкості до зносу та корозії.

Сутність методу відновлення деталей лазерним зварюванням полягає у нанесенні на відновлювану поверхню шару присадкового матеріалу з подальшим його розплавленням за допомогою концентрації потоку фотонів світла високої потужності, що впливають на атомарно-молекулярну структуру речовини деталі спричиняючи розплавлення та поєднання присадкового шару з поверхнею деталі. Лазерне зварювання проводиться в середовищі інертного газу задля запобігання можливому утворенню окисної плівки в процесі зварювання. Потік фотонів утворюється в результаті збудження великою кількістю енергії кристала лазера, котрий випромінює фотони, які в газовому середовищі середовищі спричиняють ланцюгову реакцію з масовим випромінюванням фотонів, які фокусуються та направляються відбивними дзеркалами лазера[8]. Завдяки концентрації енергії лазера під час лазерного зварювання відбувається утворення дрібнозернистої структури поверхні деталі з високоякісними механічними властивостями. Процес лазерного зварювання є високо контрольованим, що дозволяє отримувати необхідні фізичні властивості та технічні якості відновлюваної деталі. Завдяки точному фокусуванню фотонів мінімізується зона термічного впливу на поверхню

деталі, що позитивно впливає на структурну будову[9]. Можливість точного фокусування променя дозволяє проводити відновлювальні операції зі складними за будовою деталями. Лазерна технологія відновлення деталей забезпечує можливість нанесення тонких шарів матеріалу від 1 міліметра на поверхню деталі. До недоліків застосування лазерних методів відновлення деталей можна віднести високу вартість обладнання, порівняно низьку продуктивність та високі часові затрати на проведення операцій, недоцільність застосування лазерних установок для відновлення великих ділянок пошкоджень та зносу великогабаритних деталей. Також лазер є чутливим до чистоти поверхні відновлюваної деталі. Навіть незначне забруднення поверхні деталі здатне спричинити появу тріщин та пористості в процесі відновлення.

Метод відновлення деталей електронно-променевою обробкою є однією з найбільш досконалих та просунутих технологій доступних на даний момент. Методи електронно-променевої обробки матеріалів знаходять широке застосування у багатьох високотехнологічних галузях. За цих методів матеріали піддаються обробці високоінтенсивним електронним пучком, який генерується електронною гарматою[10]. Електрони вилітаючи з катода електронної гармати прискорюються напругою та збираються у пучок конічної форми під впливом прискорюючих та фокусуєчих електричних полів. Далі утворений пучок проходить через систему фокусуєчої лінзи та електромагнітних котушок, які за допомогою електромагнітного поля відхиляють потік електронів, спрямовуючи його до поверхні оброблюваного зразка. Потік електронів є безперервним, обробка поверхні зразка відбувається в момент проходження зразка під потоком електронів з електронної гармати. Зразок рухається за відповідною траєкторією[11]. Від обраної траєкторії руху залежить швидкість охолодження та час існування ванни розплавленого металу, що в свою чергу дозволяє цілеспрямовано впливати на структуру та властивості оброблюваного зразка. Електронний промінь є регульованим, що дозволяє досягти точної локалізації тепла та мінімізувати зону термічного впливу на поверхню оброблюваної деталі, що

робить метод електронно-променевої обробки придатним до відновлення технологічно складних деталей зберігаючи їх фізичні на експлуатаційні властивості. Ширина зони наплавлення від 0.5 до 3 міліметрів, товщина наплавленого шару за один прохід променя складає від 0.1 до 3 міліметрів. Електронний промінь має високу проникаючу здатність, що дозволяє обробляти будь-які матеріали з використанням як легкоплавких так і тугоплавких присадкових порошків, металів, сплавів[12]. До недоліків методу відновлення деталей електронно-променевою обробкою можна віднести високу вартість технологічного обладнання та обмеження можливих розмірів оброблюваних деталей. Також суттєвим недоліком є обмеження у вигляді необхідності проведення процесу обробки виключно у середовищі вакууму, що обумовлено природою процесу електронно-променевої обробки. Молекули будь-якого середовища перешкоджають потраплянню електронів на поверхню оброблюваної деталі.

2.2 Технологічні розрахунки ремонтного підприємства

В умовах будь-якого підприємства доцільно проводити технологічні розрахунки з метою визначення та аналізу часових затрат на технічне обслуговування і ремонтно-відновлювальні роботи та подальшого вдосконалення і оптимізації цих процесів. В подальшому буде проведено технологічні розрахунки умовного ремонтного підприємства з обслуговування тракторів, а також розраховано часові затрати на обслуговування трактора ЮМЗ-8244.2.

Прийmemo ремонтний фонд умовного підприємства в кількості 24 одиниці тракторів ХТЗ – 121.

Таблиця 2.1 – Нормативні показники планового навантаження і трудомісткості ремонтних операцій та ТО трактора ХТЗ-121

Показник	ХТЗ - 121
1. Річне навантаження, м.год., т.км., га	1500
2. Норматив наробітку до КР, м.год., т.км., га	5000
3. Норматив наробітку до ПР, м.год., т.км., га	2500
4. Норматив наробітку до ТО-3, м.год., т.км., га	1000
5. Норматив наробітку до ТО-2, м.год., т.км., га	500
6. Норматив наробітку до ТО-1, м.год., т.км., га	250
7. Норматив трудомісткості ПР, люд. год.	180
8. Норматив трудомісткості ТО-3, люд. год.	50
9. Норматив трудомісткості ТО-2, люд. год.	11,5
10. Норматив трудомісткості ТО-1, люд. год.	7

Визначаємо кількість ремонтів і ТО:

кількість капітальних ремонтів:

$$K_{\text{КР}} = \frac{B_p \cdot n}{P_{\text{КР}}} \quad (2.1)$$

де B_p - річне навантаження одиниці техніки, м.год.;

n - кількість техніки даного найменування;

$P_{\text{КР}}$ - періодичність капітального ремонту даної техніки, м.год.

$$K_{\text{КР}} = \frac{1500 \cdot 24}{5000} = 7,2$$

Приймаємо $K_{\text{КР}} = 7$ шт.

кількість поточних ремонтів:

$$K_{\text{ПР}} = \left(\frac{B_p \cdot n}{P_{\text{ПР}}} \right) - K_{\text{КР}} \quad (2.2)$$

де $P_{\text{ПР}}$ – періодичність поточного ремонту даної техніки, м.год.

$$K_{\text{ПР}} = \left(\frac{1500 \cdot 24}{2500} \right) - 7 = 7,4$$

Приймаємо $K_{\text{ПР}} = 7$ шт.

кількість ТО-3:

$$K_{\text{ТО-3}} = \left(\frac{B_p \cdot n}{P_{\text{ТО-3}}} \right) - K_{\text{КР}} - K_{\text{ПР}} \quad (2.3)$$

де $P_{\text{ТО-3}}$ – періодичність ТО-3 даної техніки, м.год.

$$K_{\text{ТО-3}} = \left(\frac{1500 \cdot 24}{1000} \right) - 7 - 7 = 22$$

Приймаємо $K_{\text{ТО-3}} = 22$ шт.

кількість ТО-2:

$$K_{\text{ТО-2}} = \left(\frac{B_p \cdot n}{P_{\text{ТО-2}}} \right) - K_{\text{КР}} - K_{\text{ПР}} - K_{\text{ТО-3}} \quad (2.4)$$

де $P_{\text{ТО-2}}$ – періодичність ТО-2 даної техніки, м.год.

$$K_{\text{ТО-2}} = \left(\frac{1500 \cdot 24}{500} \right) - 7 - 7 - 22 = 36$$

Приймаємо $K_{\text{ТО-2}} = 36$ шт.

кількість ТО-1:

$$K_{\text{ТО-1}} = \left(\frac{B_p \cdot n}{P_{\text{ТО-1}}} \right) - K_{\text{КР}} - K_{\text{ПР}} - K_{\text{ТО-3}} - K_{\text{ТО-2}} \quad (2.5)$$

де $P_{\text{ТО-1}}$ – періодичність ТО-1 даної техніки, м.год.

$$K_{\text{ТО-1}} = \left(\frac{1500 \cdot 24}{250} \right) - 7 - 7 - 22 - 36 = 72$$

Таблиця 2.2 – Кількість ремонтів і ТО тракторів ХТЗ – 121

Ремонтна операція	Кількість тракторів
К.Р.	7
П.Р.	7
ТО-3	22

Продовження табл. 2.2

Ремонтна операція	Кількість тракторів
ТО-2	36
ТО-1	72

Розрахунок трудомісткості основних робіт програми

Загальний річний об'єм робіт ремонтного підприємства складається з трудомісткості основних робіт з ремонту і ТО машин і допоміжних робіт, обсяг яких приймається в процентному співвідношенні до основних. При цьому, капітальний ремонт техніки планується виконувати на спеціалізованих підприємствах, тому до програми підприємства ці роботи не входять.

Обсяг робіт з ТО і ремонту тракторів визначається за формулами:

$$T_P = K_P \cdot N_P \quad (2.6)$$

де K_P – кількість відповідних ремонтів, шт., (табл. 2.2);

N_P – нормативи трудомісткості ремонтів, люд. год., (табл. 2.1).

$$T_{TO} = K_{TO} \cdot N_{TO} \quad (2.7)$$

де K_{TO} – кількість відповідних ТО, шт., (табл. 2.2);

N_{TO} – нормативи трудомісткості ТО, люд. год., (табл. 2.1).

трудомісткість поточного ремонту:

$$\begin{aligned} T_{ПР} &= K_{ПР} \cdot N_{ПР} \\ T_{ПР} &= 7 \cdot 180 = 1260 \text{ год.} \end{aligned} \quad (2.8)$$

трудомісткість ТО-3:

$$\begin{aligned} T_{TO-3} &= K_{TO-3} \cdot N_{TO-3} \\ T_{TO-3} &= 22 \cdot 50 = 1100 \text{ год.} \end{aligned} \quad (2.9)$$

трудомісткість ТО-2:

$$\begin{aligned} T_{\text{ТО-2}} &= K_{\text{ТО-2}} \cdot H_{\text{ТО-2}} \\ T_{\text{ТО-2}} &= 36 \cdot 11.5 = 414 \text{ год.} \end{aligned} \quad (2.10)$$

трудомісткість ТО-1:

$$\begin{aligned} T_{\text{ТО-1}} &= K_{\text{ТО-1}} \cdot H_{\text{ТО-1}} \\ T_{\text{ТО-1}} &= 72 \cdot 7 = 504 \text{ год.} \end{aligned} \quad (2.11)$$

загальну трудомісткість робіт визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} T_{\Sigma\text{МР}} &= T_{\text{МР}} + T_{\text{ТО-3}} + T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-1}} \\ T_{\Sigma\text{МР}} &= 1260 + 1100 + 414 + 504 = 3278 \text{ год.} \end{aligned} \quad (2.12)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Обсяги робіт з ТО і ремонту тракторів ХТЗ – 121

Види робіт	Часові затрати
П.Р	1260
ТО-3	1100
ТО-2	414
ТО-1	504
Всього	3278

Обсяг допоміжних робіт включає роботи з ТО і ремонту устаткування ремонтної майстерні, відновлення деталей і виготовленню нескладних запасних частин, ремонту і виготовленню технологічної оснастки та інструменту, ТО і ремонту обладнання тваринницьких ферм та інші невраховані роботи.

$$T_{\text{рік}} = T_{\text{МТП}} + 0,35 \cdot T_{\text{МТП}} \quad (2.13)$$

де $T_{\text{МТП}}$ – основний обсяг робіт ремонтної майстерні, год.;

$T_{\text{рік}}$ – повний річний обсяг робіт ремонтної майстерні, год.

$$T_{\text{рік}} = 3278 + 3278 \cdot 0,35 = 4425,3 \text{ год.}$$

Розрахунок кількості періодичних технічних обслуговувань і ремонтів для трактора ЮМЗ – 8244.2:

Види та кількість технічних обслуговувань для тракторів, експлуатація яких почалася не співпадаючи з початком планового року обчислюються відповідним методом, який враховує не мотогодини роботи, а витрачену кількість палива в літрах до наступного проведення відповідного виду технічного обслуговування чи ремонту.

Таблиця 2.4 - Нормативні показники витрат палива планового навантаження трактора ЮМЗ – 8244.2

Показник, л.	ЮМЗ - 8244.2
Плановий наробіток	8760
Норматив наробітку до КР	43800
Норматив наробітку до ПР	14600
Норматив наробітку до ТО-3	7300
Норматив наробітку до ТО-2	3650
Норматив наробітку до ТО-1	912,5

Кількість технічних обслуговувань і ремонтів визначається за формулами:

$$n_{\text{КР}} = \frac{(Q_{\text{кр}} + Q_{\text{п}})}{P_{\text{кр}}} \quad (2.14)$$

де $Q_{\text{кр}}$ – наробіток трактора на початок відповідного планового періоду до КР;

$Q_{\text{п}}$ – плановий наробіток трактора;

$P_{\text{кр}}$ – нормативний період КР.

Показник Q_i дорівнює нормативному показнику виробітку до певного періоду обслуговування вираженого в літрах витраченого палива. Норма

витрати палива на 1 мотогодину виробітку для трактора ЮМЗ – 8244.2 дорівнює 7.3 літри витраченого палива.

$$n_{\text{КР}} = \frac{(43800 + 8760)}{43800} = 1,2$$

Приймаємо $n_{\text{КР}} = 1$

$$n_{\text{ПР}} = \frac{(Q_{\text{пр}} + Q_{\text{п}})}{П_{\text{пр}}} - n_{\text{КР}} \quad (2.15)$$

де $Q_{\text{пр}}$ - наробіток трактора на початок відповідного планового періоду до ПР;

$П_{\text{пр}}$ - нормативний період ПР.

$$n_{\text{ПР}} = \frac{(14600 + 8760)}{14600} - 1 = 0,6$$

Приймаємо $n_{\text{ПР}} = 0$

$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{(Q_{\text{ТО-3}} + Q_{\text{п}})}{П_{\text{ТО-3}}} - n_{\text{КР}} - n_{\text{ПР}} \quad (2.16)$$

де $Q_{\text{ТО-3}}$ - наробіток трактора на початок відповідного планового періоду до ТО-3;

$П_{\text{ТО-3}}$ - нормативний період ТО-3.

$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{(7300 + 8760)}{7300} - 1 - 0 = 1,2$$

Приймаємо $n_{\text{ТО-3}} = 1$

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{(Q_{\text{ТО-2}} + Q_{\text{П}})}{P_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{КР}} - n_{\text{ПР}} - n_{\text{ТО-3}} \quad (2.17)$$

де $Q_{\text{ТО-2}}$ - наробіток трактора на початок відповідного планового періоду до ТО-2;

$P_{\text{ТО-2}}$ - нормативний період ТО-2.

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{(3650 + 8760)}{3650} - 1 - 0 - 1 = 1,4$$

Приймаємо $n_{\text{ТО-2}} = 1$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{(Q_{\text{ТО-1}} + Q_{\text{П}})}{P_{\text{ТО-1}}} - n_{\text{КР}} - n_{\text{ПР}} - n_{\text{ТО-3}} - n_{\text{ТО-2}} \quad (2.18)$$

де $Q_{\text{ТО-1}}$ - наробіток трактора на початок відповідного планового періоду до ТО-1;

$P_{\text{ТО-1}}$ - нормативний період ТО-1.

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{(912,5 + 8760)}{912,5} - 1 - 0 - 1 - 1 = 7,6$$

Приймаємо $n_{\text{ТО-1}} = 7$

В результаті проведених розрахунків було визначено трудомісткість ремонтно-обслуговуючих операцій, розраховано повний річний обсяг робіт умовного підприємства та кількість технічних обслуговувань і ремонтів трактора ЮМЗ – 8244.2.

2.3 Конструктивна частина

В практичній частині роботи проводилося відновлення деталей переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2. Передній ведучий міст є одним з базових вузлів трактора. Він поєднує у собі опорно-підтримувальну та передавально-рушійну функції. Будучи опорним елементом міст сприймає на себе навантаження всієї конструкції трактора та впливи зовнішніх сил, що виникають в процесі руху[13]. Основна функція переднього ведучого моста полягає у сприйнятті крутного моменту від роздавальної коробки передач, його перетворенні та підведенні до колісних рушіїв трактора. Структурно передній ведучий міст складається з головної передачі, диференціала, півосей, кінцевих передач, рульових поворотних елементів.

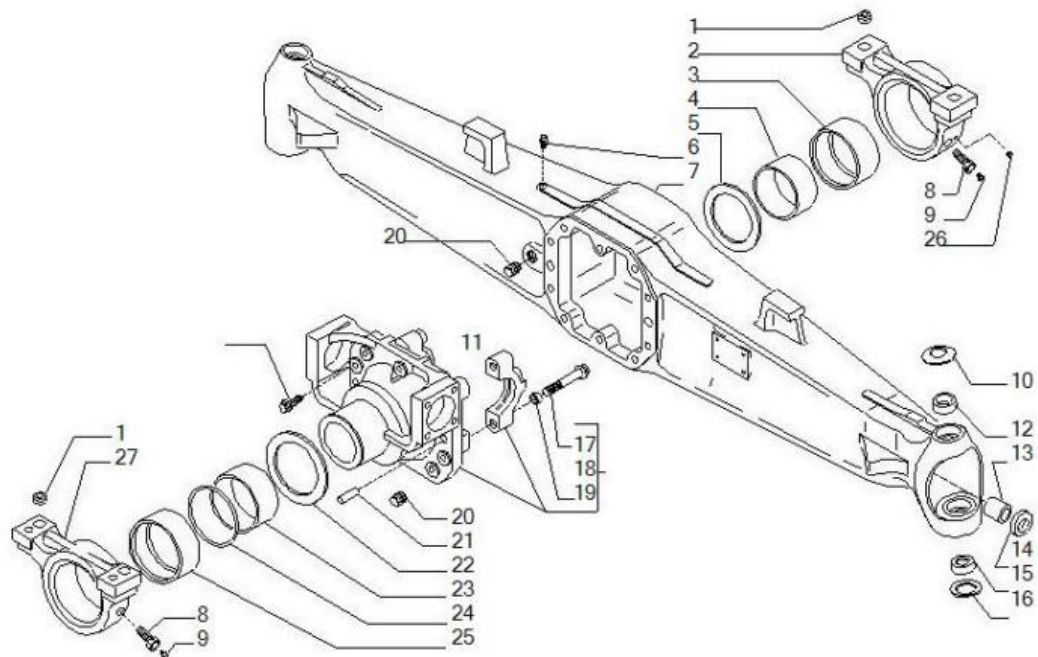


Рисунок 2.1 – Конструктивна схема картера моста Carraro 26.16-182

Картер переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2 має суцільну балочну конструкцію. Крутний момент від роздавальної коробки передач

передається через карданну передачу до ведучої гіпоїдної шестерні головної передачі - пініона.

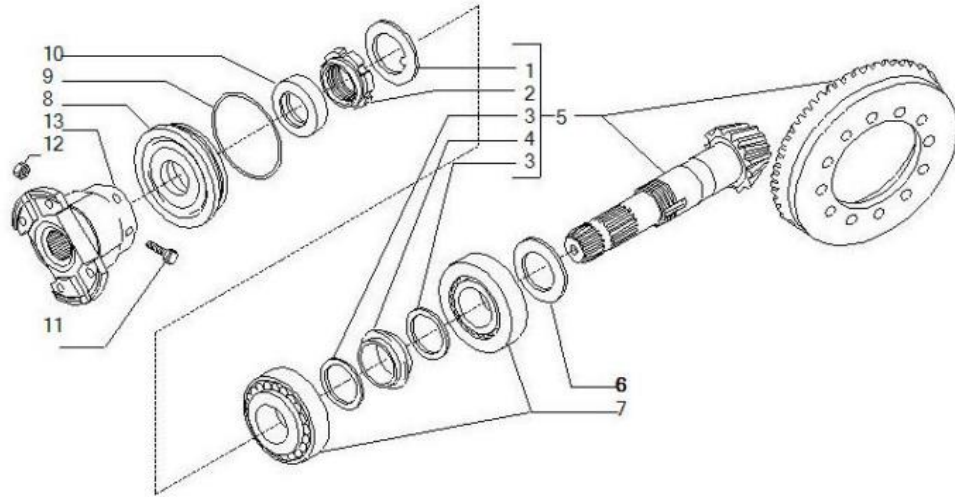


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема головної передачі моста Carraro 26.16-182

Вона передає крутний момент при цьому збільшуючи його та міняючи його напрям через зчеплення з коронарною шестернею диференціала. Диференціал сприймаючи крутний момент передає його за допомогою двох сателітів та двох сонячних шестерень до півосей.

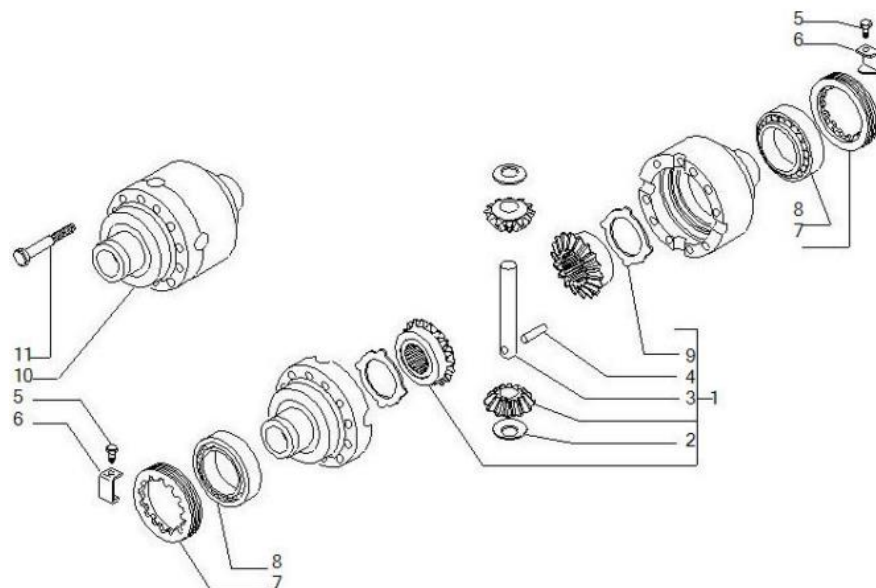


Рисунок 2.3 – Конструктивна схема диференціала моста Carraro 26.16-182

Через півосі обертове зусилля передається до маточин коліс та кінцевих передач. Кінцева передача призначена для максимального збільшення передаточного числа та відповідно крутного моменту. Кінцева передача переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2 виконана у вигляді планетарного редуктора з трьома сполученими сателітами через які приводиться в дію зовнішня шестерня колеса.

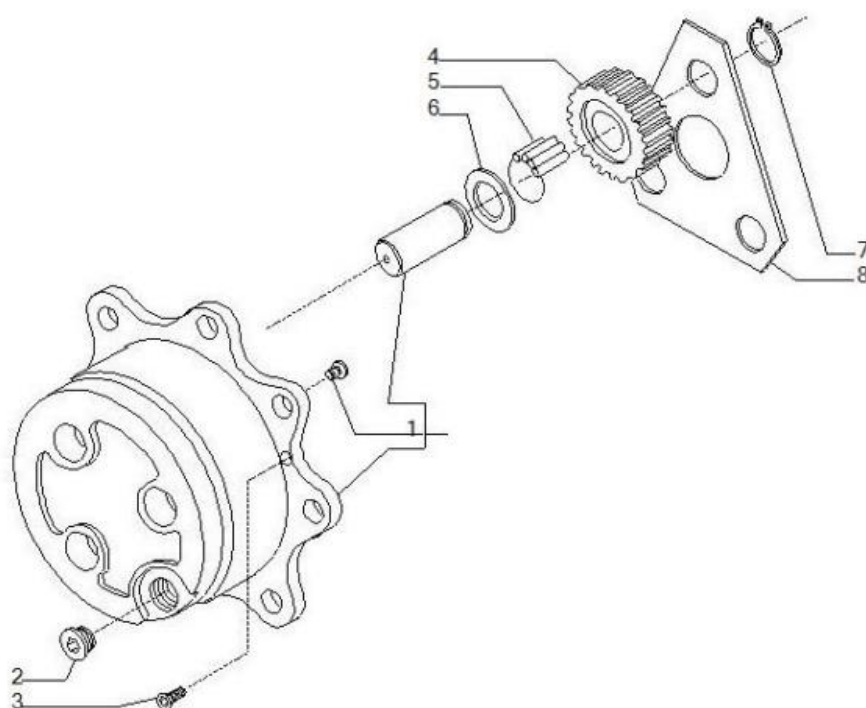


Рисунок 2.4 – Конструктивна схема кінцевої передачі моста Carraro 26.16-182

Рульове керування поворотом коліс переднього ведучого моста забезпечується гідравлічним циліндром через систему шкворня, поворотного кулака та маточини колеса. Кут повороту коліс складає 40° .

Передні ведучі мости є доволі надійними, однак вони піддаються зношуванню та пошкодженню під впливом навантажень, що виникають у вузлах та з'єднаннях [14]. Найбільшим навантаженням піддаються зубчасті

передачі. На них впливають як постійні так і циклічні навантаження, що призводить до поступового викришування. Змінні за напрямком та тривалістю навантаження в зубчатих з'єднаннях ведучих мостів тракторів спричиняють появу втомних тріщин на поверхнях зубів шестерень.

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто:

Сучасні технологічні методи відновлення деталей тракторів, було описано технологічні аспекти розглянутих методів, природу їх впливу на деталі відновлюваних машин, визначено переваги та недоліки застосування кожного з розглянутих методів.

Найвисокотехнологічнішим з розглянутих методів виявився технологічний метод відновлення електронно-променевою обробкою. Даний метод є найбільш високоточним та контрольваним, має можливість надавати оброблюваним матеріалам великого спектру необхідних властивостей. Але через природу процесу електронно-променевої обробки даний метод має суттєві обмеження в застосуванні.

Конструктивні особливості та принцип роботи переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2 фірми Carraro моделі 26.16-182.

Було проведено технологічні розрахунки ремонтного підприємства з визначенням трудомісткості проведення ремонтів та технічних обслуговувань та визначено загальний обсяг річних робіт, а також розраховано показники технічних обслуговувань та ремонтів для трактора ЮМЗ 8244.2

3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологія ремонту деталі

У практичній частині роботи проводилося відновлення зубів ведучої шестерні головної передачі переднього моста трактора ЮМЗ - 8244.2 технологією плазмового наплавлення в середовищі захисного газу аргону з використанням порошкового дроту, плазмотрона ТВі PLP 300 та джерела живлення ТВі PlasmaPower 400.

Технологічний процес відновлення деталей методом плазмового наплавлення є доволі об'ємним та складним. Його можна поділити на три етапи. Перший - підготовчий етап, що вимагає підготовки деталі та обладнання для проведення коректного процесу відновлення деталі. Другий - етап налаштування обладнання, встановлення необхідних технологічних показників під час протікання процесу відновлення деталі плазмовим наплавленням. Третій - проведення післявідновлювальної обробки та контроль відновленої деталі на відповідність технічним та якісним вимогам, які ставилися до початку відновлення.

Спочатку шестерня проходить очистку, видалення будь-яких забруднень та знежирення. Наявність забруднень на поверхні відновлюваної деталі може суттєво вплинути на якість її відновлення та експлуатаційні характеристики. Після проведення процесу очищення проводиться детектування шестерні з метою визначення остаточних дефектів та зносів, які підлягають відновленню. Далі проводиться механічна обробка зношених поверхонь шліфуванням. Всі дефектні ділянки зубів зішліфуються до чистого не зношеного металу.

Перед проведенням процесу плазмового наплавлення здійснюється попередній нагрів шестерні до приблизно трьохсот градусів за цельсієм з

метою запобігання утворенню термічних тріщин внаслідок різкого перепаду температур. Далі відбувається налаштування показників роботи обладнання.

Ведуча шестерня головної передачі переднього моста трактора МТЗ 8244.2 виготовлена зі сталі 40Х. Відновлення проводилося за допомогою порошкового дроту сплаву ПП-НХ20М7Б. Наявні у сплаві елементи позитивно впливають на експлуатаційні якості відновленої шестерні. Встановлюємо силу струму 200 ампер, напругу дуги 40 вольт. Товщина шару наплавлення за один прохід 3 міліметри, ширина наплавленої доріжки 2 міліметри, витрата порошку 10 грам на хвилину, швидкість наплавлення 20 сантиметрів за хвилину, витрата аргону 15 літрів за хвилину. Під час проведення наплавлення, кожен зубець наплавляється окремо, рух плазмотрона має бути рівномірним, без стрибків та значних коливань. Після завершення процесу наплавлення деталь проходить через процедуру повільного охолодження та низькотемпературного відпуску при температурі 250 градусів протягом 4 годин з метою зняття внутрішніх напружень всередині відновленої шестерні. Завершальним етапом відновлення шестерні є проведення механічної шліфуванням для відновлення геометрії зубців. Вкінці проводиться перевірка яка визначає показник якості відновлення деталі шляхом визначення отриманих фізико-хімічних властивостей та параметрів геометрії відновленої шестерні та порівняння їх із заданими технічно-експлуатаційними умовами.

Окрім остаточного контролю якості відновленої деталі, контрольні заходи проводяться упродовж усього технологічного процесу відновлення. На першому етапі контролюється якість підготовчих заходів деталі до процесу: контролюється якість очищення поверхні деталі та шліфувальної обробки. На етапі наплавлення контролюється якість швів, товщина шару наплавленого металу, його щільність, твердість. На етапі післявідновлювальної обробки проводяться контрольні заходи термічної обробки відновленої деталі.

3.2 Конструктивне рішення

Окрім проведення технологічних операцій плазмового наплавлення повний цикл відновлення ведучої шестерні головної передачі переднього моста трактора ЮМЗ 8244.2 включає процес розбирання перед початком відновлення та складання після його завершення самого моста трактора. Розбирально-складальні операції мостів тракторів є складним та трудоемним процесом, оскільки ведучі мости тракторів є масивними, габаритними складними вузлами. Розбирання та складання елементів ведучого моста займає 7,5 - 8 годин робочого часу[15], або навіть більше в залежності від моделі трактора та складності конструкції моста.

З метою оптимізації та вдосконалення розбирально-складальних процесів ведучих мостів доцільно проведення розробки стенда для розборки та складання передніх ведучих мостів тракторів. Запропоновано розробку спеціального відносно універсального стенда. Стенд розроблявся для проведення операцій розбирання та складання передніх ведучих мостів Carraro 26.16-182 які встановлюються на трактори ЮМЗ 8244.2 та подібних за габаритами.

Розроблений стенд забезпечує вільний доступ до всіх функціональних вузлів моста, має можливість вільно обертатися навколо власної осі завдяки підшипниковим вузлам та фіксуватися у відповідних положеннях за допомогою фіксуючого механізму на основі зубчастого колеса. Стенд надає змогу проводити розбирально-складальні операції одному робітнику та скоротити їх загальний час проведення до 40 відсотків.

3.3 Висновки до розділу 3

В даному розділі дипломної роботи було детально описано технологічну послідовність проведення операції відновлення ведучої шестерні головної передачі переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2

В якості модернізації технологічного процесу відновлення ведучої шестерні головної передачі було запропоновано розробку стенда для виконання розбирально-складальних робіт переднього ведучого моста як елемента технологічного процесу.

Запропонована розробка оптимізує та полегшить процес розбирання та складання переднього ведучого моста, що вплине на загальний технологічний процес відновлення ведучої шестерні головної передачі переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244 методом плазмового наплавлення.

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ РОЗРОБКИ

4.1 Оцінка ефективності використання запропонованої розробки

Оцінка ефективності використання запропонованої розробки проводиться по техніко-економічному критерію, який виражається формулою:

$$\frac{V_B}{K_d} - V_H \quad (4.1)$$

де V_B - вартість відновлення деталі, грн.;

K_d – коефіцієнт довговічності, $K = 0,8$.

1. Вартість відновлення деталі знаходимо за формулою:

$$V_B = V_{\Pi} + \Pi \quad (4.2)$$

де V_{Π} - повна собівартість відновлення, грн.;

Π – прибуток ремонтного підприємства, грн.

2. Прибуток ремонтного підприємства визначається за формулою:

$$\Pi = 1,05 \cdot V_{\Pi} \quad (4.3)$$

3. Повну собівартість відновлення деталі визначаємо за формулою:

$$V_{\Pi} = Z_{\Pi} = V_{ЗМ} = V_{ЗВ} = V_{ЗГ} = V_{ПН} \quad (4.4)$$

де Z_{Π} – заробітна плата працівників, грн.;

$V_{РМ}$ – вартість ремонтних матеріалів, грн.;

$V_{ЗВ}$ – загальновиробничі витрати, грн.;

$V_{ЗГ}$ – загальногосподарські витрати, грн.;

$V_{ПН}$ – поза виробничі накладні витрати, грн.

4. Заробітна плата робітників визначається за формулою:

$$З_{\Pi} = З_{\text{О}} + З_{\text{Д}} + С_{\text{соц}} \quad (4.5)$$

де $З_{\text{О}}$ – основна заробітна плата робітників, грн.;

$З_{\text{Д}}$ – додаткова заробітна плата працівників, грн.;

$С_{\text{соц}}$ – нарахування на виплату податків у розмірі 37,5% від $(З_{\text{О}} + З_{\text{Д}})$,
грн.

5. Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$З_{\text{О}} = T_{\text{Р}} \cdot З_{\text{ГОД}} \cdot K_{\text{т}} \quad (4.6)$$

де $T_{\text{Р}}$ – трудомісткість відновлення деталі, люд/год.;

$З_{\text{ГОД}}$ – заробітна плата за годину праці робітників, грн.;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що враховує доплату за понаднормову та іншу роботу, $K_{\text{т}} = 1.12$.

Відповідно до сучасних економічних тенденцій, середня заробітна плата інженера механіка в Україні на травень 2025 року становить 22500 гривень. Робочий день становить 10 годин. Розрахуємо заробітну плату робітників за день за формулою:

$$\frac{З_{\text{М}}}{P_{\text{М}}} = З_{\text{Д}} \quad (4.7)$$

де $З_{\text{М}}$ – місячна заробітна плата робітників, грн.;

$P_{\text{М}}$ – кількість робочих днів у місяці, д.

$$\frac{22500}{21} = 1071,42 \text{ грн.}$$

Відповідно заробітна плата за годину праці робітників визначається за формулою:

$$Z_{\text{ГОД}} = \frac{Z_{\text{д}}}{P_{\text{ГОД}}} \quad (4.8)$$

Де $P_{\text{ГОД}}$ – кількість робочих годин на день.

$$Z_{\text{ГОД}} = \frac{1017,42}{10} = 107,14 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{о}} = 15,6 \cdot 107,14 \cdot 1,12 = 1871,95 \text{ грн.}$$

Найбільш трудомісткою операцією у технологічному циклі відновлення ведучої шестерні переднього моста трактора ЮМЗ 8244.2 є розбирання та складання моста що становить до 8 годин. Залучення запропонованої розробки дозволяє скоротити часові затрати на цю операцію до 30%, що економить 2.4 години робочого часу.

Додаткова заробітна плата обчислюється за формулою:

$$Z_{\text{д}} = Z_{\text{о}} \cdot 0,2 \quad (4.9)$$

$$Z_{\text{д}} = 1871,95 \cdot 0,2 = 374,39 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{п}} = 1871,95 + 374,39 + (1871,95 + 374,39) \cdot 0,375 = 3088,71 \text{ грн.}$$

6. Вартість ремонтних матеріалів розраховується за формулою:

$$B_{\text{рм}} = Z_{\text{п}} \cdot \frac{K_{\text{рм}}}{K_{\text{зп}}} \quad (4.10)$$

де $K_{\text{рм}}$ – частка вартості матеріалів, $K_{\text{рм}} = 0,35$;

$K_{\text{зп}}$ – частка заробітної плати, $K_{\text{зп}} = 0,75$.

$$B_{\text{рм}} = 3088,71 \cdot \frac{0,35}{0,75} = 1420,80 \text{ грн.}$$

7. Загальновиробничі витрати визначаємо за формулою:

$$V_{ЗВ} = V_{НЗ} \cdot Z_{П} \quad (4.11)$$

де $V_{НЗ}$ – відсоток загальновиробничих накладних витрат для ремонтної майстерні, $V_{НЗ} = 73,7\%$.

$$V_{ЗВ} = 3088,71 \cdot 0,737 = 2276,37 \text{ грн.}$$

8. Загальногосподарські витрати визначаємо за формулою:

$$V_{ЗГ} = 0,2 \cdot Z_{О} \quad (4.12)$$

$$V_{ЗГ} = 0,2 \cdot 1871,95 = 374,39 \text{ грн.}$$

9. Поза виробничі витрати визначаємо:

$$V_{ВН} = 0,03 \cdot Z_{О} \quad (4.13)$$

$$V_{ВН} = 0,03 \cdot 1871,95 = 56,15 \text{ грн.}$$

$$V_{П} = 3088,71 + 1420,80 + 2276,37 + 56,15 = 7213,42 \text{ грн.}$$

$$П = 1,05 \cdot 7213,42 = 7577,24 \text{ грн.}$$

$$П = 360,82 \text{ грн.}$$

$$\frac{7577,24}{0,8} - 30000 = -20528,45 \text{ грн}$$

Відновлена деталь виходить на 20528,45 гривень дешевше за нову, що є показником економічної ефективності у 68,43%. Також у порівнянні з розрахунками аналогічного процесу відновлення деталі без застосування запропонованої розробки різниця економічної ефективності складає 1488,29 гривень, або 4,96% на кожну відновлену деталь.

4.2 Підрахунок вартості реалізації розробки

Таблиця 4.1 – Вартість елементів стенда

Деталь	Кількість, шт.	Вартість, грн.
Корпус (швелер 12)	26	13110
Підшипник	7	9205
Втулка	3	400
Вал	2	3479
Стальна пластина	4	800
Болт	8	5601
Гайка	8	240
Зубчасте колесо	2	1200
Вентиль	2	1680
Бокова пластина	2	1380
Зубчата рейка	2	760
Пружина	1	650

В таблиці представлено вартість складових деталей стенда. В конструкцію входять як придбані деталі, так і виготовлені. У вартість виготовлених деталей враховано витрати на придбання матеріалу та його обробки і виготовлення деталей. Загальна вартість виготовлення стенда становить: 38505 гривень.

4.2 Висновки до розділу 4

Проведення економічного розрахунку показало, що запропонована розробка позитивно впливає на економічну ефективність технології відновлення деталі. Різниця економічної ефективності складає 1488,29 гривень, або 4,96% у порівнянні з проведенням процесу відновлення ведучої шестерні переднього моста трактора ЮМЗ 8244.2 без застосування розробленого стенду.

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Доцільність впровадження заходів охорони праці в умовах підприємства аграрно промислового комплексу

Підприємства агропромислового комплексу можна умовно віднести до категорії підприємств з умовно підвищеними ризиками здоров'ю працівників. Це пов'язано з необхідністю постійної взаємодії з засобами механізації та машинами в умовах аграрного підприємства. Переважна більшість необхідних для функціонування та забезпечення діяльності підприємства технологічних операцій виконується в поєднанні з механізованими одиницями, що призводить до підвищення ризиків виникнення загроз життю, травмувань, нещасних випадків та втраті працездатності робітників.

Розробка заходів з забезпечення охорони праці є важливим фактором організації умов безпечної роботи на підприємстві. Покращенню робочих умов, зниженню можливостей травматизму та нещасних випадків на підприємстві сприятиме посилення контрольних заходів за нормами що підвищують показники безпечності роботи. Організація безпечних робочих умов призводить до підвищення показників продуктивності, якості роботи працівників та зниження собівартості виробленого продукту що має прямий зв'язок з покращенням економічних показників підприємства. Організація безпечного робочого процесу вимагає дотримання відповідних вимог техніки безпеки, санітарних норм, гігієни праці.

Техніка безпеки покликана попереджати та запобігти можливому виникненню загроз безпеці та діяльності робітників підприємства у всіх сферах його діяльності. Кожному аспекту функціонування підприємства відповідають конкретні норми та рекомендації техніки безпеки.

5.2 Організація умов праці у середовищі ремонтних майстерень та підприємств.

Робота у ремонтних майстернях та на відповідних підприємствах вимагає особливого дотримання норм техніки безпеки. Середовище ремонтних майстерень та підприємств несе суттєві ризики життю працівників та сповнене небезпечних виробничих факторів. Ці небезпечні виробничі фактори виникають в зв'язку з необхідністю постійного контакту з машинами, механізмами та інструментами для забезпечення діяльності підприємства[16]. Будь-які ремонтні операції проводяться із застосуванням відповідних інструментів, які є джерелами потенційної небезпеки. Безпека робітників напряму залежить від справності обладнання та інструментів що застосовуються для проведення ремонтних операцій. Будь-які пошкодження чи дефекти застосовуваних інструментів та обладнання можуть призвести до травмувань чи нещасних випадків під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт[17]. Наявність дефектів або пошкоджень інструменту може призвести до його поломки у випадковий момент часу, що призведе до непередбачуваних наслідків які здатні призвести до смертельних випадків. Основні вимоги техніки безпеки в умовах ремонтних майстерень та підприємств вимагають проведення постійного посиленого контролю за станом інструменту та обладнання яке використовується. Будь-який інструмент чи обладнання зношується в процесі експлуатації, що впливає на його технічні характеристики та підвищує ризики здоров'ю робітників. З метою запобігання цих ризиків робітники повинні перевіряти і контролювати технічний стан інструменту та завчасно виявляти будь-які ознаки його пошкоджень чи зносу для своєчасної заміни.

Також суттєвим фактором безпечності проведення робіт в умовах ремонтних підприємств є рівень кваліфікації робітників[18]. Недосвідчені робітники набагато більше схильні до травмувань під час використання

інструментів та обладнання. Весь робітничий склад повинен бути ознайомлений з правилами безпечного використання та навчений аспектам коректного застосування відповідного інструменту. Підвищення кваліфікації робочого складу знижують ризики травмувань під час роботи.

5.3 Організація санітарії та робочого простору робітників

Стан організації робочого простору та санітарії в умовах підприємства чинить прямий вплив на робітника. Від стану робочого простору залежить комфорт роботи, ефективність та якість. Неналежно організований робочий простір чинить негативні впливи на фізичний стан робітника через низькі показники комфорту, уповільнює та погіршує робочий процес. Засмічений робочий простір погіршує психологічний стан працівника, знижує показник мотивації та бажання до якісного виконання роботи. Засміченість робочого простору може спричиняти підвищення ризику травмувань під час проведення робіт. Відповідні норми регламентують організацію робочого та визначають її якість. Робочий простір має бути гарно освітленим, впорядкованим та мати достатні габарити для забезпечення можливості виконання комфортної, ефективної та якісної роботи.

Дотримання санітарії як окремого робочого простору, так і загалом всього підприємства регламентується відповідними санітарними нормами. Поняття виробничої санітарії включає в себе систему, що поєднує в собі організаційні та технічні заходи націлені на усунення та запобігання потенційно небезпечних факторів, що спричиняють виникнення у робітників професійних захворювань та отруень[19]. До організаційних заходів відносять забезпечення проведення медичних перевірок та оглядів робітників підприємства, які задіяні у шкідливих роботах та забезпечення їх можливостями профілактичного медичного обслуговування. До технічних заходів забезпечення виробничої санітарії відносять підтримання чистоти

робочого простору робітників, застосування обладнання для очистки шкідливих речовин та включень, що виникають під час робочого процесу, проведення заходів очистки повітря, влаштування систем підтримання комфортної температури робочої зони, забезпечення шумоізоляції робочої зони.

5.4 Організація пожежної безпеки підприємств АПК

Підприємства АПК є відносно вразливими до загроз виникнення пожеж. Відбувається постійна взаємодія з легкозаймистими матеріалами, такими як паливо робочих машин, або з джерелами вогню та іскор, які можуть призвести до виникнення пожежі наприклад у ремонтному цеху підприємства проводиться відновлення зношеної деталі, що є хорошим підґрунтям для виникнення пожеж. Основними причинами виникнення пожеж є: недбалість у процесі взаємодії з джерелами відкритого вогню, несправність, неправильне встановлення або перевантаження систем господарства, що контактують з теплоносієм, самозагоряння паливно-енергетичних ресурсів господарства, паління в невстановлених місцях[20].

Також підвищений ризик виникнення пожежної небезпеки мають зерносховища підприємств. Коли зерно після збирання звозиться на зберігання, існує імовірність самозагоряння зерна. Це відбувається через явище дихання зерна. Воно є живим організмом і протягом деякого часу після збирання випромінює тепло. Усі зерносховища мають буди обладнані заходами протипожежної безпеки, такими як резервуари з водою біля сховищ, протипожежним покриттями в середині бункерів. Методами профілактики та запобігання можуть бути посилені заходи контролю за ділянками підприємства більш схильними до виникнення пожеж, проведення інструктажів та навчань робітників протидії ризикам виникнення пожеж, забезпечення підприємства

засобами швидкого пожежогасіння, контроль за дотриманням норм пожежної безпеки.

5.5 Висновки до розділу 5

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто умови роботи працівників агропромислового комплексу. Визначено підвищені ризики для життя і здоров'я робітників.

Було розглянуто норми техніки безпеки роботи на підприємстві, методи контролю та запобігання ризиків що виникають впродовж робочого процесу. Визначено фактори що відповідають за організацію комфортного продуктивного робочого процесу.

ВИСНОВКИ

В роботі було розглянуто проблему необхідності підвищення ресурсу деталей тракторів.

Проаналізовано види зношення та їх вплив на деталі тракторів.

Розглянуто сучасні технології відновлення спрацьованих деталей тракторів.

Проведено технологічні розрахунки параметрів технічних обслуговувань та ремонтів включно з їх трудомісткістю.

Детально розглянуто конструктивні особливості переднього ведучого моста трактора ЮМЗ 8244.2.

Обрано технологію, та проведено відновлення ведучої шестерні переднього моста трактора ЮМЗ 8244.2.

Запропоновано конструктивну розробку, яка пришвидшить технологічний процес відновлення деталей.

Проведено економічне обґрунтування розробки та визначено, що економічна вигода від проведення процесу відновлення деталі методом плазмового наплавлення становить 68,43% від вартості нової деталі. Запропонована розробка покращує показник економічної ефективності на 1488,29 гривень, або 4,96% в порівнянні з проведенням операції відновлення деталі без застосування стенда.

Розглянуто питання охорони праці, визначено можливі ризики життю і здоров'ю, фактори їх виникнення та можливі шляхи їх запобігання та мінімізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] - <https://snau.edu.ua/pro-universitet/zagalna-informacija/pro-universitet>

Звірено 24.12.2024

[2] - The 7 International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science” (March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. 268 p.

[3] - Ремонт тракторів і автомобілів : навчальний посібник : у 2-х кн. – Кн.1 / [Д. П. Домуші ,А. М. Яковенко, П. І. Осадчук та ін.] . – Одеса : ТЕС, 2020. – 191 с.

[4] - 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. 209 с.

[5] - С. О. ЛУЗАН, В. А. БАНТКОВСЬКИЙ. ОЦІНКА НОМЕНКЛАТУРИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ РЕСУРС, 7 с.

[6] - Конспект лекцій з дисципліни «Наплавлення та напилення» для студентів напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладачі Г.І.Камель, Ю.А.Гасило. – Кам, янське: ДДТУ 2017 - 108 с.

[7] - A. Sahoo, S. Tripathy. Development in plasma arc welding process. Department of Mechanical Engineering, ITER, Siksha ‘O’Anusandhan (Deemed to be) University, Bhubaneswar 751030, India

[8] - Qing Yi and Fei Feng. Optimization of Laser Repair Process for Agricultural Machinery Parts Based on Genetic Algorithm. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

[9] - Electron beam Processing System and Its Application Masayuki Kashiwagi and Yasuhisa hoshi

- [10] - ТКАЧУК Андрій Іванович НОВІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ «ПРОМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ» ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ (МЕТАЛІВ)» НАУКОВІ ЗАПИСКИ Серія: Педагогічні науки Випуск 201
- [11] - Електронно променеві технології: лабораторний практикум Т. Ф. Архіпова — Вінниця ВНТУ 2017 — 83 с
- [12] - Valkov, S.; Ormanova, M.; Petrov, P. Electron-Beam Surface Treatment of Metals and Alloys: Techniques and Trends. *Metals* 2020, 10, 1219.
- [13] - Трактори та автомобілі. Ч. 3. Шасі: Навч. посібник / А.Т. Лебедев, В.М. Антощенко, М.Ф. Бойко та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. — К.: Вища освіта, 2004. — 336 с.
- [14] - Omar Adam Rahama Analysis of Peak and Average Loads on a Tractor Chassis 1986 - 396 с.
- [15] - Meritor Labor Time Standards for 14X Series Differentials
- [16] - Охорони праці в галузях сільського господарства: Навчально-методичний комплекс. Навчальний посібник для підготовки спеціалістів ступеня «магістр» для всіх напрямків підготовки /М.М.Сакун, І.В.Москалюк, О.О.Атрашкова; А.М. Яковенко; за редакцією Сакуна М.М. – Одеса: Видавництво «ВМВ», 2019. – 458 с.
- [17] - Охорона праці в галузі: навчальний посібник/ П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, Р. М. Білий — К. : Центр учбової літератури, 2017 . — 322с.
- [18] - Основи пожежної безпеки: підручник / О. В. Третьяков, Є. В. Доронін, Б. Д. Халмурадов, С.В. Зозуля. — Київ: Вид. «ЦУЛ», 2024. 356 с.
- [19] Пожежна безпека об'єктів агропромислового комплексу. Навчальний посібник / Пелешко М.З., Бабаджанова О.Ф., Башинський О.І. – Львів.: ЛДУБЖД, 2017.

[20] — Охорона праці у сільському господарстві : навч. підручник / О. В. Войналович, Є. І. Марчишина, Т. О. Білько ; НУБіП України