

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
Механіко-технологічний факультет



**Кафедра “Технічний сервіс та
системи в АПК”**

**РЕМОНТ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ.
ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН АПВ**

**Методичні вказівки до практичного заняття
на тему «ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СКЛАДАЛЬНОЇ
ОДИНИЦІ (ВУЗЛА)»**

для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр та магістр
механіко-технологічного факультету та ННІ ЗУП
спеціальності 208 «Агроінженерія»

РЕМОНТ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН АПВ. Методичні вказівки до практичного заняття на тему «Проектування технологічного процесу ремонту складальної одиниці (вузла)» для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр та магістр механіко-технологічного факультету та ННІ ЗУП спеціальності 208 «Агроінженерія» -Мелітополь:ТДАТУ, 2019. - 36 с.

Розробили: доц. Смелов А.О.,
ст.викл. Новик О.Ю.

Рецензент: доц.. Сорваніді Ю.Г.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ТСС АПК,
протокол № 7 від 27.12.2018 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес методичною комісією механіко-технологічного факультету
протокол № 6 від 25.01.2019 р.

.

«ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ (ВУЗЛА)»

Методичні вказівки до практичного заняття

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Виробничий процес – сукупність всіх дій і знарядь праці, необхідних на даному підприємстві для виготовлення і ремонту продукції.

Технологічний процес (ТП) – частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії із зміни і (або) визначення стану предмету праці.

Технологічна операція – закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці.

Розробка технологічного процесу ремонту об'єкта полягає в обґрунтуванні складу, змісту технологічних операцій, визначенні послідовності їхнього виконання і виборі (або конструюванні) ремонтно-технологічного устаткування, оснастки, необхідних для реалізації запроєктованого процесу.

Основна вимога до розробленого технологічного процесу - це відповідність об'єкта, відремонтованого по запропонованій технології, технічним вимогам, установленим нормативно-технічною документацією.

При цьому, реалізація технології повинна здійснюватися з доцільними витратами.

Розробка раціональних технологічних процесів виконується з урахуванням програми (або виробничої потужності) і технічної оснащеності підприємства.

Оформляється технологічний процес у вигляді комплексу технологічної документації, що складається з текстових і графічних документів.

Склад, форма і зміст технологічних документів залежать від виду і призначення технологічних процесів і виконуються відповідно до вимог стандартів.

Види і комплектність технологічних документів, що розробляються при проектуванні технологічних процесів ремонту,

залежать від характеру виробництва, річної програми, диференціації операцій, тощо.

У курсовій роботі розробляються наступні види технологічної документації.

Маршрутна карта (МК) (по ГОСТ 3. 1118-82) призначена для маршрутно-операційного опису технологічного процесу або зазначення повного складу технологічних операцій при операційному описі ремонту виробу (складових частин виробу), включаючи контроль і переміщення по всіх операціях у технологічній послідовності з зазначенням даних про устаткування, технологічну оснастку (дані про матеріали, нормативи і трудові витрати * - допускається не вказувати в курсовій роботі).

Операційна карта (ОК) (по ГОСТ 3.1118-82, ГОСТ 3. 1502-85 і т.д.) призначена для опису технологічної операції із зазначенням послідовного виконання переходів, даних про засоби технологічного оснащення, режимів і трудових витрат.

Карта ескізів (КЕ) (по ГОСТ 3. 1105-84) призначена для пояснення виконання технологічного процесу, операції або переходу при ремонті виробу (складових частин виробу), включаючи контроль і переміщення.

Зразки оформлення технологічних карт надані в Додатках.

ЛІТЕРАТУРА, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

1. Ремонт машин /за ред. О.І.Сідашенка, А.Я.Поліського - К.: Урожай, 1994 – 400 с.
2. Молодык Н.В. Восстановление деталей машин: Справочник /Н.В. Молодык, А.С. Зенкин - М.: Машиностроение, 1989 - 480 с.
3. Серый И.С. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. /И.С.Серый, А.П.Смелов, В.Е.Черкун - М.:Агропромиздат, 1991 - 184 с.
4. Ремонт сільськогосподарської техніки /за ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка - К.: Урожай, 1992 -304с.
5. Практикум з ремонту машин /за ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка – К: Урожай, 1995 - 224 с.

2 ВИЗНАЧЕННЯ СПРЯМОВАНOSTІ І ЗМІСТУ ОПЕРАЦІЙ ПРОЕКТОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ

Основними джерелами інформації для проектування технологічного процесу є:

а) література про будову, експлуатацію і ремонт машин (підручники, довідники і т.п.);

б) кресленики ремонтovanого об'єкта (агрегату, складальних одиниць, деталей);

в) нормативно-технічна ремонтна документація (технічні вимоги на здавання в ремонт і видачу з нього машин і їхніх складових частин, технічні вимоги на ремонт, інші технічні матеріали, типові і групові технологічні процеси на ремонт, тощо .

Проектування технологічного процесу ремонту доцільно розпочати з визначення його загальної схеми. Загальна схема технологічного процесу ремонту містить інформацію про зміст і порядок виконання його основних операцій, ілюструє їхній взаємозв'язок від початку ремонту об'єкта до видачі з ремонту.

На початковому етапі проектування доцільно провести пошук інформації в технічній літературі про вже застосовані, що рекомендуються і перспективні технологічні схеми ремонту аналогічних об'єктів (машин, агрегатів, деталей) і вибрати схему-прототип, яку прийняти за основу.

Для того, щоб конкретизувати (визначити) призначення і зміст основних операцій запроектованої технології, необхідно врахувати конструктивні особливості об'єкта, який ремонтується; розглянути дефекти деталей, з'єднань, що виникли при експлуатації, визначитися з кінцевою метою запроектованої операції (групи операцій), у якому стані повинен бути об'єкт після завершення цих операцій.

У курсовій роботі передбачається детальна проробка однієї з основних груп операцій технологічного процесу ремонту об'єкта (агрегату, складальної одиниці), мийних, розбиральних, дефектувальних, складальних, відновлення (ремонт)у деталей.

Для виконання цього доцільно зібрати всю доступну інформацію про запроектовану технологію виконання робіт. При розробці технологічних процесів необхідно врахувати наступні рекомендації.

2.1 Очищення об'єктів ремонту

Розглянути, які види забруднень (експлуатаційні, технологічні) необхідно видалити; із яких поверхонь (зовнішніх, внутрішніх); на якій стадії ремонту будуть виконуватися ці роботи - перед розбиранням машини, агрегати, після розбирання на агрегати, вузли, деталі, перед відновленням, перед складанням, перед фарбуванням; які способи, засоби, технологічне устаткування рекомендується застосовувати для видалення забруднень (на основі даних спеціальної технічної літератури); скласти схему очищення з указівкою виду забруднень, що видаляються, рекомендованих засобів, режимів і мийного устаткування.

2.2 Розбирання об'єктів ремонту

Розглянути з яких складальних одиниць складається об'єкт, які основні види з'єднань використовуються в конструкції (різьбові, шпонкові, із натягом, тощо); яке їх приблизне процентне співвідношення; які орієнтовні зусилля необхідні для переміщення об'єкту, його складових частин, для відвертання гайок, болтів, розпресування нерухомих з'єднань. Тут же доцільно вказати, які технологічні засоби (гайковерти, знімачі, кантувачі, стенди і т.п.) застосовуються для виконання перерахованих операцій у ремонтному виробництві.

2.3 Дефектація деталей

При проектуванні дефектувальних робіт доцільно виконати розподіл основних деталей агрегату, що ремонтується на типові групи (вал гладкий, вал шліцьовий, шестерня, підшипник, гільза, тощо), розглянути які види дефектів можуть мати деталі цих груп (знос, згин, нагар, тріщина, тощо), якими засобами їх можна виявити (вимірюванням, дефектоскопією, пневмогідровипробуванням, тощо), які технічні засоби для цього застосовуються.

При визначенні послідовності виявлення дефектів деталі рекомендується врахувати наступне. Спочатку планується контроль дефектів, за якими деталь вибраковується. Вибір засобу контролю, устаткування й інструмента виконують з урахуванням габаритних розмірів, маси, матеріалу, точності розміру, який контролюється. У першу чергу застосовуються засоби виявлення дефектів, які не потребують використання спеціального устаткування, точного

інструмента (візуальний огляд, простукування, тощо). Похибка засобів вимірювання повинна складати не більш однієї третини розміру допуску на контрольований параметр.

Розроблений технологічний процес дефектації повинен бути наданий у вигляді технологічних карт установленої форми і комплектності (Додатки А,Б).

2.4 Відновлення деталей. Проектування технологічних процесів відновлення (або ремонту) виконується для деталей, які зазначені в завданні. Технології відновлення, що проектуються повинні базуватися на сучасних відновлювальних технологіях і бути економічно доцільними, тобто вартість відновлення деталі до встановлених нормативно-технічною документацією параметрів не повинна перевищувати ціну нової деталі.

2.5 Складання об'єкту ремонту, обкатка, випробування, фарбування

При проектуванні складальних робіт необхідно виконати: укрупнений розподіл об'єкта на складальні одиниці (групи), визначити послідовність їхнього з'єднання, вказати вимоги до точності складання (порядок величин зазорів, взаємного розміщення, тощо), якими методами забезпечується точність складання. Також необхідно визначити вимоги до послідовності і розміру затягування болтів, гайок, до герметичності вузла, до моменту провертання валів, до площі і місця розташування плями контакту зубчастих зчеплень, тощо.

Після визначення видів технологічних дій, які необхідно виконати під час складання, слід вибрати основне технологічне обладнання, що забезпечить виконання запроектованої технології. Для більшості агрегатів після складання доцільно передбачити в технологічному процесі операції обкатки. Обкатка призначається для забезпечення припрацювання деталей з'єднань та виявлення технологічних дефектів. Для захисту зовнішніх поверхонь відремонтованого об'єкту від впливу зовнішнього середовища в технологічний процес ремонту доцільно включати фарбування.

З СКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СХЕМИ РЕМОНТУ ОБ'ЄКТУ

Скласти схему - це зробити наочне графічне зображення послідовності операцій з ремонту об'єкта. Технологічні операції ремонту на схемі зображується прямокутниками, що розташовуються у послідовності, яка відповідає пропонованій студентом – розробником технології. Зв'язок між операціями технологічного процесу позначається стрілками. .

На підставі розробленої схеми ремонту підбирається технологічне устаткування, яке забезпечує виконання зазначених операцій. Вибір типу, марки устаткування виконують за каталогами, переліками устаткування. Обране технологічне обладнання вказується у нижній частині прямокутника, який містить назву будь-якої з операцій, що складають загальний технологічний процес ремонту зазначеного у завданні об'єкту.

4 ОФОРМЛЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЕФЕКТАЦІЇ ДЕТАЛІ

Комплект технологічної документації одиничного технологічного процесу дефектації, який розробляється в проекті, повинен містити: карту ескізів (КЕ) форма 7 ГОСТ 3.1105-84, карту технологічного процесу дефектації (КТП).

На карті ескізів (КЕ) виконують ескізне креслення деталі без дотримання масштабу, але з приблизним дотриманням пропорцій. Дефектні поверхні наводять лініями подвійної товщини (2 S) і нумерують арабськими цифрами. Номера дефектів проставляють у колах діаметром 6...8 мм на продовженні розмірної лінії. Нумерацію виконують у напрямку годинникової стрілки. Зразок виконання карти ескізів приводиться у Додатку А.

Карту технологічного процесу дефектації можна виконати на бланку маршрутної карти МК (форма 2 ГОСТ 3.1118-82). В цьому випадку в маршрутну карту вводять рядок із службовим символом «Д/Т», на якій записують дані про контрольовані дефекти, параметри і засоби контролю. Зразок виконання КТП на маршрутній карті приводиться у Додатку Б .

Особливості заповнення при цьому наступні.

У графі «Код, найменування дефекту» після найменування дефекту в дужках вказують номер дефекту.

У графі «РЧ» - номінальне значення параметру, який контролюється.

У графі «ДР» - припустиме значення параметру, який контролюється.

У графі «СТО» - найменування і позначення засобів контролю, які використовуються.

5 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ (РЕМОНТУ) ДЕТАЛІ

Проектування технологічних процесів відновлення характеризується багатоваріантністю можливих рішень по вибору оптимальної технології.

Умовно можна розділити проектування на низку послідовних етапів.

5.1 Пошук і аналіз відомостей, інформації для розробки технологічного процесу

Результатом виконання даного етапу проектування вважається наявність у розробника такої інформації:

- виробнича програма ремонту деталі, за якою вибирається тип виробництва; комплектність і ступінь деталізації технологічної документації проектованої технології; робоче креслення деталі (креслення на виготовлення), за яким аналізуються технічні вимоги на параметри деталі: матеріал деталі, маса, термічна обробка, розміри, точність виготовлення, шорсткість, тощо;

- технологічний процес виготовлення деталі, який дозволяє забезпечувати використання технологічних рішень виготовлення у запроектованої технології, спростити вибір баз;

- складальний кресленник вузла, до складу якої входить деталь, що дозволяє скласти уяву про умови роботи деталі - наявність тертя, вид навантаження, середовище, тощо;

- стан деталей при надходженні в ремонт: перелік усіх дефектів, можливість появи дефектів і їхніх сполучень, що дозволить визначити ремонтну заготовку - деталь, яка має тільки ті дефекти, що

будуть усуватися технологічним процесом, який проектується (вони зазначені у завданні);

- вимоги до відновленої деталі: значення параметрів, які характеризують деталь (форма, розмір, точність, шорсткість, тощо), наявність відмінностей від вимог до нової деталі;
- відомості про можливості технологічних способів усунення дефектів (товщина нанесеного шару, забезпечена твердість, міцність зчеплення, зносостійкість, питома вартість відновлення, тощо);
- перелік устаткування, яке застосовують на ремонтних підприємствах, каталоги сучасного технологічного устаткування ремонтного виробництва;
- відомості про зміст розробок по відновленню подібних деталей на ремонтних підприємствах, про рацпропозиції і дослідження в цьому напрямку, тощо

5.2 Пошук і вибір технологічного процесу - аналога з розробок, які використовуються (або рекомендуються) у ремонтному виробництві

У ремонтному виробництві накопичено достатньо багато інформації про технології відновлення різноманітних деталей, розроблені типові, групові технологічні процеси, технологічні рекомендації по відновленню, тощо.

До раціонального напрямку по вибору технології відновлення можна віднести застосування технологічних схем, розроблених для деталей, що представляють визначений клас, наприклад: вали гладкі, вали шліцьові, гільзи, шестерні, корпусні деталі і т.п.

Прийнята класифікація деталей наводиться у Додатку А.

За допомогою таблиці Додатку А визначається, до якого класу і підкласу належить деталь, та основні технологічні завдання на відновлення характерних поверхонь деталей цього підкласу.

Встановивши класифікаційний вид деталі, для якої проектується технологічний процес відновлення, використовуючи таблиці додатку Б, встановлюється рекомендований план операцій відновлення групи деталей подібного класу у формі таблиці 5.1 який приймається за прототип для подальшої проробки й уточнення.

Таблиця 5.1 – Типовий технологічний процес відновлення деталей класу _____

Номер операції	Найменування операції	Стислий зміст операції

5.3 Обґрунтування складу по відновленню деталі

У загальному вигляді технологічний процес відновлення деталі складається з комплексу операцій, які виконуються:

а) для компенсації зношеного шару (наплавлення, напилювання, залізнення, тощо);

б) для поновлення розмірно-точнісних характеристик (точіння, шліфування, пластичне деформування, тощо);

в) для поновлення фізико-механічних характеристик (гартування, нормалізація, поверхнево-пластична обробка).

Виходячи з обраного технологічного процесу - аналога доцільно скласти скоригований для своїх умов план операцій. При цьому в першу чергу слід розглянути операції, спрямовані на компенсацію зносу. Ці операції є визначальними для всього проектного технологічного процесу. Вибір оптимального (раціонального) способу з декількох можливих виконується на підставі рекомендацій, наданих у літературі. При визначенні складу операцій технологічного процесу, який базується на обраному раціональному способі відновлення, необхідно врахувати наступне:

- чи існує необхідність у попередній підготовці зношеної поверхні для нарощування (очищенні, виправленні форми, механічній обробці, тощо);

- чи є можливість використання технологічних баз виготовлення (отворів, поверхонь, тощо.) при відновленні деталі;

- як може вплинути обраний спосіб відновлення на властивості матеріалу деталі (змінити твердість, структуру, залишкове напруження, внаслідок значного термічного впливу й охолодження; вплинути на форму деталі в цілому і т.і.);

- які термічні операції необхідні при відновленні: для поліпшення обробляємості, для підвищення твердості, для зняття (вирівнювання) внутрішніх напружень, тощо;
- які методи фінішної обробки будуть застосовуватися при відновленні.

5.4 Вибір раціонального способу усунення дефекту

Для поверхонь, які потребують нанесення додаткового шару матеріалу при відновленні їх геометричної форми, розмірів та поверхневих властивостей проводиться вибір раціонального способу усунення дефекту.

Методика вибору раціонального способу усунення дефектів наведена у відповідних методичних вказівках.

5.5 Упорядкування плану операцій відновлення деталі

Після обґрунтування раціональних способів усунення для всіх дефектів деталі та визначення призначення операцій технологічного процесу відновлення, тобто, з якою метою вони виконуються, розробляється послідовність їхнього виконання.

При визначенні послідовності виконання технологічних операцій доцільно керуватися такими рекомендаціями:

- у першу чергу звичайно обробляють поверхні, які визначені за базові для виконання наступних операцій (наприклад, для наплавлення, залізнення, металізації, тощо);
- на початок технологічного процесу плануються операції, при яких знімається найбільший шар металу (чорнова обробка), до них також відносять обробку поверхні перед її нарощуванням, видалення зношеної різьби, шліців, тощо;
- в одній операції доцільно об'єднувати відновлення декількох зношених поверхонь, якщо вони відновлюються однаковим технологічним способом (зварюванням, наплавленням, гальванічним покриттям, механічною обробкою, тощо);
- якщо технологічний процес містить у собі механічні і термічні операції тоді, наприклад, термічну обробку для поліпшення обробляємості деталі призначають перед механічною чорною; термічну обробку для підвищення твердості намічають після чорнової

механічної, а фінішні (заклучні) операції механічної обробки звичайно виконуються вже після термічної.

При виборі баз рекомендується орієнтуватися на такі рекомендації:

- за ремонтні бази рекомендується вибирати поверхні, що служили базами при виготовленні і не були пошкоджені в процесі експлуатації

- за інших рівних умов найбільша точність обробки досягається при використанні на всіх операціях тих самих баз, доцільно дотримуватися принципу постійності баз;

- бази, які використовуються на операціях фінішної обробки, повинні відрізнятися найбільшою точністю;

- при відсутності у деталі, яка ремонтується, надійних технологічних баз (або при втраті їх у процесі експлуатації) можна створювати штучні бази, додаючи необхідні операції.

Розроблений план операцій доцільно оформити у вигляді таблиці 5.2, наданої нижче.

Таблиця 5.2 - План операцій відновлення (ремонту) деталі

Номер операції	Найменування операції	Стислий зміст операції	Застосовуване обладнання

Технологічний процес може бути наданий також у вигляді схеми, що відображає послідовність виконання операцій відновлення деталі. Технологічні операції зображуються на схемі у вигляді прямокутників, поділених на три частини. В них вказується найменування операції, зміст операції та основне технологічне устаткування, необхідне для виконання операції. Технологічний взаємозв'язок операцій зображується стрілками.

Після упорядкування плану операцій розробляється ремонтний кресленик згідно вимог викладених у відповідних методичних вказівках.

6 ОФОРМЛЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ ОДИНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

У комплект технологічної документації (при виконанні курсової роботи) доцільно включати документи для маршрутно-операційного опису технологічного процесу. При цьому виконується скорочений опис технологічних операцій в послідовності їхнього виконання, у маршрутній карті (МК) з повним описом окремих операцій в операційних картах, і т.і.

У комплект технологічної документації технологічного процесу повинні входити - карта ескізів (КЕ) технологічного процесу відновлення деталі (форма 7 ГОСТ 3. 1105-84);

- маршрутна карта (МК): заголовний, перший лист - форма 1 (допускається форма 2) ГОСТ 3. 1118-82; наступні листи - форма 1б ГОСТ 3. 1118-82;

- операційні карти (ОК) - форми 2 і 1б ГОСТ 3. 1118-82 для наплавлення, форми 3,3б ГОСТ 3.1118-82 для механічної обробки (допускається застосування форм 2 і 1б ГОСТ 3.1118-82).

На карті ескізів технологічного процесу відновлення деталі виконують ескіз деталі з позначенням розмірів, граничних відхилень, шорсткості, допусків форми і розташування дефектних поверхонь. При цьому вказується інформація, яка необхідна тільки для відновлення деталі і наступного контролю. Дефектні поверхні позначають лінією подвійної товщини (у порівнянні з основними лініями креслення) і нумеруються арабськими цифрами в колах діаметром 6...8 мм, що ставляться на продовженнях розмірних ліній.

На вільному полі карти ескізів справа від зображення вказують номери і найменування дефектів, технічні вимоги під заголовками «Дефекти», «Технічні вимоги».

При наявності у комплекті документів ремонтного креслення деталі, яка відновлюється, карта ескізів технологічного процесу відновлення може не розроблятися.

Маршрутні карти (МК) виконують роль зведеного документа, що містить дані по всім операціям у технологічній послідовності їхнього виконання.

Прості операції описуються тільки в маршрутній карті (МК). Послідовність запису інформації за типами рядків - А, Б, О, Т.

Складні (непрості) операції описуються скорочено в МК; послідовність запису інформації за типами рядків - А,Б; докладніше складні операції рекомендується описувати в операційних картах, картах ескізів, що додаються до маршрутного опису.

Вибір і визначення складу операцій, які підлягають повному опису, встановлюється виходячи з таких умов:

- складність виконання операцій (особливі умови, точність і т.п.);
- складність і точність базування деталі при обробці;
- необхідність наведення режимів;
- необхідність поелементного опису операції.

Карти ескізів (КЕ) до окремих операцій розробляються для пояснення способів базування деталі, взаємного розташування інструмента і деталі, вимог до оброблених поверхонь.

Поверхні, які обробляються, показують лінією подвійної товщини, вказують розміри, граничні відхилення, шорсткість, позначають бази, опори, затискачі, тощо; тобто усе, що необхідно для правильного виконання операції.

Приклади оформлення технологічної документації на відновлення деталей наводяться в Додатках В, Г, Д, Ж, К.

Приклад розробленого технологічного процесу відновлення вісі котка наведений у додатку Л.

Додаток А
(довідковий)

Таблиця А – Класифікація деталей сільськогосподарської техніки

Клас	Підклас	Основні технологічні завдання відновлення
1	2	3
Стержні круглі	Вали гладенькі та ступінчасті	Відновлення зовнішніх елементів обертання, в основному циліндричних
	Вали шліцеві	Відновлення шліцьової частини і циліндричних поверхонь обертання, необхідність термообробки
	Вали колінчасті	Відновлення ексцентрично розміщених поверхонь
	Вали розподільні	Відновлення потрібного профілю кулачків
Циліндри порожнисті	Стакани, маточини, втулки	Відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання
	Гільзи циліндрів	Відновлення внутрішніх і зовнішніх циліндричних поверхонь
Диски	Диски, маховики, шків	Відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь, які відрізняються великими діаметральними розмірами, необхідність балансування більшості деталей
	Котка, напрямні колеса	Відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь, які відрізняються великими зносами поверхонь, які вимагають особливих способів відновлення (залиття рідким металом, встановлення бандажів, електрошлакового наплавлення тощо)
Колеса зубчасті	Шестерні	Відновлення зубчастого вінця
	Зірочки	Відновлення зубів і западин зірочок

Продовження таблиці А.1

1	2	3
Важелі	Шатуни	Відновлення нижньої і верхньої головок шатуна і кришки з високою точністю обробки і взаємного розміщення
	Тяги, важелі	Відновлення отворів і торців головок із заданою точністю їх взаємного розміщення
Корпусні деталі	Блок циліндрів	Відновлення тріщин у перемичках між отворами під гільзи, поверхонь і неспіввісностей отворів під вкладиші
	Головки блоку циліндрів	Відновлення клапаних гнізд, площини прилягання до блока
	Корпуси	Відновлення циліндричних і плоских поверхонь з високими вимогами до точності їх обробки і просторового розміщення, зароблювання тріщин
Деталі просторові тонкостінні	Кришки кожухи картери	Відновлення плоских поверхонь, зароблювання тріщин, відновлення гладеньких і різбових отворів
	Тонкостінні деталі облицювання	Усунений вм'ятин, зароблювання тріщин
Деталі площинні	Вилки перемикання передач	Відновлення плоских робочих поверхонь
Деталі профільні	Лемеші, лапи, диски сошників	Відновлення лез і просторової геометрії деталей
Дрібні деталі	Поршневі пальці	Відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь специфічними способами (гідротермічним роздаванням, гарячим розкатуванням тощо)
	Валики вентиляторів і штовхачів, вісі шестерен	Відновлення зовнішніх поверхонь з незначними зносами (переважно гальванічними способами)

Додаток Б
(довідковий)

Таблиця Б.1 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту
деталей групи – вали і вісі

Де- таль	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
1	2	3	4
Вали гладенькі і ступінчасті	005	Токарна	Виправлення центрових отворів
	010	Слюсарна	Виправлення вигину деталі
	015	Зварювальна	Заварювання шпонкових пазів, отворів з дефектами різьби
	020	Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, опорних шийок
	025	Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь
	030	Токарна	Проточування різьбових кінців, опорних шийок нарізання різьби
	035	Фрезерна	Фрезерування шпонкових пазів і лисок на різьбовому кінці
	040	Слюсарна	Виправлення дефекту внутрішньої різьби та інше
	045	Термічна	Термічна обробка деталі: відпал, загартування, відпуск
	050	Шліфувальна	Шліфування опорних шийок
Вали шліцеві	055	Контрольна	Контроль якості ремонту
	005	Токарна	Виправлення центрових отворів
	010	Слюсарна	Виправлення вигину деталі
	015	Зварювальна	Заварювання шпонкових пазів, отворів з дефектами різьблення
	020	Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, опорних шийок і шліців
	025	Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь
	030	Токарна	Проточування різьбових кінців, нарізання різьби Проточування опорних шийок, шліцевої частини по зовнішньому діаметру

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4
	035	Фрезерна	Фрезерування шпонкових пазів, шліців і лисок на різьбовому кінці
	040	Слюсарна	Виправлення дефекту внутрішньої різьби та інше
	045	Термічна	Термічна обробка деталі: отжиг, загартування, відпуск
	050	Шліфувальна	Шліфування опорних шийок шліцевої частини по зовнішньому діаметру
	055	Контрольна	Контроль якості ремонту
Вали колінчасті	005	Зварювальна	Заварювання шпонкового паза
	010	Наплавочна	Наплавлення поверхонь під шків, передню противагу і шестерню
	015	Токарна	Проточування наплавлених поверхонь
	020	Шліфувальна	Шліфування корінних, шатунних шийок та поверхонь під шків, передню противагу і шестерню
	025	Токарна	Розточування отвору під втулку
	030	Слюсарна	Запресовування втулки
	035	Фрезерна	Фрезерування шпонкових пазів
	040	Слюсарна	Закруглення фаски та кромки масляних каналів
	045	Полірувальна	Полірування корінних та шатунних шийок
	050	Слюсарна	Розвертання отворів під штифт
	055	Слюсарна	Запресування штифта
	060	Контрольна	Контроль якості ремонту
Вали розподільчі	005	Слюсарна	Виправлення вигину деталі
	010	Шліфувальна	Шліфування попереднє та заключне кулачків
	015	Полірувальна	Полірування кулачків
	020	Контрольна	Контроль якості ремонту

Таблиця Б.2 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – циліндри порожнисті

Деталь	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
Стакани, маточини, втулки	005	Зварювальна	Заварити тріщини і обломи та при необхідності різьбові отвори і шпонкові канавки
	010	Наплавочна	Наплавити внутрішні поверхні деталі
	015	Наплавочна	Наплавити зовнішні поверхні деталі
	020	Слюсарна	Нарізати різьбу
Гільзи циліндрів	005	Гальванічна	Залізнєння посадочних поясів
	010	Токарна	Проточити посадочні пояски до номінального розміру
	015	Розточна	Розточування внутрішньої поверхні деталі
	020	Хонінгувальна	Хонінгування внутрішньої поверхні деталі
	025	Токарна	Підрізати борт
	030	Хонінгувальна	Чистове хонінгування внутрішньої поверхні деталі
	035	Контрольна	Контроль якості ремонту

Таблиця Б.3 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – диски

Деталь	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
1	2	3	4
Маховики, шкиви, диски	005	Токарна	Розточити поверхню отвору
	010	Зварювальна	Заварити тріщини і обломи та при необхідності різьбові отвори і шпонкові рази
	015	Наплавочна	Наплавити поверхню отвору
	020	Токарна	Зняти фаску, розточити отвір, обточити робочі поверхні до видалення слідів зносу

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4
Катки, ролики, ступиці, колеса	025	Строгальна	Виготовити шпонковий паз
	030	Балансувальна	Балансувати деталь
	035	Контрольна	Контроль якості ремонту
	005	Слюсарна	Правка ободу
	010	Слюсарна	Виправлення дефектів різьби
	015	Зварювальна	Заварити тріщини обода або ступиці, отворів з дефектами різьби, шпонкових пазів, отворів під шпильки
	020	Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, внутрішніх та зовнішніх поверхонь деталей
	025	Токарна	Розточування та обточування наплавлених поверхонь деталі, нарізання різьби, проточення торцевої поверхні
	030	Стругальна	Стругання шпонкових пазів
	035	Свердлильна	Свердлення та розсвердлення отворів під шпильки
	040	Контрольна	Контроль якості ремонту

Таблиця Б.4 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – колеса зубчасті

Де- таль	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
1	2	3	4
Шестерні	005	Наплавочна	Наплавити торці зубів
	010	Термічна	Провести обтискання зубчастого вінця
	015	Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь
	020	Слюсарна	Прошити шліцьовий отвір
	025	Токарна	Проточити шестерню по периферії зубчастого вінця
	030	Фрезерна	Нарізати зуби
	035	Шевінгувальна	Шевінгувати зуби
	040	Термічна	Загартувати зуби та провести відпуск

Продовження таблиці Б.4

1	2	3	4
	045	Дробоструминна	Провести дробоструминну обробку
	050	Слюсарна	Прошити шліцьовий отвір
	055	Контрольна	Контроль якості ремонту
Зірочки	005	Токарна	Сточити зуби
	010	Слюсарна	Напресувати сталевий вінець
	015	Зварювальна	Заварити місце стику вінця з деталлю
	020	Фрезерна	Фрезерувати зуби
	025	Токарна	Розточити отвір в маточині
	030	Слюсарна	Запресувати втулку в отвір
	035	Свердлильна	Просвердлити отвір в місті стику втулки та деталі
	040	Слюсарна	Встановити в отвір штифт
	045	Контрольна	Контроль якості ремонту

Таблиця Б.5 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – важелі

Де-таль	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
Тяги, важелі	005	Слюсарна	Правити деталь
	010	Наплавочна	Наплавити зношені торцеві поверхні
	015	Зварювальна	Заварити шліцьові або шпонкові канавки
	020	Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь
	025	Токарна	Розточити отвір під ремонтну втулку
	030	Слюсарна	Запресувати ремонтну втулку
	035	Фрезерна	Фрезерувати торцеві поверхні
	040	Стругальна	Стругання шпонкових пазів та шлиців
	045	Токарна	Розточити та розвернути отвір в ремонтній втулці

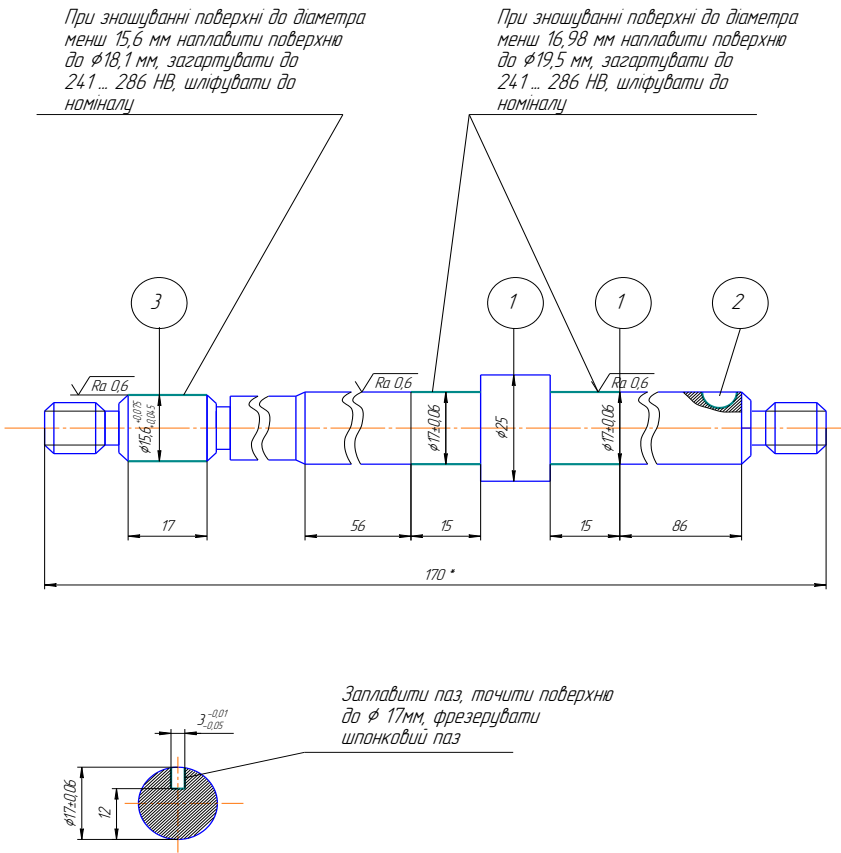
Таблиця Б.6 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – корпусні деталі

Де-таль	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
Корпусні деталі	005	Зварювальна	Заварити тріщини, пробоїни
	010	Наплавочна	Наплавлення посадкових місць
	015	Токарна	Виготовлення ремонтних різьбових пробок, ремонтних кілець та втулок
	020	Слюсарна	Вилучення обламаних болтів або шпильок; встановлення різьбових пробок, ремонтних втулок, та розвертання їх до нормального розміру
	025	Гальванічна	Осталювання посадкових місць отворів
	030	Слюсарна	Калібрування отворів після осталювання
	035	Розточна	Розточення та розвертання поверхонь отворів деталі

Таблиця Б.7 – Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – деталі площинні

Де-таль	№	Найменування операції	Стислий склад операцій
Вилки перемікання	005	Слюсарна	Правка деталі
	010	Наплавочна	Наплавлення поверхонь щік, пазів та інше
	015	Фрезерна	Фрезерування наплавлених поверхонь деталі

Додаток Д
(довідковий)
Ремонтний кресленняк



1 ISO 2768-мК
2.*Размір для довідки

Лист	№ докум.	Надп.	Дата	Лист	Маса	Максималь.
Розроб.	Головний			0,29	21	
Проєкт.				Лист	Листов	1
Норматив.				Сталь 40ХГСТ1050-88	ТДАТУ, 2008	
Чит.				Копія	Формат	A2

Фигура 2

[illegible]

Додаток Ж
(довідковий)
Маршрутна карта (аркуш продовження)

[illegible]

Додаток Л

Проектування плану операцій технологічного процесу
відновлення вісі котка трактора ДТ-75

1 Вихідна інформація про деталь, яку потрібно відновити

Деталь – вісь котка

Номер по каталогу – 54.31.402А

Матеріал – сталь 30ХГТ

Твердість – 241-285 НВ

Маса в обробленому вигляді – 3,36 кг

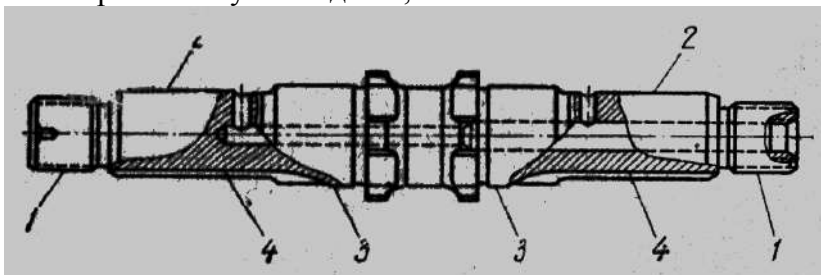


Рисунок 1 – Вісь котка

Технічні вимоги на defeкацію вісі котка наведено в таблиці 1

Таблиця 1 - Технічні вимоги на defeкацію вісі котка

Контрольований дефект		Розмири, мм		
Поз.	Найменування	По кресленні	Допустимий в сопряженні з деталями	
1	Пошкодження різьби			
2	Знос поверхонь шийок під опорні катки	$42^{+0,068}_{+0,043}$	-	42,04
3	Знос поверхонь шийок під роликотідшипники 7909	$47^{+0,020}_{+0,003}$	47,00	46,98
4	Знос шпонкових пазів	$10^{-0,015}_{-0,065}$	10,05	10,05

Дефекти деталі, які необхідно усунути:

Деф.1 - пошкодження різьби М33×1.5;

Деф.2 - знос поверхонь шийок під опорні катки до розміру менше ніж $\varnothing 41,99$ мм;

Деф.3 - знос поверхонь шийок під роликопідшипники 7909 до розміру менше ніж $\varnothing 47$ мм;

Деф.4 - знос шпонкових пазів по ширині більше допустимих розмірів: нормального більше 10,01 мм, першого ремонтного більше 10,31 мм, другого ремонтного більше 11,01 мм.

Якщо величина зносу не встановлена завданням, то рекомендується визначити її за наступною формулою:

$$I = (3 \dots 5) \cdot (d_{\text{ном}} - d_{\text{доп}})$$

де: $d_{\text{ном}}$ – розмір по робочому кресленні деталі (Рисунок 1);

$d_{\text{доп}}$ – допустимий розмір (з технічних умов на дефекацію) деталі.

Технічні умови на приймання відновленої деталі:

- твердість поверхонь під роликопідшипники 230-280 НВ;
- биття поверхонь під роликопідшипники відносно вісі деталі не більше ніж 0.05 мм;
- на 10 см² поверхонь під роликопідшипники допускається не більше однієї раковини величиною по найбільшому виміру до 1 мм і глибиною не більше 0,5 мм;
- різьба повинна бути повною, чистою, без зірваних ниток;
- биття торців не більше 0.05 мм.

Вісь котка належить до деталей класу «стержні круглі» та підкласу – «вали гладенькі та ступінчаті»

2. Вибір типового технологічного процесу відновлення деталей подібного класу

Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – вали гладенькі та ступінчаті представимо в таблиці 2.

Таблиця 2 - Типовий маршрут технологічного процесу ремонту деталей групи – вали гладенькі та ступінчаті

Найменування операції	Стислий зміст операцій	Призначення операції
1	2	3
Токарна	Виправлення центрових отворів	Відновлення бази для встановлення деталі при обробленні поверхні
Слюсарна	Виправлення вигину деталі	Відновлення просторової геометрії деталі, взаєморозташування поверхонь деталі

Продовження таблиці 2

1	2	3
Зварювальна	Заварювання шпонкових пазів, отворів з дефектами різьби	Компенсація зносу шпонкових пазів, та пошкоджень внутрішньої різьби
Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, опорних шийок	Компенсування зношеного шару металу на поверхнях опорних шийок та різьбових кінців
Термічна	Нормалізація наплавлених поверхонь	Усунення гартівних явищ після зварювання та наплавлення, поліпшення обробляємості
Токарна	Проточування різьбових кінців, опорних шийок нарізання різьби	Черна та чистова обробка наплавлених поверхонь
Фрезерна	Фрезерування шпонкових пазів і лисок на різьбовому кінці	Формування шпонкових пазів, та плоских поверхонь деталі
Слюсарна	Виправлення дефекту внутрішньої різьби та інше	Переріз різьб, зняття фасок, задирок, пластична обробка
Термічна	Термічна обробка деталі: отжиг, загартування, відпуск	Придання потрібної твердості поверхні
Шліфувальна	Шліфування опорних шийок	Обробка поверхонь з необхідною точністю та шорсткістю
Контрольна	Контроль якості ремонту	Перевірка відповідності деталі технічним вимогам

3. Вибір раціонального способу усунення дефекту

Вибір раціонального способу усунення дефекту проведемо для дефекту: знос поверхонь шийок під опорні катки.

Визначимо товщину зношеного шару металу, який необхідно компенсувати при відновленні поверхні:

$$(42,058 - 41,99) \cdot 5 = 2.95 \text{ мм}$$

Нанести такий шар металу можливо тільки за рахунок наплавлення, що і відповідає пропонуємому типовим технологічним процесом.

Вибір раціонального способу усунення дефекту виконується за трьома критеріями :

- 1) технологічному (застосування) ;
- 2) технічному (довговічності) ;
- 3) техніко-економічному (доцільності) .

Підсумки вибору представимо у вигляді таблиці 3

Таблиця 3 – Вибір способу усунення зносу поверхонь шийок

Спосіб відновлення по технологічному у критерію	Технологічна характеристика					Питома вартість відновлення грн./м ²	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності
	Коефіцієнт				Мікротвердість, мПа		
	стійкість до спрацювання	витривалість	зчеплення	довговічності			
Наплавлення електродугове	0.7	0.6	1.0	0.4	3000	84	210
Наплавлення в середовищі CO ₂	1.3	0.85	1.0	1.1	3200	37	33,6
Вібродугове наплавлення	0.8	0.6	0.8	0.5	3000	68	136

Раціональним способом усунення дефекту поверхонь шийок під катки буде наплавлення в середовищі CO₂.

На інші дефекти призначимо способи відновлення виходячи з типового технологічного процесу.

а) пошкодження різьби М33×1.5 – наплавлення з наступною обробкою, та нарізання різьби нормального розміру.

б) биття поверхонь під роликopідшипники відносно вісі деталі – правка деталі.

в) знос поверхонь шийок під роликopідшипники 7909 - наплавлення з наступною обробкою під номінальний розмір

г) знос шпонкових пазів по ширині - наплавлення з фрезеруванням шліців нормального розміру.

4. Упорядкування плану операцій відновлення деталі

В наслідок аналізу деталі та її дефектів та вибраних способів відновлення можливо зробити наступні висновки:

- центрові отвори не зношуються, тому не потребують відновлення;

- після наплавлення в середовищі CO₂ поверхневий шар металу має невелику твердість HRC > 35, тому немає необхідності проводити нормалізацію поверхні

- внутрішньої різьби у деталі немає, тому не потрібна операція 040 «слюсарна».

Виходячи з наступних міркувань складемо план операцій відновлення вісі котка в формі таблиці 3

Таблиця 4 - План операцій відновлення вісі котка

№ операції	Найменування операції	Зміст операції	Призначення операції
1	2	3	4
005	Наплавочна	Наплавлення різьбових кінців, опорних шийок, поверхонь під каток, шпонкового паза	Відновлення зношеного шару опорних поверхонь, поверхонь під каток, шпонкового паза та пошкоджень зовнішньої різьби
010	Токарна	Проточування різьбових кінців, опорних шийок нарізання різьби та поверхонь під каток	Черна та чистова обробка наплавлених поверхонь
015	Фрезерна	Фрезерування	Формування шпонкових

		шпонкових пазів і лисок на різьбовому кінці	пазів, та плоских поверхонь деталі
--	--	---	------------------------------------

Продовження таблиці 4

1	2	3	4
020	Термічна	Термічна обробка деталі: загартування СВЧ	Надання встановленої твердості поверхні
025	Шліфувальна	Шліфування опорних шийок	Обробка поверхонь з необхідною точністю та шорсткістю
030	Контрольна	Контроль якості ремонту	Перевірка відповідності деталі технічним вимогам

5. Вибір засобів технологічного оснащення

Наплавочна – Установка для зварювання в середовищі CO₂ – А-547У.

Токарна – верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Фрезерна – верстат горизонтально-фрезерний 5350

Термічна – піч СВЧ

Шліфувальна – верстат круглошліфувальний 3Б161

36,1,34,3,32,5,30,7,28,9,26,11,24,13,22,15,20,17

18,19,16,21,14,23,12,25,10,27,8,29,6,31,4,33,2,35