



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра сервісної інженерії та технології  
матеріалів в машинобудуванні  
імені О.І. Сідашенка

**І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко,  
А.К. Автухов, О.Д. Мартиненко**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
ЗА ФАХОВИМ СПРЯМУВАННЯМ  
«ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ»**

**Методичні вказівки  
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра  
студентами денної та заочної форми навчання  
за спеціальністю  
133 «Галузеве машинобудування  
(10 кредитів)**

**Харків  
2024**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні  
імені О.І. Сідашенка

**І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко,  
А.К. Автухов, О.Д. Мартиненко**

# **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА ЗА ФАХОВИМ СПРЯМУВАННЯМ «ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ»**

**Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи  
бакалавра**

*для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр  
денної та заочної форм навчання  
галузі знань – 13 «Механічна інженерія»,  
напрямку підготовки – 133 «Галузеве машинобудування»,  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(10 кредитів)*

Затверджено  
рішенням науково – методичної  
комісії факультету  
мехатроніки та інжинірингу  
Протокол №4 від 21.02. 2024 р.

**Харків  
2024**

УДК 631.3.004.67(075.8)

Рекомендовано до видання  
кафедрою сервісної інженерії та  
технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка  
Державного біотехнологічного університету,  
протокол № 6 від 11 січня 2024 року

**Кваліфікаційна робота бакалавра за фаховим спрямуванням «Технологія ремонту машин та обладнання»:** методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентами денної та заочної форми навчання, галузі знань 13 «Механічна інженерія», напряму підготовки 133 «Галузеве машинобудування», спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». (10 кредитів). / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, А.К. Автухов, О.Д. Мартиненко – Х.: ДБТУ, 2024. – 80с.

Методичні вказівки до виконання та оформлення кваліфікаційних робіт на здобуття ступеня бакалавра студентів спеціальності «133 Галузеве машинобудування» встановлюють мету, завдання, зміст та вимоги до оформлення кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра.

Іл. 6. Табл. 15. Бібліогр. 59.

**ISBN 978-617-8122-85-0**

**Рецензенти:**

**М.І. Черновол** – академік Національної академії аграрних наук України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, почесний ректор, радник ректора, Центральноукраїнський національний технічний університет

**М.В. Марченко** – к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича, Державний біотехнологічний університет

**ISBN 978-617-8122-85-0**

УДК 631.3.004.67(075.8)

© І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов,  
О.А. Науменко, А.К. Автухов,  
О.Д. Мартиненко. 2024

© Державний біотехнологічний університет, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
<b>1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ</b>	7
1.1 Тематика та спрямованість кваліфікаційної роботи бакалавра	7
1.2 Вміст та обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра	8
1.2.1 Загальні положення	8
1.2.2 Оформлення титульного аркушу, реферату, змісту пояснювальної записки	10
1.2.3 Орієнтовний зміст основної частини та перелік креслеників графічної частини	11
1.3 Список основних літературних джерел, щодо виконання кваліфікаційної роботи	13
1.4 Перелік нормативної документації щодо виконання машинобудівельних креслень	17
<b>2. РОЗРОБКА ОСНОВНОГО РОЗДІЛУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</b>	19
2.1 Вступ	19
2.2 Технологічні основи ремонту (відновлення) конструктивних елементів машин	19
2.3 Технологічна частина	19
2.3.1 Розробка схеми розбирання (складання) складальної одиниці	19
2.3.2 Технологічний процес розбирання (складання) складальної одиниці	20
2.3.3 Технологічний процес відновлення деталі	20
2.3.3.1 Технологічний процес дефектації деталі і карта поєднання дефектів за маршрутами	20
2.3.4 Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталей (за прийнятим маршрутом)	21
2.3.4.1 Аналіз і вибір варіантів технологічних процесів усунення дефектів	21
2.3.4.2 Вибір режимів обробки і нормування операцій	37
2.5 Ремонтний кресленик деталі	38
2.6 Технологічний процес відновлення деталі (комплект)	39
<b>3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.</b>	41
<b>4 ЕФЕКТИВНІСТЬ І БЕЗПЕЧНА ПРАЦЯ (за необхідністю)</b>	54
4.1 Вимоги безпеки праці під час виконання технологічних операцій	54
4.2 Розрахунок економічної ефективності відновлення деталей	54
<b>ДОДАТКИ</b>	57

## ВСТУП

Величезний парк різних за призначенням і конструктивною складністю сільськогосподарських машин України щорічно піддається ремонтним впливам різного ступеня складності. Підвищення якості ремонту та надійності відремонтованих тракторів, комбайнів та інших машин є головним чинником, що визначає терміни і якість виконання агротехнічних робіт у сільському господарстві, зниження втрат сільськогосподарської продукції.

Для успішного вирішення цього завдання необхідно постійно вести технічну підготовку ремонтного виробництва за суворого дотримання чинних стандартів і технічних вимог.

Ремонтно-технологічна документація призначена для підготовки виробництва, ремонту (відновленню) і контролю виробів та їх складових частин. Її розробляють для виробів, для яких передбачають за допомогою ремонту технічно можливе й економічно доцільне відновлення параметрів і характеристик (властивостей), що змінюються під час експлуатації і визначають можливість використання виробу за прямим призначенням.

У загальному випадку ремонтні документи розробляють на основі:

- робочої конструкторської документації на виготовлення виробів;
- експлуатаційної документації;
- технічних умов на виріб;
- технологічної документації на виготовлення виробу;
- матеріалів з дослідження несправностей, що виникають під час випробування та експлуатації виробів даного типу або аналогічних виробів інших типів,
- аналізу показників безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та збереженості виробу під час експлуатації до ремонту в міжремонтні терміни;
- інформаційних і статистичних матеріалів з ремонту аналогічних виробів.

До ремонтно-технологічної документації відносять текстові та графічні робочі конструкторські документи, які окремо або в сукупності дають змогу

забезпечити підготовку виробництва, здійснити ремонт (відновлення) виробу і контроль його робочих параметрів.

В умовах ремонтного виробництва для різних видів технологічних процесів ремонту виробів, що застосовуються в виробництві, розробляються і належним чином оформляються відповідні комплекти технологічної документації. Комплект такої документації складається з окремих текстових і графічних документів. Склад, форма і вміст технологічних документів залежать від виду і призначення технологічного процесу і повинні відповідати вимогам стандартів та іншої нормативно-технічної документації.

Нині на ремонтних підприємствах здебільшого застосовуються одиничні технологічні процеси ремонту виробів. Разом з тим, багатомономенклатурність деталей сільськогосподарської техніки, що відновлюються, і доцільність спеціалізації та концентрації виробництва з відновлення деталей зумовлюють необхідність застосування типових і групових технологічних процесів, що впливає на підвищення серійності ремонтного виробництва, скорочує кількість оригінальних технологічних процесів, знижуючи тим самим обсяг технологічних розробок, створює можливість комплексної механізації виробничих процесів, що, зрештою, підвищує ефективність виробництва.

Навчальний посібник розроблено з метою надання допомоги при виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи, відображає рівень теоретичних знань і практичних навичок випускника в межах обов'язкової та вибіркової складових освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів, його здатність до самостійної професійної діяльності як фахівця освітнього ступеня "Бакалавр" студентами денної та заочної форми навчання за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" за фаховим спрямуванням «Технологія ремонту машин та обладнання».

## 1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

### 1.1 Тематика та спрямованість кваліфікаційної роботи бакалавра

Тематика кваліфікаційної роботи бакалавра повинна бути безпосередньо пов'язана з компетентностями та відповідними результатами навчання, що регламентовані освітньо-професійною програмою. Студенти за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" виконують кваліфікаційну роботу бакалавра технологічно - конструкторського характеру. Тематика кваліфікаційних робіт бакалаврів може містити в собі окремі питання та розділи планових держбюджетних і госпдоговірних тем, які виконуються на кафедрі *сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка*. Тематика кваліфікаційних робіт бакалаврів повинна бути актуальною, конкретною, відповідати сучасному стану і перспективам розвитку науки і техніки, відповідати реальним потребам машинобудування.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра обирається студентом самостійно на підставі запропонованої кафедрою *сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка* тематики, або може бути запропонована студентом самостійно з обов'язковим узгодженням її з керівником кваліфікаційної роботи бакалавра. Тематика кваліфікаційної роботи бакалавра повинна враховувати:

- професійні інтереси студента,
- запити базової установи проходження практики,
- напрям наукових досліджень та конструкторських розробок кафедри *сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка*,
- можливості отримання студентом практичного вихідного матеріалу.

*Приклади тем кваліфікаційних робіт бакалаврів по кафедрі сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка: «Проект удосконалення технології ремонту (відновлення) деталі або вузла трактора , автомобіля сільськогосподарської машин або обладнання».*

## 1.2 Вміст та обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра

### 1.2.1 Загальні положення

Обрана студентом тема кваліфікаційної роботи закріплюється за ним наказом по університету на підставі його заяви на ім'я декана факультету (додаток А).

Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра відображаються у завданні кафедри, яке видається індивідуально кожному студенту.

Обрана студентом тема кваліфікаційної роботи закріплюється за ним на підставі його заяви на ім'я декана факультету (додаток А).

Вихідні дані для виконання курсового проекту відображаються у завданні, яке видається індивідуально кожному студенту.

Завдання до виконання кваліфікаційної роботи (додаток Б) видається в місячний термін з дня реєстрації наказу про затвердження тем.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з пояснювальної записки до 50 сторінок (комп'ютерного набору шрифтом 14 кегль, 1,5 інтервал, сторінки додатків не враховуються) та обов'язкового ілюстративного матеріалу (склад графічного матеріалу (креслеників) кваліфікаційної роботи бакалавра: складальні кресленики машини, її механізмів чи вузлів, та при необхідності, робочі (ремонтні) кресленики деталей машини. Кресленики повинні давати повне уявлення про будову та принцип дії машини чи виробу. Кресленики до кваліфікаційної роботи бакалавра повинні бути представлені на паперовому носії (виконані ПК у конструкторських програмах та роздруковані на принтері А4) у вигляді мультимедійної презентації до 4...6 слайдів (не більше 10). Загальна кількість креслеників кваліфікаційної роботи бакалавра не менше 4 листів формату А1.

Структура й зміст роботи, співвідношення розділів визначаються її темою і керівником роботи та рекомендовано містити:

1. Титульний аркуш.
2. Завдання до виконання кваліфікаційної роботи.



3. Реферат.
4. Зміст.
5. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності).
6. Основна частина ( вступ, розділ 1, розділ 2, ..., розділ 4).
7. Охорона праці (за необхідності).
8. Висновки.
9. Список використаних джерел.
10. Додатки.

Кількість розділів в основній частині та їх структура визначаються випусковими кафедрами і можуть бути змінені керівником при складанні плану роботи над кваліфікаційною роботою бакалавра.

Пояснювальна записка повинна мати титульний аркуш (Додаток В). Текст записки, відповідно до змісту, має підрозділятися на розділи, підрозділи, пункти і підпункти.

Кожен розділ необхідно починати з нової сторінки. Назва розділу пишеться заголовними літерами.

Текст записки необхідно розміщувати на аркушах із дотриманням полів: угорі й унизу - 15 мм; ліворуч - 30 мм; праворуч - не менше 10 мм.

Зміст розділів має бути стислим, терміни і визначення відповідати загальноприйнятим у літературних джерелах, висновки - обґрунтованими, або мати посилання на документи.

За необхідності текст записки може супроводжуватися рисунками, таблицями, схемами, пронумерованими в межах розділу. Кожен рисунок, схема повинні мати під рисунковий напис, а таблиці – назву, що відображає їхній зміст.

По тексту записки необхідно наводити посилання на таблиці, схеми, літературу.

Формули, наведені в записці, пишуть із нового рядка, симетрично до тексту. У цьому ж рядку з правого боку сторінки проставляється номер

формули.

Технологічні процеси розбирання (складання) вузла, defeкації чи відновлення деталі виконуються у вигляді комплекту документів, зразки яких наведені в [19-21] (Додаток Д). На конструкторську розробку складається специфікація, яка розміщується у додатку. Оформлення графічної частини має обов'язково виконуватися з дотриманням вимог стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

### 1.2.2 Оформлення титульного аркушу, реферату, змісту пояснювальної записки

Титульний аркуш (додаток В) містить назву навчального закладу, факультету, кафедри, код і назву спеціальності, назву освітньої програми підготовки, тему кваліфікаційної роботи (українською та англійською мовами), прізвище та ініціали автора (форма навчання і академічна група), прізвище, ініціали керівника та його науковий ступінь і вчене звання, прізвище й ініціали консультанта з охорони праці (за необхідності), відомості щодо допуску кваліфікаційної роботи до захисту, календарний рік захисту.

Реферат – короткий зміст кваліфікаційної роботи, який містить основні відомості та висновки, які необхідні для початкового ознайомлення з документом. Обсяг реферату не повинен перевищувати однієї сторінки.

Реферат містить: відомості про обсяг документів; текст реферату; перелік ключових слів.

Ключові слова – це слова або словосполучення з тексту документу, які з точки зору інформаційного пошуку несуть смислове навантаження. Перелік ключових слів повинен включати від 5 до 15 слів (словосполучень) в називному відмінку. Приклад оформлення реферату наведено у Додатку Г.

Зміст розташовують безпосередньо після реферату, починаючи з нової сторінки. До змісту включають: вступ; послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів; висновки; список використаних джерел; назви додатків і номери сторінок, з яких вони починаються. Заголовки однакових ступенів рубрикації слід розташовувати одні під одними, заголовки кожного наступного ступеня слід зміщувати вправо у відношенні до

попередніх. Всі заголовки починаються з великої літери.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів подають у кваліфікаційній роботі окремим списком перед вступом, якщо вжито специфічну термінологію, а також маловідомі скорочення, нові символи, позначення тощо. Перелік друкують двома колонками, в яких зліва за абеткою наводять скорочення, справа – їх детальне розшифрування. Якщо у кваліфікаційній роботі вжиті спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення тощо повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх розшифрування наводять у тексті при першому згадуванні (у зносках до тексту).

### 1.2.3 Орієнтовний зміст основної частини та перелік креслеників графічної частини

#### ВСТУП.

## 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

1.1 Призначення і коротка технічна характеристика об'єкта ремонту.

1.2 Будова, порядок роботи і змащування ремонтованої складальної одиниці.

1.3 Аналіз умов роботи сполучень і можливі дефекти деталей.

1.4 Висновки, мета та задачі кваліфікаційної роботи бакалавра.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Схема і технологічний процес розбирання (складання) складальної одиниці.

2.1.1 Схема розбирання (складання) складальної одиниці.

2.1.2 Технологічний процес розбирання (складання) складальної одиниці.

2.2 Технологічний процес відновлення деталі

2.2.1 Технологічний процес дефектації деталі

2.2.2 Карта поєднання дефектів за маршрутами.

2.2.3 Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталей (за прийнятим маршрутом).

2.2.3.1 Аналіз і вибір варіантів технологічних процесів усунення дефектів.

2.2.3.2 Вибір режимів обробки і нормування операцій.

2.3 Ремонтний кресленик деталі.

2.4 Технологічний процес відновлення деталі (комплект документів).

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

3.1 Аналіз відомих конструкцій технологічного оснащення.

3.2 Призначення та будова технологічного оснащення, що розробляється.

3.3 Визначення величини діючих сил і розробка кінематичної схеми технологічного оснащення.

3.4 Інженерний розрахунок елементів конструкції технологічного оснащення.

3.5 Правила експлуатації технологічного оснащення.

4. ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНА ПРАЦЯ (за необхідністю)

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

До переліку обов'язкових креслень графічної частини проекту входять:

- ескіз складальної одиниці до схеми розбирання (складання);
- схема розбирання (складання) заданої складальної одиниці;
- ремонтний кресленик деталі;
- складальний кресленик технологічного оснащення;
- робочі кресленики основних деталей технологічного оснащення.

Рекомендується на першому листі креслеників відобразити машину (або вузол машини), яка сама є предметом розробки. З аналізом недоліків конструкції або дефектів корті виникають під час експлуатації.

На другому листі креслеників відобразити схему розбирання вузла для доступу до деталі, що аналізується та ескіз до неї.

На третьому листі креслеників зобразити робочі (ремонтні) кресленики деталей, які складають об'єкт, що ремонтується в кваліфікаційній роботі бакалавра (механізм чи вузол).

На четвертому листі креслеників відобразити конструкторську частину, а саме розроблене технологічне оснащення для розбирання, складання, фіксації, при обробці, транспортуванні та інше. Також розробити деталювання технологічного оснащення та специфікацію до нього.

### 1.3 Список основних літературних джерел, щодо виконання кваліфікаційної роботи

1. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

2. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, С.О. Лузан та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 361 с.

3. Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / O. Sidashenko, O. Tikhonov, S. Luzan, and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

4. Теоретические основы технологии ремонта машин: Учебник в 3-х т. / А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, Т.С. Скобло и др. Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин) – Харьков: ХНТУСХ, 2005. – 590 с.

5. Основи трибології: Підручник / А.М. Антипенко, О.М.Белас, В.А. Войтов та ін. За ред. Войтова В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342с.

6. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло та інші. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416 с.

7. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло та інші. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 491 с.

8. Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тихонов, Н.М. Пільгуй та інші.: Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2016. – 412 с.

9. Сучасний українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тихонов, Н.М. Пільгуй, І.М. Рибалко та інші. – Х.: Діса плюс, 2020. – 456 с.

10. Техническое обслуживание и ремонт тракторов Т-150, Т-150К различных модификаций с двигателями СМД, ЯМЗ и ДОЙТЦ / А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, В.К. Аветисян и др.; Под ред А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Изд. 2-е, исправленное и доп. – Харьков: ООО «Укразагрозпарт», 2004. – 380 с.

11. Эксплуатация и ремонт трансмиссий тракторов серий Т-150К, ХТЗ-121, ХТЗ-160 / Н.Г. Макаренко, А.Т. Лебедев, В.Б. Самородов и др. Под ред. В.Б. Самородова, А.Т. Лебедева. – Харьков: ООО «Укразагрозпарт», 2006. – 341с.

12. Тракторы ХТЗ-150К-03, ХТЗ-150К-09, Руководство по текущему ремонту./ Петренчук В.Я., Науменко А.А., Сидашенко А.И. [и др.]. - Харьков: СДП ФЛ Стороженко И.А., 2004, -316с.

13. Руководство по текущему ремонту зерноуборочного комбайна «Дон-1500» и его модификаций. / Т.А. Баньковская, И.В. Гудым, В.Г. Знайдюк и др. Под общ. ред. В.А. Войтова. – Харьков: НИТИ ХНТУСХ, 2006. – 292с.

14. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.В. Курчаткин и др. Под ред. А.Н. Батищева – М.: КолосС, 2007. – 424с.

15. Сидашенко А.И. Ремонт машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов. / А.И. Сидашенко, А.В. Тихонов, В.Ф. Карпусенко – Харьков: ХНТУСХ, 1999. –56с.

16. Казаровец Н.В. Современные технологии и технический сервис в животноводстве: Монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук – Минск: БГАТУ, 2008. – 788с.; ил.

18. Лащенко Г.И. Современные технологии сварочного производства. / Г.И. Лащенко – К.: Екотехнологія, 2012. - 720 с.

19. Разработка технологических процессов ремонта сельскохозяйственной техники. / А.А. Науменко, А.Я. Полиский и др. // Методические указания – Харьков: ХИМЭСХ, 1989. – 60с.

20 Автухов А.К. Проектирование ремонтно-технологической документации. Методические указания./ А.К. Автухов, А.В. Тихонов, В.А. Бантковский, В.Ф. Карпусенко – Харьков, ХГТУСХ, 2001. – 45с.

21. Виконання та оформлення курсових і дипломних проектів / Навчальний посібник до надання методичної допомоги при виконанні та оформленні курсових і дипломних проектів для студентів аграрних вузів денної та заочної форми навчання за спеціальностями: 6. 090215, 7. 090215, 8. 090215 - "Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва"; 6. 090219, 7. 090219 - "Обладнання лісового комплексу"; 6. 090211 - "Колісні та гусеничні транспортні засоби". // Сідашенко О.І., Карпусенко В.П., Мартиненко О.Д., Польотов В.А., Сиром'ятніков П.С. – Харків, ХНТУСГ, 2005. – 88с.

22. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 / За ред. Вітвицького В.В. – Київ, "Поліграфкнига", 2007р. – 286с.

23 Данюк В.М. Нормування праці. Збірник завдань і вправ: Навч. посіб. / В.М. Данюк, Г.О. Райковська, За заг. ред. В. М. Данюка. – К.: КНЕУ, 2006. – 268 с.

24. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

25. Семенов В.М. Нестандартный инструмент для разборочно-сборочных работ. / В.М. Семенов – М.: Колос, 1976. – 303с.

26. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М : Машиностроение, 1983. – 277с.

27. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій.: Навчальний посібник. / М.Г. Дичковський – Херсон: Олді-плюс, 2008. – 328с
28. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник./ А.І. Боровик – К.: Кондор, 2008. – 726с.
29. Богуслаев В.А. Станочные приспособления. / В.А. Богуслаев, В.А. Леховицер, А.С. Смирнов – Запорожжє: ОАО «Мотор Сич», 2000. – 461с.
30. Петров О.В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О.В. Петров, С.І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
31. Технологічна оснастка. Розрахунки. Проектування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, – Харків: НТУ «ХП», 2024. – 233 с.
32. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
33. Ткачук К.Н., Основи охорони праці: Підручник. 3-тє видання, доповнене та перероблене. /, М.О. Халімовський, В.В.Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк, Ю.О. Полукаров. За ред. К.Н.Ткачука. – К. : Основа, 2011 – 480 с.
34. Запорожець О.І. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: вид ЦУЛ, 2019. – 264 с.
35. Практикум з економіки підприємств технічного сервісу: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко. Ю.А. Сайчук, І.И. Луценко, В.М. Романченко, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2021. – 252 с.
36. Економіка підприємства: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2019. – 277 с.



37. Кремнев Г.П. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: учебное пособие / Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков. – Д.: ЛИРА, 2016. – 297 с.

38. Технічні вимоги на капітальний (поточний) ремонт або дефектацію сільськогосподарської техніки.

#### 1.4 Перелік нормативної документації щодо виконання машинобудівельних креслень

1. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ2.001-93, IDT)

2. ДСТУ ГОСТ2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна структура виробу. Загальні положення(ГОСТ2.053-2006, IDT).

3. ДСТУ ГОСТ 2.604:2005. Єдина система конструкторської документації. Кресленики ремонтні. Загальні вимоги (ГОСТ 2.604-2000, IDT).

4. ДСТУ ISO 128-1:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128 (ISO128-1:2003, IDT).

5. ДСТУ ISO 128-20:2003 Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії (ISO128-20:1996. IDT).

6. ДСТУ ISO 128-21:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 21. Лінії, виконані автоматизованим проектуванням (ISO128-21:1997, IDT).

7. ДСТУ ISO 128-22:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 22. Основні положення та правила застосування ліній-виносок і полиць ліній-виносок (ISO128-22:1999, IDT).

8. ДСТУ ISO128-30:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види.

9. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи (ISO128-40:2001. IDT)

10. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних креслениках.

11. ДСТУ ISO 128-50:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів (ISO128-50:2001, IDT).

12. ДСТУ ISO 3040:2006 Кресленики технічні. Конуси. Розміри та допуски (ISO3040:1990, IDT).

13. ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.

14. ДСТУ ISO 5455:2005 Кресленики технічні. Масштаби (ISO5455:1979, IDT)

15. ДСТУ ISO 5456-1:2006 1. Кресленики технічні. Методи проєкціювання. Частина. Загальні положення (ISO 5456-1:1996, IDT).

16. ДСТУ ISO 5456-2:2005 2. Кресленики технічні. Методи проєкціювання. Частина. Ортогональні зображення (ISO5456-2:1996, IDT).

17. ДСТУ ISO 5456-3:2006 3. Кресленики технічні. Методи проєкціювання. Частина. Аксонометричні зображення (ISO5456-3:1996, IDT).

18. ДСТУ ISO 5456-4:2006 4. Кресленики технічні. Методи проєкціювання. Частина. Центральне проєкціювання (ISO5456-4:1996, IDT).

19. ДСТУ ISO 5457:2006 Документація технічна на виробі. Кресленики. Розміри та формати (ISO5457:1999, IDT).

20. ДСТУ ISO 6433:2006 Кресленики технічні. Позиції (ISO6433:1981, IDT).

21. ДСТУ ISO 7573:2006 Кресленики технічні. Специфікація (ISO7573:1983, IDT).

## 2. РОЗРОБКА ОСНОВНОГО РОЗДІЛУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

### 2.1 Вступ

У вступі до кваліфікаційної роботи бакалавра необхідно відобразити взаємозв'язок завдань випускової роботи із завданнями, що стоять поперед ремонтним виробництвом сільського господарства України.

На основі аналізу стану сучасних продуктивних сил і виробничих відносин необхідно, у стислій формі, дати обґрунтування важливості впровадження у виробництво передових технологій ремонту машин, досягнень науки і техніки. Вступ має закінчуватися постановкою мети випускової кваліфікаційної роботи бакалавра

### 2.2 Технологічні основи ремонту (відновлення) конструктивних елементів машин

У цьому розділі на підставі даних, наведених у літературних джерелах, дається короткий опис призначення і будови об'єкту (машини, агрегату, складальної одиниці), аналізуються умови його роботи і чинники, що діють у процесі експлуатації (умови роботи спряжень, силові та теплові навантаження, захищеність від потрапляння абразивних часток та ін.).

На підставі аналізу, конструкції та умов роботи об'єкту розглядаються можливі основні несправності складальної одиниці, що впливають на її працездатність, і причини їх виникнення. Потім встановлюються можливі дефекти основних деталей складальної одиниці і вказуються причини їх виникнення [1-7, 9-16]. Під час опису дефектів деталей, що виникають у процесі зношування, необхідно встановити вид зношування, відповідно до класифікації, наведеної в ДСТУ 2823 "Зносостійкість виробів. Тертя, зношування та змащування. Терміни та визначення".

### 2.3 Технологічна частина

#### 2.3.1 Розробка схеми розбирання (складання) складальної одиниці

Для складання схеми розбирання (складання) заданої складальної одиниці

необхідно вивчити її конструкцію за складальним кресленням і ознайомитися з відповідними типовими технологічними процесами, що діють у ремонтному виробництві.

Схема розбирання (складання) складальної одиниці є вихідною інформацією для опису технологічного процесу розбирання (складання), а також її можна використовувати як самостійний технологічний документ на робочому місці в ремонтній майстерні. З урахуванням трудомісткості виконання робіт вона дає змогу обґрунтовано визначити необхідні робочі місця для здійснення розбирально-складальних операцій на даному підприємстві, оскільки на схемі відображено можливість виконання як послідовних, так і паралельних операцій.

Розбирання (збирання) складальної одиниці має здійснюватися в певній послідовності, що залежить від її конструкції. Принцип побудови схеми розбирання (складання) описано в [1,19-21] (Додаток Д).

### 2.3.2 Технологічний процес розбирання (складання) складальної одиниці

У кваліфікаційній роботі під час розроблення технологічного процесу розбирання (складання) до комплексу обов'язкових технологічних документів входять: титульний аркуш (ТАР), відомість технологічних документів (ВТД), карта ескізів (КЕ), маршрутна карта (МК) і відомість оснащення (ВО). Принцип складання вищевказаних документів наведено в [1,19-21], зразки заповнення ТАР, ВО, ВТД наведені в додатку Е,Ж,З,

### 2.3.3 Технологічний процес відновлення деталі

#### 2.3.3.1 Технологічний процес дефектації деталі і карта поєднання дефектів за маршрутами

Комплект технологічних документів на дефектацію є складовою частиною технологічної документації на ремонт деталі виробу і містить у собі: титульний аркуш (ТАР), відомість технологічних документів (ВТД), карту ескізів (КЕ), карту технологічного процесу дефектації (КТПД) і відомість оснащення (ВО). Правила оформлення зазначених документів наведено в методичних вказівках [1, 19-21] а зразок в додатках К,Л.

Послідовність технологічних операцій з усунення дефектів залежить від виду технологічного процесу за його організацією (одиничний, уніфікований), характеру дефектів та їх поєднання.

Технологічний процес може передбачати усунення кожного дефекту окремо (подефектна технологія) або декількох дефектів (маршрутна технологія). Маршрутна технологія найбільш прийнятна для спеціалізованих підприємств і являє собою закінчений технологічний процес відновлення деталей з раціональною послідовністю операцій з усунення групи дефектів. Обґрунтування маршруту і поєднання дефектів, які до нього входять, значною мірою залежить від частоти повторюваності дефекту в обсязі ремонтваних деталей (коефіцієнта повторюваності), що вимагає значного обсягу експериментальних досліджень. Кількість маршрутів має бути мінімальною, але достатньою для організації оптимальних технологічних рішень.

У кваліфікаційній роботі кількість маршрутів і дефекти, що до них входять, визначаються студентом на основі знань, отриманих у період практики, а також за літературними джерелами, і потім уточнюються спільно з викладачем. Результати оформляються у вигляді карти поєднання дефектів за маршрутами (табл. 2.1.). На один із маршрутів (за вказівкою викладача) розробляється технологічний процес відновлення деталі.

#### 2.3.4 Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталей (за прийнятим маршрутом)

##### 2.3.4.1 Аналіз і вибір варіантів технологічних процесів усунення дефектів

Технологічний процес відновлення розробляється в такій послідовності:

- Здійснюється аналіз і попередньо вибираються варіанти технологічних процесів;
- Складається план операцій (табл.2.2);
- Розраховуються режими обробки і нормуються операції;
- Розробляється ремонтний кресленик деталі;
- Оформляється комплект документів технологічного процесу відновлення [19-21].

## Карта поєднання дефектів за маршрутами

Найменування та позначення деталі:

Барабан гальма 150.37.195-2

№ дефекту	Найменування дефекту	Номер маршруту і поєднання дефекту		
		I	II	III
1	Знос зовнішньої поверхні до розміру менше Ø245,60	1	1	1
2	Знос поверхні отвору до розміру більше Ø16,60	2	2	-
3	Знос поверхні отвору до розміру більше Ø95,10	3	-	-

Вибір варіантів технологічних процесів усунення дефектів здійснюється відповідно до карти поєднання дефектів (див. табл. 2.1.) для кожного з дефектів. Під час аналізу варіантів зіставляються лише технічні показники способів, які можуть бути застосовані для усунення дефектів. Показники організаційної та соціальної доцільності застосування цих способів у кваліфікаційній роботі не враховуються.

Для всіх дефектів вибирається по одному варіанту технологічного процесу. Для одного з дефектів (за вказівкою викладача) з урахуванням технічних показників вибирається два варіанти технологічних процесів.

Для всіх відібраних за технічними показниками варіантів технологічних процесів усунення дефектів за прийнятим маршрутом (див. табл. 2.1) складають плани операцій, зокрема й плани операцій для двох варіантів технологічних процесів усунення одного із заданих дефектів. Наприклад, за прийнятим маршрутом відновлення барабана гальма КПП 150.37.195-2 мають бути усунуті такі дефекти: зношення зовнішньої поверхні і зношення отворів.

Для усунення дефекту «зношування отворів» ухвалено один варіант технологічного процесу, що передбачає виконання трьох операцій: зварювальної (електрозварювання електродом УОНИ-13/45-4,0,2), токарної (проточування торцевих поверхонь) і свердлильної (свердління отворів). А для

усунення зносу зовнішньої поверхні барабана за технічними показниками спочатку прийнято два варіанти технологічних процесів:

1 варіант	2 варіант
1.1 Наплавна (у середовищі CO <sub>2</sub> )	2.1 Наплавна (під шаром флюсу)
1.2 Токарна	2.2 Токарна

З наведених варіантів технологічних процесів на підставі технічного аналізу та оцінки економічних показників, обраних з літературних джерел, обирають найефективніший варіант, який включають у технологічний процес відновлення деталі за прийнятим маршрутом. Обґрунтування і вибір можливих способів відновлення проводиться з використанням рекомендацій і табл. 2.2-2.4.

Обравши конкуруючі способи та їхні питомі показники, їх необхідно проаналізувати і знайти найефективніший варіант відновлення деталі.

Для виконання аналізу та визначення інтегрального показника ефективності складають таблицю відповідної форми (див. табл. 2.5).

Відносний питомий показник  $i$ -го способу розраховується за формулою

$$\gamma_i = \frac{W_i}{\Sigma W_n} + \frac{Q_i}{\Sigma Q_n} + \frac{\beta_i}{\Sigma \beta_n} + \frac{T_i}{\Sigma T_n} + \frac{C_{vi}}{\Sigma C_{vn}}$$

де  $W_i$ ,  $Q_i$ ,  $\beta_i$ ,  $T_i$ ,  $C_i$  – значення питомих показників  $i$ -го способу відновлення;

$\Sigma W_n$ ,  $\Sigma Q_n$ ,  $\Sigma \beta_n$ ,  $\Sigma T_n$ ,  $\Sigma C_{vn}$  – суми значень однойменних питомих показників усіх можливих способів відновлення.

Інтегральний показник  $i$ -го способу визначається за формулою

$$I_i = \frac{\gamma_i}{\alpha_i}$$

де  $\gamma_i$  – відносний питомий показник  $i$ -го способу;

$\alpha_i$  – відносна довговічність деталі, відновленої  $i$ -м способом.

Аналогічно розраховуються й інші показники відновлення деталі за обраним варіантом. Після цього складається маршрут відновлення деталі обраним способом (найменування і зміст операцій, технологічні режими,

використовуване обладнання та матеріали). Змінне співвідношення витрат на матеріали, енергію і заробітну плату та поява нових технічних рішень вимагають періодичного перегляду результатів оптимізації.

Таблиця 2.2

## Питомі показники способів відновлення

Способи відновлення	Питомі показники на 1 дм <sup>2</sup> поверхні					Відносна довговічність на 1 дм <sup>2</sup> поверхні $\alpha_i$
	W, кВт·год	Q, кг	$\beta$ , м <sup>2</sup>	T, люд-год	C, у.о.	
Газополуменеве напилення:						
- дротом	0,98	0,17	2	0,034	1,7	0,8
- порошком	0,67	0,16	2	0,023	4	0,8
Газополуменеве надзвукове напилення	0,7	0,18	5	0,018	9	0,8
Дугове напилення	0,3	0,18	1,8	0,015	1,26	0,8
Гіперзвукове напилення	0,3	0,17	5,4	0,085	1,7	0,8
Плазмове напилення	1,25	0,18	6	0,025	5,04	0,8
Плазмове надзвукове напилення	1,3	0,18	10	0,03	7,2	0,8
Газополуменеве наплавлення	0,47	0,17	0,25	0,34	0,34	0,8
Газодинамічне напилення	0,02	0,07	3	0,014	1,3	0,8
Електроіскрова обробка	0,45	0,2	1,5	0,07	3,5	0,8
Гальванічне натирання	3,1	0,2	6,5	0,41	0,7	0,8

Таким чином, у цьому прикладі складається план операцій для відновлення зовнішньої поверхні барабана.

У плані операцій зазначається найменування операції, спосіб установлення деталі при виконанні операції, обладнання, пристосування, інструмент і зміст кожного переходу. При виборі обладнання та оснащення рекомендується використовувати чинну нормативно-технічну документацію та інші літературні джерела.



Таблиця 2.3

## Характеристика способів відновлення деталей

Показники	Зварювання ручне			Наплавлення механізоване				Газотермічне напилення			Електроіскрове легування	Електролітичні покриття		Клейові композиції	Електро механічне висаджування	Пластичне деформування	Обробка під ремонтний розмір	Постановка додаткової деталі
	електродугове	газове	аргонодугове	в середовищі CO <sub>2</sub>	під шаром флюсу	вібродугове	в середовищі пару	газополуменеве	дугове напилення	плазмове напилення		хромування	осталювання					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Відновлення розміру та посадки	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Обмежено	Так	Ні	Обмежено
Відновлення властивостей: коефіцієнт зносостійкості	0,70	0,70	0,70	0,72	0,91	1,0	0,90	1,2	1,1	1,3	1,3	1,67	0,91	–	1,1	1,0	0,95	0,9
коефіцієнт витривалості	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,75	0,9	1,0	0,9	0,9	0,97	0,82	–	1,0	0,90	0,90	0,90
коефіцієнт зчеплення	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	0,8	1,0	0,82	0,65	–	1,0	1,0	1,0	1,0
коефіцієнт довговічності	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	0,69	0,85	0,82	0,85	0,8	1,72	0,58	–	1,1	0,9	0,86	0,81
мікротвердість, кгс/мм <sup>2</sup>	200	200	250	300–500	400–600	500–700	300–600	500–700	400–600	500–700	500–700	800–1300	300–700	–	1,2Нц	Нц	Нц	Нц
Розрахункова товщина покриття, мм	5	3	4	2–3	3–4	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3	0,5–1,0	0,3	0,5	5	0,2	2	0,2	5
Витрата матеріалів, кг/м <sup>2</sup>	48	38	36	30	38	31	31	30	32	30	30	21,2	23,3	47,5	–	3,5	2,5	78
Трудомісткість відновлення, люд-год/м <sup>2</sup>	60	72	56	28	30	32	28	34	29	31	35	54,6	18,6	30	9,0	36,2	16,7	148
Енергоємність відновлення, кВт год/м <sup>2</sup>	580	80	520	256	286	234	234	100	250	350	220	324	121	–	188	126	97	129
Продуктивність процесу, м <sup>2</sup> /год	0,016	0,014	0,018	0,036	0,033	0,031	0,036	1,1	1,5	1,3	0,03	0,018	0,054	–	0,112	0,028	0,06	0,007
Площа обладнання, м <sup>2</sup>	1,7	1,8	3,0	13,6	13,6	11,2	13,6	15	16	16	10	15,2	15,2	3,0	3,0	11,7	11,0	4,0
Маса обладнання, т	0,7	0,6	0,8	7,5	7,5	6,4	7,5	7,5	7,5	8,0	5,2	4,4	4,4	1,8	2,5	7,5	6,0	2,8

Таблиця для визначення ефективності способів відновлення

Можливі способи відновлення	Питомі показники на 1 дм <sup>2</sup> поверхні					Питомий показник і-го способу	Довготривалість $\alpha$	Інтегральний показник $I$
	$W$ , кВт·год	$Q$ , кг	$\beta$ , м <sup>2</sup>	$T$ , люд-год	$C$ , у.о.			
Спосіб № 1	$W_1$	$Q_1$	$\beta_1$	$T_1$	$C_1$	$\gamma_1$	$\alpha_1$	$I_1$
Спосіб № 2	$W_2$	$Q_2$	$\beta_2$	$T_2$	$C_2$	$\gamma_2$	$\alpha_2$	$I_2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Спосіб № $n$	$W_n$	$Q_n$	$\beta_n$	$T_n$	$C_n$	$\gamma_n$	$\alpha_n$	$I_n$
Сума значень	$\sum W_n$	$\sum Q_n$	$\sum \beta_n$	$\sum T_n$	$\sum C_n$	—	—	—

Рекомендуєма форма розробки плану операцій, наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

План операції відновлення деталі

Номер операції	Найменування операції. Спосіб установлення деталі. Обладнання, пристосування, інструмент.	Номер переходу	Зміст переходу
005	Наплавна Установка деталі.  Наплавочна установка УД-209 Перетворювач ВДУ-506 Балон із СО <sub>2</sub> 40-150 ДСТУ 949-73 Оправка (цехова) Шаблон 252 (цеховий) Кліщі (цехові))	1	Встановити деталь на оправку, закріпити
		2	Наплавити зовнішню поверхню дротом 1,6 Нп-30ХГСА ДСТУ 10543-75 з Ø246мм до Ø252мм на довжині 90 мм.
		3	Зняти деталь
010	Токарна Патрон 7100-0008  Токарний верстат 1К62 Різець прохідний 2100-0029 Т15К6 ДСТУ 18878-73 Штангенциркуль ЩЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166-80	1	Установити деталь у патрон, закріпити.
		2	Точити наплавлену поверхню з Ø252мм до Ø248мм-1,15
		3	Точити фаску 1,5мм×45°
		4	Зняти деталь

### 2.3.4.2 Вибір режимів обробки і нормування операцій.

Після складання планів операцій, проводиться вибір режимів обробки і нормування операцій. При цьому використовують дані, наведені в літературних джерелах [1-15, 19,20,22-24].

Розрахунок параметрів режимів обробки і нормування операцій, також можна проводити, використовуючи такі методики:

#### **АВТОМАТИЧНЕ НАПЛАВЛЕННЯ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ.**

Визначити товщину наплавленого шару  $h$  за формулою

$$h = u + \delta, \quad (2.1)$$

де  $u$  - величина зносу, мм;

$\delta$  - припуск на механічну обробку, мм (див. додаток М).

Визначити величину струму  $I$  за формулою:

$$I = \alpha \cdot F_e \quad (2.2)$$

де  $\alpha$  – щільність струму, А/мм<sup>2</sup> ( $\alpha = 80-110$  А/мм<sup>2</sup>);

$F_e$  – площа поперечного перерізу електродного дроту, мм<sup>2</sup>

Вибрати напругу наплавлення згідно табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Залежність напруги дуги від товщини шару, що наплавляється

Товщина шару, що наплавляється, мм	0,3-1,0	1,1-2,0	2,0
Напруга на дузі, В	12-15	15-20	20-25

Швидкість наплавлення  $V_H$  м/ч

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma} \quad (2.3)$$

Частота обертання деталі  $n$  хв<sup>-1</sup>

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \pi \cdot d} \quad (2.4)$$

Швидкість подавання дроту  $V_{пр}$  м/год

$$V_{пр} = \frac{4 \alpha_H \cdot I}{\pi \cdot d_{пр}^2 \cdot \gamma} \quad (2.5)$$

Крок наплавлення  $S$ , мм/об

$$S = (2-2,5) d_{пр} \quad (2.6)$$

Виліт електроду  $l$ , мм

$$l=(10-12)d_{\text{пр}} \quad (2.7)$$

Зсув електроду  $e$ , мм

$$e=(0,05-0,07) d, \quad (2.8)$$

где  $\alpha_n$ – коефіцієнт наплавлення, г/А-год (під час наплавлення постійним струмом зворотної полярності  $\alpha_n = 11-14$ );

$h$ – товщина наплавленого шару, мм;

$\gamma$ – щільність електродного дроту, г/см<sup>3</sup> ( $\gamma=7,85$  г/см<sup>3</sup>);

$d_{\text{пр}}$ – діаметр електродного дроту, мм;

$I$ – сила струму, А;

$d$ – діаметр деталі, мм.

**ВІБРОДУГОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ.** Сила струму  $I=(60...75)d_{\text{пр}}$

Швидкість подачі електродного дроту може бути визначена за формою:

$$V_{\text{пр}} = \frac{0,1 \cdot I \cdot U}{d_{\text{пр}}^2} \quad (2.9)$$

де  $V_{\text{пр}}$  – швидкість подавання дроту, м/год;;

$I$  – сила струму, А;

$U$  – напруга, В;

$d_{\text{пр}}$  – діаметр електродного дроту, мм.

Швидкість наплавлення розраховують за формулою:

$$V_{\text{н}} = \frac{0,785 d_{\text{пр}}^2 \cdot V_{\text{пр}} \cdot \eta}{h \cdot S \cdot k} \quad (2.10)$$

де  $V_{\text{н}}$  – швидкість наплавлення, м/год;

$\eta$ – коефіцієнт переходу електродного матеріалу в наплавлений метал приймають рівним 0,8-0,9;

$h$ – задана товщина наплавленого шару (без механічної обробки), мм;

$S$ – крок наплавлення, мм/об;

$k$  – коефіцієнт, що враховує відхилення фактичної площі перерізу наплавленого шару від площі чотирикутника з висотою  $h$ ;  $k = 0,8$ .

Між швидкістю подачі електродного дроту і швидкістю наплавлення існує оптимальне співвідношення, за якого забезпечується гарна якість наплавлення, зазвичай  $V_{\text{н}}=(0,4-0,8)V_{\text{пр}}$ . зі збільшенням діаметра електродного

дроту до 2,5-3,0мм –  $V_n = (0,7-0,8)V_{np}$

Частота обертання деталі під час наплавлення циліндричних поверхонь визначається за формулою (2.4).

Крок наплавлення  $S$  мм/об

$$S = (1,6-2,2) d_{np} \quad (2.11)$$

Амплітуда коливань  $A$ , мм

$$A = (0,75-1,0) d_{np} \quad (2.12)$$

Індуктивність ( $L$ , Гн)

$$L = \frac{51 \cdot \pi \cdot d_{np}^2 \cdot V_{np} \cdot \gamma}{I_{max}^2 \cdot f} \quad (2.13)$$

где  $I_{max}$  – максимальна сила струму в ланцюзі,  $A$  (її беруть удвічі більшою за силу струму за амперметром):

$f$  – частота коливань, Гц.

Полярність зворотна.

**НАПЛАВЛЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ.** Силу струму вибирають залежно від діаметра електрода і діаметра деталі

$$I = \alpha \cdot F_e \quad (2.14)$$

де  $\alpha$  – густина струму, А/мм<sup>2</sup> ( $\alpha = 100-130$  А/мм<sup>2</sup>):

$F_e$  – площа поперечного перерізу електродного дроту, мм<sup>2</sup>.

Швидкість наплавлення ( $V_n$ ), частота обертання ( $n$ ), швидкість подачі електродного дроту ( $V_{np}$ ), крок наплавлення ( $S$ ), зміщення електрода ( $e$ ) визначають за тими самими формулами, що і під час наплавлення під шаром флюсу.

Коефіцієнт наплавлення при наплавленні на зворотній полярності  $\alpha_n = 10-12$  г/А-год. Виліт електрода дорівнює 8-15 мм. Витрата вуглекислого газу становить 8...20 л/хв.

Полярність зворотна.

**НОРМУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ВИДІВ НАПЛАВЛЕННЯ.** Норма часу на виконання наплавочної роботи ( $T_n$ ) складається з таких елементів витрат часу (22,23):

$$T_H = T_o + T_{bc} + T_{доп} + T_{пз}/n, \quad (2.15)$$

де  $T_o$  – основний час визначається за такою формулою:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S} \quad (2.16)$$

де  $l$  – довжина поверхні деталі, що наплавляється, мм;

$n$  – кількість деталей, що наплавляється у партії, шт;

У кваліфікаційній роботі орієнтовно можна прийняти такі розміри партії деталей під час відновлення:

- деталі, що мають велику трудомісткість відновлення (блок циліндрів, головка блока, колінчастий вал) 20-30шт.

- деталі, що мають середню трудомісткість відновлення (вали, хрестовини та ін.) 50-70 шт.

- деталі, що мають малу трудомісткість відновлення (пальці, валики, втулки та ін.) 100-200шт.

$T_{bc}$  – допоміжний час дня наплавлення під шаром флюсу, вібродугового та наплавлення в середовищі вуглекислого газу становить 2-4 хв,

$T_{доп}$  – додатковий час визначається за такою формулою:

$$T_{доп} = \frac{(T_o + T_{bc}) \cdot K}{100} \quad (2.17)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що враховує частку додаткового часу від основного і допоміжного, %;

$K=14$  – для наплавлення під шаром флюсу;

$K=10$  – для вібродугового наплавлення і наплавлення в середовищі вуглекислого газу;

$T_{пз}$  – підготовчо-заклучний час - приймається приблизно рівним 16-20 хв для вище наведених видів наплавлення.

**ПЛАЗМОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ.** Під час плазмового наплавлення шарів завтовшки до 1 мм продуктивність, що відповідає оптимальним режимам наплавлення, становить: під час широкошарового наплавлення з коливаннями  $W=60-66$  см<sup>2</sup>/хв, під час наплавлення по гвинтовій лінії  $W=38-42$  см<sup>2</sup>/хв, коефіцієнт наплавлення (аг г/А-год) дорівнює 12-14.

Швидкість широкошарового наплавлення  $V_H$  м/год

$$V_H = \frac{0,6W}{B} \quad (2.18)$$

де  $B$  – ширина наплавлення за один оберт деталі, см.

$$B = A + A_1 \quad (2.19)$$

де  $A$  – амплітуда коливань пальника, см (0-2,5см).

$A_1$  – перевищення ширини наплавленого шару щодо коливання пальника ( $A=0,3$  см).

Швидкість наплавлення по гвинтовій лінії  $V_H$ , м/год.

$$V_H = \frac{0,6W}{S} \quad (2.20)$$

де  $S$  – крок наплавлення см/об;  $S=0,4-0,5$  см/об.

Наплавлення з коливаннями рекомендується застосовувати для деталі діаметром не менш як 35 мм і шириною зношеної поверхні до 40 мм (шийки, посадочні місця). Витрата порошку  $Q$ , г/хв.

$$Q = 0,1W \cdot h \cdot \gamma \cdot K_{\Pi} \quad (2.21)$$

де  $h$  – товщина наплавленого шару, мм;

$\gamma$  – щільність наплавленого металу, г/см<sup>3</sup>. Для порошкових твердих сплавів на залізній основі  $\gamma = 0,74$ , для сплавів на нікелевій основі  $\gamma = 0,8$ .

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт, що враховує втрати порошку,  $K_{\Pi}=1,12-1,17$ .

Сила струму  $I$ , А

$$I = \frac{6W \cdot h \cdot \gamma \cdot K_{\Pi}}{\alpha_H} \quad (2.22)$$

Частота обертання  $n$  хв<sup>-1</sup>;

$$n = \frac{1000V_H}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad (2.23)$$

де  $d$  – діаметр деталі, мм.

Основний час наплавлення  $T_o$ , хв

$$T_o = \frac{F_H}{W} \quad (2.24)$$

де  $F_H$  – площа наплавленої поверхні, см<sup>2</sup>.

Приблизно штучний час хв, що витрачається на плазмове наплавлення тієї чи іншої деталі, можна підрахувати за формулою:

$$t_{шт} = \frac{T_0}{\varphi} \quad (2.25)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт використання наплавочної установки, що дорівнює під час плазмового наплавлення 0,5-0,6. Полярність пряма.

**ЕЛЕКТРОКОНТАКТНЕ ПРИВАРЮВАННЯ СТРІЧКИ.** Частота обертання деталі, поздовжня подача зварювальних кліщів і частота проходження імпульсів є важливими параметрами процесу, що визначають його продуктивність. Співвідношення цих величин підбирають так, щоб забезпечити 6 або 7 зварних точок на 1 см довжини зварного шва.

Рекомендується такий режим приварювання стрічки товщиною до 1 мм.

Сила зварювального струму  $I$ , кА ( $I=16,1-18,1$ кА).

Тривалість зварювального циклу  $t_{св}$ , с ( $t_{св}=0,04 - 0,08$ с).

Тривалість паузи  $t_{п}$ , с ( $t_{п}= 0,1 - 0,12$ с).

Подача зварювальних кліщів  $S$ , мм/об ( $S=1,3 - 4$ мм/об).

Зусилля стиснення електродів  $P$ , кН ( $P=1,30 - 1,60$ кН).

Ширина робочої частини зварювальних роликів  $B$ , мм ( $B=4$ мм).

Продуктивність процесу електроконтактного приварювання стрічки становить  $W=70 - 80$  см<sup>2</sup>/хв.

Виходячи з продуктивності за формулами (2.20, 2.23, 2.24, 2.25), запропонованими для розрахунку режимів плазмового наплавлення, можна розраховувати відповідно швидкість наплавлення  $V_n$ , частоту обертання деталі  $n$ , основний  $T_0$  і штучний час  $t$  шт.

Під час розрахунку швидкості наплавлення подача зварювальної головки  $S=0,3-0,4$  см/об.

При розрахунку штучного часу коефіцієнт  $\varphi$  використання наплавочної установки приймається рівним 0,4-0,5.

**ГАЛЬВАНІЧНІ ПОКРИТТЯ.** Сила струму

$$I = D_k \cdot F_k \quad (2.26)$$

де  $D_k$  – катодна густина струму, А/дм<sup>2</sup> (визначається умовами роботи деталі, видом покриття, температурою і концентрацією електроліту). При хромуванні приймають  $D_k=50-75$  А/дм<sup>2</sup>. при залізненні - 20-30 А/дм<sup>2</sup>;



$F_K$  – площа поверхні, що покривається,  $\text{дм}^2$

Тривалість гальванічної операції визначається:

$$t = (t_0 + t_1)K_{пз} \quad (2.27)$$

де  $t_0$  – тривалість електролітичного осадження металів у ванні, год;

$t_1$  – час на завантаження і вивантаження деталей ( $t_1=0,1 - 0,2$  год);

$K_{пз}$  – коефіцієнт, що враховує підготовчо-заклучний час (під час роботи в одну зміну  $K_{пз} = 1,1-1,2$ ; у дві зміни  $K_{пз} = 1,03 - 1,05$ ).

Час витримки деталей у ванні визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \eta_k} \quad (2.28)$$

де  $h$  – товщина нарощування, мм (обирається згідно із завданням з урахуванням внеску і припуску на обробку);

$\gamma$  – щільність обложеного металу,  $\text{г/см}^3$  (хромування  $-\gamma=6,9 \text{ г/см}^3$ , залізнення  $-\gamma=7,8 \text{ г/см}^3$ );

$C$  – електролітичний еквівалент  $\text{г/А-год}$  (хромування  $C=6,323 \text{ г/А-год}$ ; залізнення  $-C=1,042$ );

$\eta_k$  – вихід металу за струмом (хромування – 12-15%, залізнення – 80-95%).

Відношення площі анода до площі катода ( $F_A/F_K$ ) при залізненні та хромуванні можна прийняти 2:1.

**МЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПОКРИТТІВ.** Механічна обробка покриттів, що наносяться на зношені поверхні, є завершальною операцією в технології відновлення деталей. До основних елементів режиму різання належать; глибина різання  $t$  мм; подача  $S$  мм/об; швидкість різання  $V$  мм/хв або частота обертання  $n$ , об/хв.

Вихідними даними для вибору режиму різання є: дані про відновлювану деталь (робоче креслення, виготовлення і технічні умови); рід і характеристика матеріалу покриття, форма, розміри і допуски на оброблення; допустимі відхилення від геометричної форми, неокруглість, нециліндричність, допустимі похибки взаємної координації окремих поверхонь; необхідна шорсткість.

**ВИБІР РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ (ТОЧІННЯ).**

Частота обертання, об/хв

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (2.29)$$

Швидкість різання, м/хв:

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m} \quad (2.30)$$

де  $t$  – глибина різання, мм. Глибина різання ( $t$ ) вибирається виходячи з товщини нанесеного шару, припуску на бік і номінальних розмірів поверхні.

$S$  – подача, мм/об. Подача ( $S$ , мм/об) для чорнового точіння подача вибирається за таблицями 2.7, 2.8.

$T$  – стійкість інструменту, хв. Вибирається за табл. 2.9.

$C$  – коефіцієнт, механічних якостей матеріалу деталі. Значення коефіцієнта  $C$  вибирається з табл. 2.10;

$m$  – показник ступеню впливу матеріалу різця. Значення показників ступеню  $m$  вибирають по табл. 2.11;

Значення  $x$  при обробці сталі – 0,18, при обробці чавуну – 0,15.

Значення  $y$  при обробці сталі – 0,27, при обробці чавуну – 0,30.

Таблиця 2.7

## Подача під час обточування деталей зі сталі

Глибина різання, мм	Діаметр деталі, мм						
	18	30	50	120	180	260	св. 260
	Подача, мм/об						
До 5	До 0,25	0,2-0,5	0,4-0,8	0,6-1,2	1,0-1,4	1,4	1,4

Таблиця 2.8.

## Подача під час розточування

Глибина різання, мм	Діаметр круглого перерізу державки різця, мм					
	10	15	20	25	30	40
	Виліт різця, мм					
	50	80	100	125	150	200
	Подача, мм/об					
Сталь						
$t=2$	0,05-0,08	0,08-0,20	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,0	-
$t=3$	-	0,08-0,12	0,10-0,25	0,15-0,40	0,20-0,50	0,25-0,60
Чавун						
$t=2$	0,08-0,12	0,25-0,40	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
$t=3$	0,05-0,08	0,15-0,25	0,30-0,50	0,50-0,90	0,90-1,20	-

Стійкість різців

Матеріал різця	Перетин різця, мм				
	16x25	20x30	25x40	40x60	60x90
	Стійкість різця T (у хв)				
Швидкорізальна сталь	60	60	90	120	150
Металокерамічний твердий сплав	90	90	120	150	180

Таблиця 2.10

Значення коефіцієнта, механічних якостей матеріалу деталі

Оброблюваний матеріал	C
Сталь, сталеве лиття	41,7
Сірий чавун і мідні сплави	24,0

Таблиця 2.11

Значення показників ступеня  $m$ 

Оброблюваний матеріал	Тип різця	Умовна обробка	$m$		
			Швидко - різальна сталь	Сплав ТК	Сплав ВК
СТАЛЬ, СТАЛЬНЕ ЛИТТЯ, КОВКИЙ ЧАВУН	Прохідні	З охолодженням	0,125	0,125	0,150
	Підрізні Розточувальні	Без охолодження	0,100	0,125	0,150
	Прохідні	З охолодженням	0,250	-	0,150
	Відрізні	Без охолодження	0,250	-	0,150
СІРИЙ ЧАВУН	Прохідні Підрізні Розточувальні	З охолодженням	0,100	0,125	0,200
	Підрізні Відрізні	Без охолодження	0,150	-	0,200

Розрахунок оперативного часу (30-31):

$$T_{оп} = T_m + T_B \quad (2.31)$$

де  $T_m$  – основний (технологічний) час під час точіння, хв.

$$T_m = \frac{L}{n \cdot S} i \quad (2.32)$$

де  $L$  – розрахункова довжина обробки в напрямку подачі, мм; (див. додаток О);

$l$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$i$  – число проходів;

$u$  – величина врзання і перебігу інструмента, мм,  $u = l_1 + l_2 + l_3$

Під час точіння  $l_j = t \cdot ctg \varphi$ ;

Якщо головний кут  $\varphi$  у плані дорівнює  $45^\circ$ , тоді  $l_1 = 1$ .

$l_2$  – довжина підходу і перебігу інструменту (2-5 мм);

$l_3$  – довжина проходів під час взяття пробних стружок у мм (5-8 мм);

$T_B$  – допоміжний час на установку і зняття деталі з верстата, пуск і зупинку верстата, підведення і відведення різального інструменту, вимірювання розмірів тощо.  $T_B$  вибирається з табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Допоміжний час під час точіння, хв

Спосіб обробки встановлюваної заготовки	Маса заготовки, кг					
	до 1	до 3	до 5	до 8	до 12	до 20
У центрах						
З хомутиком	0,35	0,44	0,54	0,64	0,72	0,87
З люнетом	0,44	0,5	0,64	0,78	0,91	1,12
На гладкій оправці	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,1
На оправці з гайкою	0,53	0,61	0,7	0,75	0,8	0,86
У патроні						
Без вивірки	0,2	0,22	0,27	0,33	0,38	0,39
С вивіркою	0,4	0,47	0,56	0,63	0,7	0,84

**ВИБІР РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ.** Глибина шліфування:  $t = (0,005 - 0,015)$  мм - прохід під час круглого чистового шліфування;  $t = (0,010 - 0,025)$  - під час чорнового шліфування.

Число проходів:

$$i = \frac{z}{t} \quad (2.33)$$

де  $z$  – припуск на шліфування (на бік) у мм.

Поздовжня подача  $S$ , мм/об:

$$S = S_d B_k \quad (2.34)$$

де  $S_d$  – поздовжня подача в частках ширини круга на один оберт деталі.

$B_k$  – ширина шліфувального круга в мм ( $B_k = 20 - 60$  мм).

При круглому шліфуванні  $S$  залежить від виду шліфування:

-  $S = (0,3 - 0,5) B_k$  – при чорновому шліфуванні деталей, виготовлених з будь-яких матеріалів, діаметром менше 20 мм:

-  $S = (0,6 - 0,7) B_k$  – при чорновому шліфуванні деталей, виготовлених з будь-яких матеріалів, діаметром більше 20 мм;

-  $S = (0,75 - 0,85) B_k$  – для деталей із чавуну;

-  $S = (0,2 - 0,3) B_k$  – при чистовому шліфуванні незалежно від матеріалу і діаметра деталі.

Колова швидкість деталі  $V_d$

$V_d = 20 - 80$  м/хв (для чорнового шліфування);

$V_d = 2 - 5$  м/хв (для чистового шліфування)).

Число обертів деталі (частота обертання):

$$n_d = \frac{1000 V_d}{\pi \cdot D} \quad (2.35)$$

де  $D$  - діаметр деталі, мм.

Швидкість поздовжнього переміщення столу  $V_{ст}$ :

$$V_{ст} = \frac{S \cdot n_d}{1000} \quad (2.36)$$

Розрахунок оперативного часу під час шліфування

$$T_{оп} = T_m + T_B \quad (2.37)$$

Основний час під час шліфування

$$T_m = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S} K \quad (2.38)$$

де  $L$  – довжина поздовжнього ходу стола визначається за формулами:

- при шліфуванні на прохід,

$$L = l + (0,2 - 0,4) B_k \text{ мм}; \quad (2.39)$$

- при шліфуванні в упор,

$$L=l-(0,4-0,6)B_k \text{ мм}, \quad (2.40)$$

$l$  – довжина шліфованої поверхні, мм;

$K$  – коефіцієнт точності (коефіцієнт, що дорівнює при чорновому шліфуванні 1,1; при чистовому - 1,4)

Допоміжний час для шліфування визначається з таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Допоміжний час під час роботи на кругло шліфувальних верстатах, хв

Спосіб устанавлення оброблюваної деталі	Маса оброблюваної деталі, кг		
	3	8	12
Надіти на деталь хомуттик, устанавити в центрах, пустити верстат, зупинити верстат, зняти деталь із центрів, зняти хомуттик, покласти і деталь на місце	0,43	0,62	0,70

Після складання планів операцій, вибору режимів і розрахунку норм часу в кваліфікаційній роботі розробляється ремонтне креслення деталі відповідно до вимог розділу 2.3

### 2.5 Ремонтний кресленик деталі

До складу нормативно-технічної документації на ремонт входить ремонтний кресленик деталі, що містить необхідну інформацію технологічного характеру.

Для розроблення ремонтного кресленника деталі необхідно мати у своєму розпорядженні певний комплект вихідних документів і довідкових матеріалів, до яких відносяться: робочий кресленик на виготовлення деталі (або кресленик, знятий з натурних деталей); технічні вимоги (умови) на ремонт машини, які діють на момент розроблення ремонтного кресленника; відомості про повторюваність дефектів, отримані в процесі дефектації даних деталей.

Ремонтні кресленники виконуються відповідно до правил, устанавлених ДСТУ 2604-2005. Написи, таблиці, а також технічні вимоги на ремонтних кресленниках деталей і складальних одиниць виконують відповідно до ДСТУ.

Основні правила виконання та оформлення ремонтних кресленників наведено в [19 - 21] (Додаток П).

Структурну схему оформлення ремонтного кресленника наведено на рис. 2.1. Відповідно ДСТУ 2.604 на ремонтному кресленні додають букву Р (ремонтний) до позначення деталі або складальної одиниці. Ремонтний кресленник з кількома категорійними розмірами деталей позначають додаванням дробу, у чисельнику якого стоїть буква Р і цифра, що відповідає першій категорії ремонтного розміру деталі, а в знаменнику - буква Р і цифра, що відповідає другій, третій тощо, категорії ремонтного розміру деталі.

У кваліфікаційній роботі ремонтний кресленник виконують на форматі А1 (за потреби можна використовувати формат А2) (Додаток У).

Кількість проєкцій і наявність розрізів, перерізів, додаткових видів деталі на ремонтному кресленнику приймають, виходячи з необхідної і достатньої наочності зображення.

Приклад розташування умовних полів та структурна схема оформлення ремонтного кресленника надано на рис. 2.1.

## 2.6 Технологічний процес відновлення деталі (комплект)

На підставі обраного технологічного процесу відновлення, планів операцій, обраних режимів відновлення, розрахунку норм часу і розробленого ремонтного креслення в роботі розробляється комплект документів на одиничний маршрутно-операційний технологічний процес відновлення деталі. Для його оформлення використовуються методичні вказівки, наведені в [19-21] або ОСТ 70.0009.005-85 (Додаток Р,С,Т).

Технологічна документація розробляється за допомогою сучасних САПР систем (Computer Aided Production Planning).

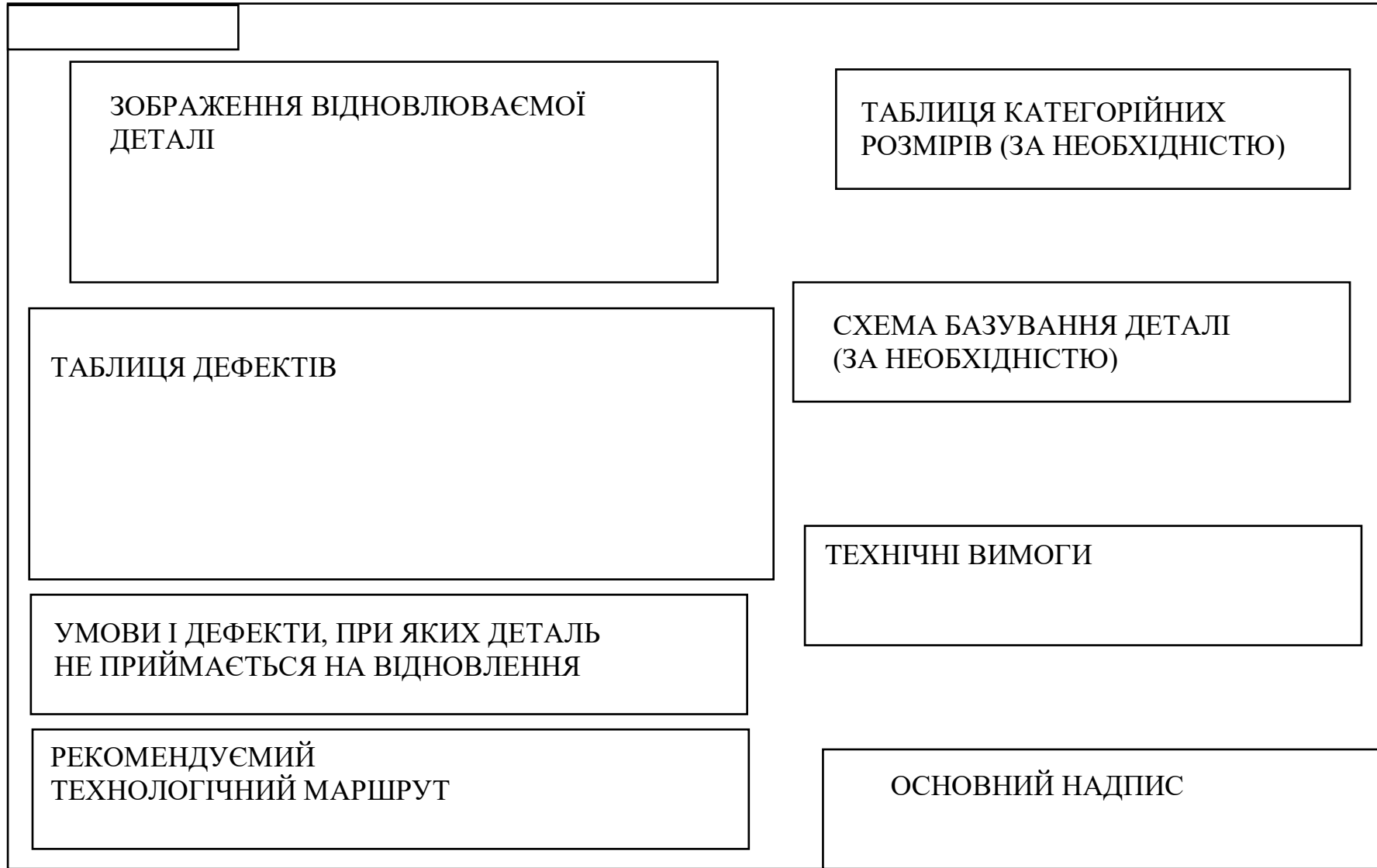


Рисунок 2.1 Структурна схема оформлення ремонтного кресленика



### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

У кваліфікаційній роботі розробляється конструкція технологічного оснащення (пристроїв) (запропонована керівником, викладачем у завданні або самостійно вибрана студентом), що рекомендується для застосування в технологічних процесах ремонту вузлів і відновлення деталей, що розробляються.

Пристосування, що розробляється в випусковій кваліфікаційній роботі бакалавра, може бути пристроєм, який сприяє підвищенню продуктивності праці або точності оброблення, розбирання-збирання, забезпечує оптимальні умови праці робітника і збереження деталей, розширює технологічні можливості обладнання.

За цільовим призначенням пристосування, що розробляється, може належати до таких груп ремонтно-технологічних пристосувань:

1. Розбирально-складальні – пристосування для з'єднання сполучуваних деталей і складальних одиниць або кріплення базових деталей виробів, що збираються, попереднього деформування зібраних пружних елементів виробів, роз'єднання та з'єднання елементів виробів, що вимагають великих зусиль.

2. Верстатні – пристосування для виконання всіх видів механічної обробки на верстатах.

3. Контрольні – пристосування для перевірки якості ремонту або технічного стану виробів.

4. Пристосування для кріплення робочих інструментів.

5. Пристосування для захоплення, переміщення і зміни положення складальних одиниць або деталей.

За ступенем спеціалізації у кваліфікаційній роботі можуть проектуватися пристосування універсальні або спеціальні (одноцільові).

Аналоги таких пристосувань для вдосконалення і розроблення робочих креслень можуть бути підібрані студентом з літературних джерел з ремонту машин, журнальних статей, збірників винаходів і раціоналізаторських

пропозицій та інших відповідних джерел [1-6, 10-18, 25-31].

У розрахунково-пояснювальній записці кваліфікаційної роботи бакалавра необхідно дати стислий опис проектованої конструкції пристосування та особливостей її будови і роботи із зазначенням переваг прийнятої конструкції перед аналогами. У записці наводять також інженерні розрахунки, які, залежно від особливостей розроблюваної конструкції, можуть охоплювати кінематичний розрахунок, розрахунок приводів (гідравлічних, пневматичних, електричних та ін.), перевірку на міцність обраних деталей із визначеними розмірами (перевірочний розрахунок), розрахунок найбільш навантажених деталей на міцність, розрахунок розмірних ланцюгів та інші.

Інженерний розрахунок пристосувань необхідно починати з визначення сил, що діють на конструкцію або необхідні для виконання її функцій.

Виражаючи процес **відкручування гайок** залежністю крутного моменту від кута повороту гайки та провівши аналіз діаграми процесу встановлено три етапи, які є характерними своєю закінченістю та визначеністю: страгування (I етап), ослаблення (II етап) і вільне відгвинчування (III етап). З урахуванням конкретних різьбових з'єднань крутний момент страгування можна визначити за формулою:

$$M_c = \frac{\tau_c}{16} \left[ \pi(D_0^2 - d_0^2) \cdot (D_0 + d_0) + 5Hd_{cp} \sqrt{p^2 + (\pi \cdot d_{cp})^2} \right], \quad (3.1)$$

де  $\tau_c$  – коефіцієнт силової взаємодії страгування під час відкручування деталей різьбового з'єднання,  $H / \text{мм}^2$ ;

$D_0$  – зовнішній діаметр торця гайки, мм;

$d_0$  – діаметр отвору під гвинт у деталях, що з'єднуються, мм;

$H$  – висота гайки, мм;

$d_{cp}$  – середній діаметр різьби, мм;

$p$  – крок різьби, мм.

Вираз  $\frac{1}{16} \left[ \pi(D_0^2 - d_0^2) \cdot (D_0 + d_0) + 5Hd_{cp} \sqrt{p^2 + (\pi \cdot d_{cp})^2} \right]$  позначили через  $N$  та

назвали геометричним параметром різьбового з'єднання (одиниця виміру  $\text{мм}^3$ ).

Геометричний параметр складається з двох складових:

$$N = N_m + N_p, \text{ мм}^3, \quad (3.2)$$

де  $N_m$  – геометричний параметр торцевої поверхні різьбового з'єднання,  $\text{мм}^3$ ;

$N_p$  – геометричний параметр різьбової поверхні різьбового з'єднання,  $\text{мм}^3$ .

Таким чином вираз для визначення моменту страгування різьбового з'єднання набув вигляду:

$$M_C = \tau_C \cdot N, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.3)$$

Крутний момент вільного відкручування  $M_X$  визначається аналогічно крутному моменту страгування з виразу:

$$M_X = \tau_X \cdot N_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.4)$$

де  $\tau_X$  – коефіцієнт силової взаємодії вільного відкручування,  $\text{Н} / \text{мм}^2$ ;

$N_p$  – геометричний параметр різьбової поверхні різьбового з'єднання,  $\text{мм}^3$ .

Запропонована формула справедлива для різьбових з'єднань, у яких гвинт виступає над гайкою на 1,5-2 кроки різьблення, тому що за вільного відкручування гайки різьбового з'єднання з гвинтами, що виступають надмірно, у різьбі виникає явище "заклинювання", що призводить до збільшення крутного моменту.

Таблиця 3.1

Коефіцієнти силової взаємодії страгування і вільного відкручування

Група експлуатації різьбового з'єднання	Коефіцієнти силової взаємодії	
	Страгування, $\tau_C, \text{ Н/мм}^2$	Вільного відкручування, $\tau_X, \text{ Н/мм}^2$
Легка	25-35	1,0-2,0
Середня	40-50	3,0-4,0
Важка	60-80	5,0-6,0

Для знімачів - це зусилля розпресування. Зусилля спресування підшипників визначають за формулою:

$$P_{cn} = \frac{d}{d+30} \cdot \frac{fE\pi N_1}{2K_n} \quad (3.5)$$

де  $d$ - номінальний діаметр отвору підшипника, мм;

$f$  – коефіцієнт тертя (0,10-0,25);

$E$  – модуль пружності матеріалу підшипника ( $2,2 \cdot 10^5$  МПа);

$B$  – ширина опорного кільця підшипника, мм;

$N_I$  – розрахунковий натяг, мм;

$K_n$  – коефіцієнт, що враховує серію підшипника (2,78 – легка серія, 2,27 – середня, 1,96 – важка).

Зусилля розпресування шківів, шестерень і втулок приймають рівним 1,20-1,50 зусилля запресовування.

Для сталевих маточин і валу зусилля запресовування визначається з виразу:

$$P_3 = 20N_B \cdot l, \quad (3.6)$$

для чавунної маточини і сталевого валу

$$P_3 = 11,5N_B \cdot l, \quad (3.7)$$

де  $N_B$  – найбільший натяг, мкм;

$l$  – довжина маточини.

Для верстатних пристосувань зусилля, що виникає під час обробки (наприклад, зусилля різання) деталі регламентує величину сил затиснення.

Наприклад, для заготовки (див рис. 3.1) зусилля закріплення визначають із виразу:

$$Q = \frac{k \cdot P}{\varphi_1 + \varphi_2} \quad (3.8)$$

де  $k$ -коефіцієнт запасу (для пристосувань перебуває в межах 1,5-2,0);

$\varphi_1, \varphi_2$ , - коефіцієнти тертя заготовки з настановними і затискними елементами ( $\varphi_1, \varphi_2 = 0,15 - 0,3$ ).

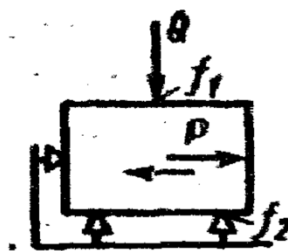


Рисунок 3.1 Схеми для розрахунку сил закріплення заготовки від зміщення

**ЗНІМАЧІ.** Це найбільш широко застосовувані в ремонтному виробництві пристосування, що використовуються під час розбірних робіт (рис. 3.2.). Під час їхнього розрахунку послідовно визначають діаметр гвинта, висоту гайки, перетин траверси, довжину і діаметр рукоятки.

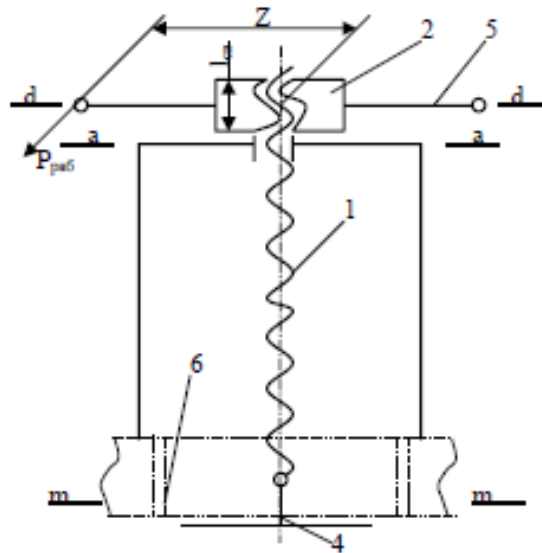


Рисунок 3.2 Кінематична схема знімача для втулок:

1 – гвинт; 2 – гайка; 3 – корпус; 4- захват; 5 – рукоятка; 6 – втулка, котру потрібно випресувати

У разі використання наявної конструкції знімача його розраховують на створюване зусилля  $Q(H)$  за формулою:

$$Q = \frac{P \cdot L}{r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \quad (3.9)$$

де  $P$  – зусилля робітника, прикладене до рукоятки, Н;

$L$  – плече рукоятки, м;

$r$  – середній радіус різьби силового гвинта, м;

$\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії або підйому нарізки при середньому її діаметрі, град,

$\varphi$  – кут тертя, град.

Ручні гвинтові затискачі знаходять велике застосування у верстатних пристосуваннях унаслідок їхньої простоти і надійного закріплення

оброблених деталей (див. рис. 3.3.). Недоліки гвинтових затискачів: значний допоміжний час, необхідний для затискання і розтискання деталі, велика затрата робочим м'язової сили, мінливість сили затискання і можливість зміщення деталі від сили тертя на торці гвинта.

Гвинтові затискачі застосовують під час ручного закріплення деталей у технологічній оснастці, а також у пристроях механізованого типу і під час затискання деталей у пристосуваннях-супутниках.

Закріплення оброблених деталей гвинтовими затискачами в пристосуваннях здійснюється ключами, ручками, гайками, гайками головками, встановленими на кінці гвинта. Затискні гвинти і гайки виготовляють зі сталі 35 і 45 з твердістю HRC 30-35 і точністю різьблення за 3-м класом Розрахунок гвинтового затискача проводять у такій послідовності:

Розраховується номінальний діаметр гвинта (мм) за формулою::

$$d = C\sqrt{\frac{Q}{\delta}} \quad (3.10)$$

де  $C=1,4$  - коефіцієнт для основної метричної різьби,

$Q$  – сила закріплення заготовки, Н

$\delta$  – напруга розтягування (стиснення); для гвинтів зі сталі 45 з

урахуванням зносу різьблення  $\delta = 80-100$  Мпа

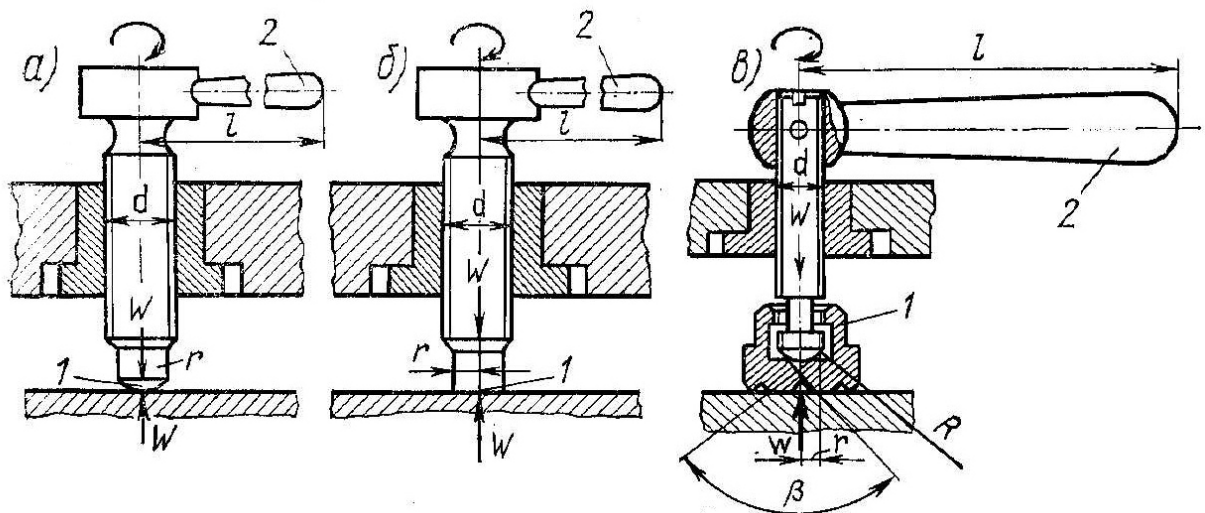


Рисунок 3.3 Гвинтові затискачі та їх розрахунок

а – з руків'ям 2 і сферичним торцем 1; б – з руків'ям 2 і плоским торцем 1,

в – з руків'ям 2 і башмаком 1

Діаметр округлюється до більшого найближчого значення. У пристосуваннях застосовують різьблення від М8 до М42.

Момент, що розвивається на рукоятці або маховику, для отримання заданої сили закріплення  $Q$ , для гвинтів зі сферичним торцем (рис. 2.3), визначають із виразу.

$$M \approx 0,1 \cdot d \cdot Q, \quad (3.11)$$

Для гвинтів із плоским торцем (рис. 2.3)

$$M = 0,1 \cdot d \cdot Q + \frac{f \cdot Q \cdot D_H}{3} \quad (3.12)$$

де – коефіцієнт тертя,  $f=15$ .

Для гвинтів із башмаком (рис. 2.3), що запобігає псуванню поверхні заготовки

$$M = 0,1 \cdot d \cdot Q + r \cdot f \cdot \frac{\beta}{2} Q \quad (3.13)$$

де  $\beta$  – кут між дотичними до сферичної поверхні гвинта в гнізді башмаку, град.

Користуючись даними таблиці додатка У, можна обґрунтовано вибрати конструкцію головки за знайденим значенням моменту  $M$ .

У ручних затискних пристроях сила на рукоятці не повинна перевищувати 150 Н. Значення моментів, що розвиваються рукою на маховиках і рукоятках різних конструкцій і розмірів, наведені в додатку Ф. Середня тривалість закріплення заготовок різними затискними пристроями: у трикулачковому патроні ключем – 4с; одним гвинтовим затискачем (ключем) – 4,5с; штурвалом – 2,5с; поворотом важеля – 2,5с; маховиком або зірочкою – 2с; поворотом рукоятки пневмо- та гідроколеса – 2с; поворотом рукоятки пневмо- і гідро крану – 1,5 с. За необхідності збільшення зусилля затиснення застосовують пристосування із силовими (пневматичними, гідравлічними) вузлами.

**ЕКСЦЕНТРИКОВІ ЗАТИСКАЧІ.** Ці затискачі є швидкодіючими, але розвивають меншу силу затискання, ніж гвинтові, мають обмежене лінійне

переміщення і не можуть надійно працювати в разі значних коливань розмірів між настановною поверхнею і поверхнею, яку затискають, деталей, що обробляються. У пристосуваннях застосовують круглі та криволінійні ексцентрики затискачі.

Круглий ексцентрик являє собою диск або валик, що повертається навколо осі 0, зміщеної відносно геометричної осі ексцентрика на деяку величину  $e$ , звану ексцентриситетом. Для надійного закріплення оброблюваної деталі ексцентрикові затискачі повинні бути самогальмівними.

Круглі ексцентрики виготовляють зі сталі 20Х, цементують на глибину 0,8-1,2 мм і потім гартують до твердості HRC 55-60.

Розрахунок ексцентрикового затискача проводять у такій послідовності (див. рис. 3.4 а,б):

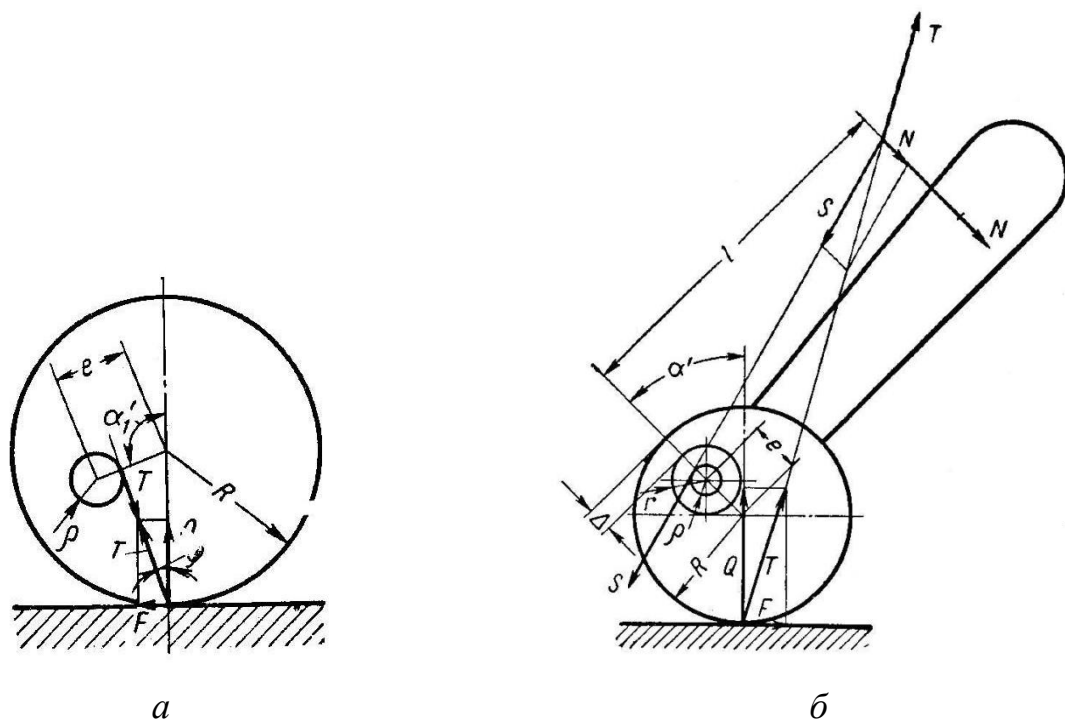


Рисунок 3.4 Схеми для силового розрахунку ексцентриків

Розраховується величина ексцентриситету  $e$  за формулою:

$$e = \frac{S_1 + \sigma + \frac{Q}{f}}{1 - \cos \alpha} \quad (3.14)$$

де  $S_1$  – зазор для вільного введення заготовки під ексцентрик, мм;

$\sigma$  – допуск на розмір заготовки від її установчої бази до місця



прикладання сили закріплення, мм;

$Q$  – сила затиску заготовки, Н;

$J$  – жорсткість затискного пристрою (для прикладу  $J=12000\text{Н/мм}$ );

$\alpha$  – кут повороту ексцентрика від нульового (начального) положення,  $\alpha=70^\circ-180^\circ$

Визначається радіус цапфи ексцентрика  $r$  (мм) приймаючи довжину цапфи рівною  $2r$  за формулою::

$$r = \sqrt{\frac{Q}{4\sigma_{CM}}} \quad (3.15)$$

де  $\sigma_{CM}$  – допустиме напруження на зм'яття (15-20 МПа).

Радіус ексцентрика  $R$  знаходимо з умови самогальмування.

$$R = \frac{e-p}{\sin\varphi} \quad (3.16)$$

де  $p$  – радіус кола тертя,  $p=(0,12-0,15)r$ ;

$\varphi$  – кут тертя спокою ( $8^\circ$ ).

Ширину робочої частини ексцентрика  $B$  визначають із формули:

$$B = 0,17 \frac{QE}{R\sigma^2} \quad (3.17)$$

де  $E$  – модуль пружності матеріалу ексцентрика ( $E=2 \cdot 10^6\text{Мпа}$ );

$\sigma$  – напруга на зм'яття в місці контакту ексцентрика із заготівлею (наприклад,  $\sigma=1000\text{Мпа}$ ).

Після чого визначаємо момент на рукоятці ексцентрика за формулою:

$$N \cdot l = [l + \sin(\alpha^1 + \varphi)] \cdot eQ \quad (3.18)$$

де  $\alpha^1 = 180 - \alpha$ ;

$N$  – зусилля на рукоятці ексцентрика, Н;

$l$  – відстань до прикладеної сили на рукоятці, м;

$Q$  – сила затиску заготовки, Н;

$e$  – ексцентриситет.

Знаючи момент і задавши зусилля на рукоятці, визначаємо її довжину.

де  $\alpha^1 = 180 - \alpha$ .

**КЛИНОВІ ЗАЖИМИ** застосовують як проміжну ланку в складних

затискних системах. Вони прості у виготовленні, легко розміщуються в пристосуванні, дають змогу збільшувати і змінювати напрямок сили, що передається (див. рис. 3.5). За певних кутів клиновий механізм має властивості самогальмування.

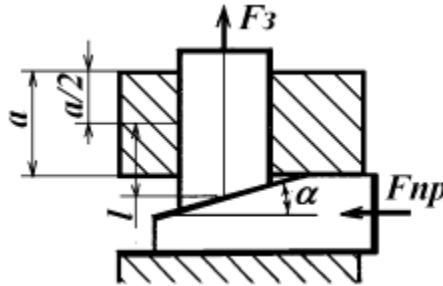


Рисунок 3.5 Дія сил у клиновому механізмі

Зусилля закріплення затискача можна визначити з виразу:

$$Q = \frac{P}{\operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi)} \quad (3.19)$$

де  $P$  – сила, що виникає в пристосуванні під час обробки;

$\alpha$  – кут клина;

$\varphi$  – кут тертя ковзання (для сталевих поверхні  $\varphi = 5^\circ 43'$ ).

$\varphi$  –  $\varphi = 5^\circ 43'$ .

**СИЛОВІ ПРИВОДИ ПРИСТОСУВАНЬ ПНЕВМАТИЧНІ ПОРШНЕВІ ПРИВОДИ.** Зазначені приводи застосовуються для створення значних зусиль і скорочення часу затиску.

У конструкціях пристосувань рекомендується використовувати пневматичні циліндри, що виготовляються промисловістю, наступних стандартизованих діаметрів робочої порожнини циліндрів: 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250 і 300мм.

Для цього визначають діаметр пневмоциліндру за формулою

$$D \approx 1,4 \sqrt{\frac{Q}{p}} \quad (3.20)$$

де  $Q$  – задане зусилля на штоку, Н;

$p$  – тиск стисненого повітря (зазвичай 0,3-0,6 Мпа).

Знайдений діаметр округлюють до більшого найближчого розміру і за

прийнятим визначають чинне зусилля  $Q$  на штоку.

**ГІДРАВЛІЧНІ ЗАТИСКНІ ПРИСТРОЇ** Вони мають малі габаритні розміри і дають змогу створювати значні зусилля, порівняно з пневматичними.

Для розрахунку гідравлічних затискних пристроїв необхідно знати: зусилля на штоку  $Q$  хід поршня  $L$ , і час робочого ходу  $t$ . Задаючись тиском масла  $p$  визначають площу поршня та його діаметр.

$$F = \frac{Q}{p} \quad (3.21)$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (3.22)$$

Секундна подача насоса ( $\text{см}^3/\text{с}$ )

$$S = \frac{FL}{t\eta} \quad (3.23)$$

де  $\eta$  – об'ємний ККД системи ( $\eta=0,85$ ).

Потужність, що витрачається на привід насоса (Вт) визначається

$$N = \frac{QP}{\eta_1} \quad (3.24)$$

де  $\eta_1$  – ККД насоса (0,85-0,90).

Розрахунок небезпечного перерізу деталі у вигляді стрижня круглого перерізу за допустимими напруженнями розтягування (стиснення) проводиться за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma]}} \quad (3.25)$$

де  $[\sigma]$  – допустимі напруження розтягування (стиснення), МПа;

$P$  – осьова сила, що діє на стрижень, Н ,

$d$  – діаметр небезпечного перерізу, м.

Розрахунок на вигин діаметра валів і осей круглого перерізу проводиться за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0,1[\sigma_{зг}]}} \quad (3.26)$$

де  $M$  – згинальний момент, Н·м;

$[\sigma_{зг}]$  – допустимі напруження під час вигину, МПа.

Складальне креслення пристосування і робочі креслення кількох деталей

(за вказівкою викладача) виконуються, як правило, на аркуші формату А1. При цьому саме складальне креслення пристосування виконується на форматі А2, а деталі - на форматах А3 або А4.(Додаток Х)

Специфікація деталей пристосування складається на окремих аркушах формату А4, відповідно до чинного стандарту і виконується у вигляді додатка до розрахунково-пояснювальної записки. Слід пам'ятати, що складальні креслення повинні відповідати вимогам ДСТУ. Всі конструкторські креслення виконують з використанням графічних редакторів (AutoCAD, Autodesk Inventor та інші).

### **ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ**

Виготовлене технологічне оснащення повинно пройти ретельну перевірку перед здачею його в експлуатацію. Перевіркою передбачається зовнішній огляд, контроль комплектності згідно з кресленням, контроль правильності виготовлення пристосування по основним його елементам і сполученням (плавність і легкість переміщень, відсутність заїдань і т. п.), опробування пристосування в роботі з виконанням необхідних регулювань і доводочних робіт (перевірка дії установочних і затискних механізмів, поворотних пристроїв, фіксаторів, виштовхувачів і т. п.) і контролю пристосування на точність виконуваної ним роботи. Контроль точності виготовлення верстатних і складальних пристосувань зазвичай здійснюють трьома способами: виміром тих розмірів пристосування, від яких залежить точність його роботи; пробною обробкою декількох заготовок (збіркою декількох вузлів) з подальшим контролем їх якості універсальними вимірювальними засобами, калібрами або контрольними пристосуваннями; використанням для контролю еталонних деталей. Перший спосіб, здійснюється за допомогою універсальних вимірювальних інструментів, трудомісткий і виконується висококваліфікованими контролерами. Другий спосіб є чисто функціональним, він зручніший для виробничих умов, але пов'язаний з втратою пробних заготовок. Третій спосіб полягає в тому, що в пристосування встановлюють еталонну деталь, положення якої перевіряють відносно направляючих

елементів

Пристосування періодично оглядають і перевіряють. Також проводять мащення вузлів де є пари тертя В умовах виробництва пристосування періодично знімають з верстатів і здають на склад або зберігають біля робочого місця. В цей час їх оглядають і перевіряють на точність. У виробництві пристосування доводиться перевіряти на верстаті в перервах між змінами. Періодична перевірка пристосувань здійснюється спеціальною групою працівників відділу технічного контролю (ВТК) або відповідальним працівником. Результати перевірки фіксують в картотеці. На основі періодичних оглядів і перевірок виявляється необхідність профілактичного і поточного ремонту, а також заміни зношених елементів і вузлів пристосувань. Нове контрольне пристосування проходять наладку, перевірку перед здачею в експлуатацію і періодичні перевірки на робітниках і контрольних постах. При прийманні контрольні пристосування піддають повному метрологічному дослідженню. Його проводять, зіставляючи результати вимірів деталей в пристосуванні з результатами виміру їх універсальними інструментами. Похибки вимірювання аналізують і визначають стабільність роботи контрольного пристосування. На прийняте контрольне пристосування складають атестат, інструкцію для користування і карту періодичної перевірки. Періодична перевірка контрольних пристосувань в процесі їх експлуатації здійснюється ВТК. Якщо кількість технологічного оснащення невелика (не більше 100-150 шт.), перевірку зазвичай виконують інспектора центральної вимірювальної лабораторії. Перевірку здійснюють по спеціальній інструкції. Для її виконання потрібно мати креслення пристосування і карту періодичної перевірки. Після ремонту технологічне оснащення проходить контрольну перевірку на опорному пункті ВТК. Вимірювання при перевірці пристосування виконують універсальними пристосуваннями, а також за допомогою еталонних (зразкових) деталей. Останні використовують для періодичного налаштування контрольних пристосувань, забезпечених відліковими вимірювальними засобами (індикаторами, мініметрами і т. п.).

## **4 ЕФЕКТИВНІСТЬ І БЕЗПЕЧНА ПРАЦЯ (за необхідністю).**

### **4.1 Вимоги безпеки праці під час виконання технологічних операцій**

У розділі пояснювальної записки необхідно описати загальні вимоги з безпеки праці при виконанні робіт з використанням різного обладнання, оснащення, інструменту. Для однієї-двох найвідповідальніших операцій (відповідно до індивідуального завдання) необхідно описати, які заходи, прийоми пропонуються в кваліфікаційній роботі щодо виключення травматизму і забезпечення безпечних умов праці [33, 34].

### **4.2 Розрахунок економічної ефективності відновлення деталей**

Ефективність від відновлення деталей, вузлів, агрегатів і машин загалом проявляється в економії матеріалу, праці та коштів на підтримання машин у працездатному стані й у можливості відновлення працездатності машини, що вийшла з ладу в період сільськогосподарських робіт, а отже, і в зменшенні втрат від збільшення агротехнічних строків їх виконання.

У практичній діяльності підприємства технічного сервісу найчастіше визначають економічну ефективність відновлення деталей.

Головним напрямком підвищення ефективності ремонту є економія матеріалів, тому в роботі розглянуті різні шляхи економії матеріалів при ремонті. Використання спеціальних матеріалів або надання звичайним матеріалами спеціальних властивостей, раціональних профілів або призначення раціональних методів отримання заготовок може істотно зменшити витрату матеріалів.

Раціональні технології відновлення деталей, забезпечення високих зносних властивостей пар тертя на етапі ремонту і підтримку цих властивостей при експлуатації – запорука малих витрат матеріалів. Застосування нових прогресивних технологій відновлення зношених пар тертя і мала витрата енергії при цьому – це ще один крок до зменшення витрат матеріалів [36].

Знаючи витрати, пов'язані з відновленням деталей, та їхній післяремонтний ресурс за чинної або впроваджуваної технології виробництва,

можна виконати розрахунки ефективності ремонту та господарської доцільності відновлення деталей відповідної номенклатури в умовах конкретного підприємства.

У кваліфікаційній роботі оцінку ефективності розробленого технологічного процесу відновлення деталі проводять шляхом розрахунку критерію ефективності відновлення і дійсного критерію ефективності відновлення, з подальшим проведенням їх порівняльної оцінки.

Іноді доцільність ремонту (відновлення) визначають зіставленням вартості нової деталі із собівартістю відновлення деталі. Якщо собівартість відновлення нижча або дорівнює витратам на купівлю нової деталі, вважають, що ремонт економічно доцільний. Цю умову записують так:

$$C_p \leq C_n \quad (4.1)$$

де  $C_p$  – собівартість ремонту (відновлення) з урахуванням усіх пов'язаних з ремонтом витрат з розбирання і складання, закупівлі, транспортування тощо;

$C_n$  – вартість нової деталі, з урахуванням усіх витрат із доставки та встановлення деталі, грн.

Умова справедливо відображає економічну доцільність ремонту (відновлення), якщо повністю відновлюється втрачена споживча вартість виробу, ресурс деталі після відновлення дорівнює ресурсу нової.

Під час розрахунку економічної доцільності ремонту (відновлення) використовують методику, наведену в літературних джерелах [35-37].

Результати розрахунку необхідно звести в таблицю 4.1. На підставі проведених розрахунків проводиться порівняльний аналіз отриманих значень критерію ефективності відновлення і дійсного критерію ефективності відновлення деталі.

Якщо з проведенням робіт із відновлення питомі витрати з розрахунку на одиницю ресурсу зменшуються, то такий ремонтний вплив економічно виправданий. Отже, відновлювати деталь доцільно, якщо  $K_p \leq K_e$ , тобто дійсний критерій ефективності використання деталі після відновлення має бути меншим або, у крайньому разі, дорівнювати граничному значенню, визначеному до

проведення відновлення.

Таблиця 4.1.

Техніко-економічні показники до визначення ефективності відновлення деталі за обраним технологічним маршрутом

Найменування показника, Позначення та одиниця виміру	Значення
1 Вартість нової деталі $C_H$ , грн.	
2. Залишкова вартість деталі (вартість ремонтного фонду) $C_{1ост}$ . грн.	
3 Залишкова вартість деталі до моменту закінчення терміну її служби або вибракування $C_{2ост}$ . грн.	
4. Термін служби нової деталі $T_H$ , мото-год.	
5 Термін служби деталі після відновлення $T_p$ , мото-год.	
6. Питомі капітальні вкладення, скориговані на нормативний коефіцієнт ефективності, $E_H K_y$ , грн	
7. . Річна програма відновлення, $O_{пр}$ , шт.	
8. Собівартість відновлення деталі $C_p$ , грн.	
9. Граничне значення критерію ефективності відновлення деталі $K_e$ , грн/1000мото-год	
10. Дійсний критерій ефективності відновлення деталі $K_p$ , грн/1000мото-год	

На підставі проведених розрахунків необхідно зробити висновок про доцільність відновлення деталі за обраним технологічним маршрутом і його економічну ефективність.



## **ДОДАТКИ**

## Зразок оформлення заяви на кваліфікаційну роботу

Декану факультету мехатроніки та інжинірингу  
 Державного біотехнологічного університету  
 Вадиму БРЕДИХІНУ  
 студента групи \_\_\_\_\_  
 РВО \_\_\_\_\_  
 спеціальності \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (ПІБ)  
 Email: \_\_\_\_\_  
 Телефон: \_\_\_\_\_

## ЗАЯВА

Прошу погодити виконання випускової кваліфікаційної роботи за темою: \_\_\_\_\_

та призначити керівником: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (ПІБ, вчене звання, назва кафедри)

Ознайомлений з вимогами дотриманням академічної доброчесності та з наслідками використання в роботі плагіату (запозичень).

\_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ (ПІБ студента)

Погоджуюсь на керівництво кваліфікаційною випусковою роботою \_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ)

Погоджено  
 Завідуючий кафедрою \_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ)

Погоджено  
 Декан ФМІ \_\_\_\_\_ (Вадим Бредихін)  
 (дата) \_\_\_\_\_ (підпис)

Зразок оформлення завдання кваліфікаційної роботи

**Державний біотехнологічний університет  
Факультет мехатроніки та інжинірингу**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

підпис

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи здобувачу ВО  
(на виконання дипломного проєкту бакалавра здобувачу ВО)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я по-батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ (код і назва)

1. Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) \_\_\_\_\_

затверджена наказом ректора ДБТУ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) \_\_\_\_\_

4. Перелік питань, які потрібно розробити: \_\_\_\_\_

5. Перелік графічних документів (за потреби) \_\_\_\_\_

6. Консультанти бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра) *(за необхідністю)*

Перелік консультаційних послуг	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

7. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН *(приклад)*

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Строк виконання етапів роботи (проекту)	Відмітка про виконання
1	Вибір і затвердження теми роботи (проекту)		
2	Складання і затвердження завдання та плану виконання роботи (проекту)		
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, аналіз та обробка інформації для виконання роботи (проекту)		
5	Виконання основних розділів роботи (проекту)		
6	Виконання спеціальних розділів роботи (проекту)		
7	Оформлення пояснювальної частини роботи (проекту)		
8	Оформлення графічного матеріалу		
9	Доопрацювання роботи (проекту) з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Перевірки на плагіат роботи (проекту)		
11	Подання роботи на кафедрі		
12	Захист дипломної роботи (проекту)		

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи (проекту) \_\_\_\_\_  
 (підпис) (посада) (ініціали, прізвище)

Зразок оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи

**Державний біотехнологічний університет**  
**Факультет мехатроніки та інжинірингу**  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
ОПІ \_\_\_\_\_

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО**  
**ЗАХИСТУ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_  
(підпис) ініціали і прізвище  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**(ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА)**

на тему \_\_\_\_\_ **(українською мовою)**

\_\_\_\_\_ **(англійською мовою)**

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**  
**(Керівник дипломного проєкту бакалавра)**

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
ініціали, прізвище

**Виконав** \_\_\_\_\_  
(академічна група)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
ініціали, прізвище

**Харків – 202\_ р.**

## Зразок оформлення реферату кваліфікаційної роботи

## РЕФЕРАТ

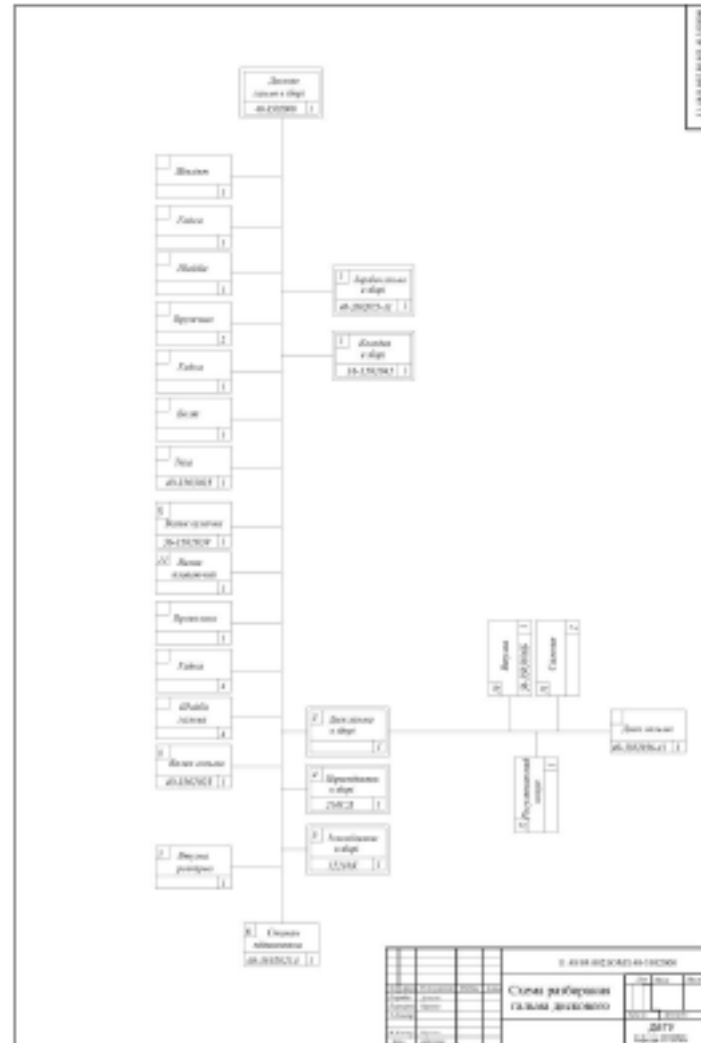
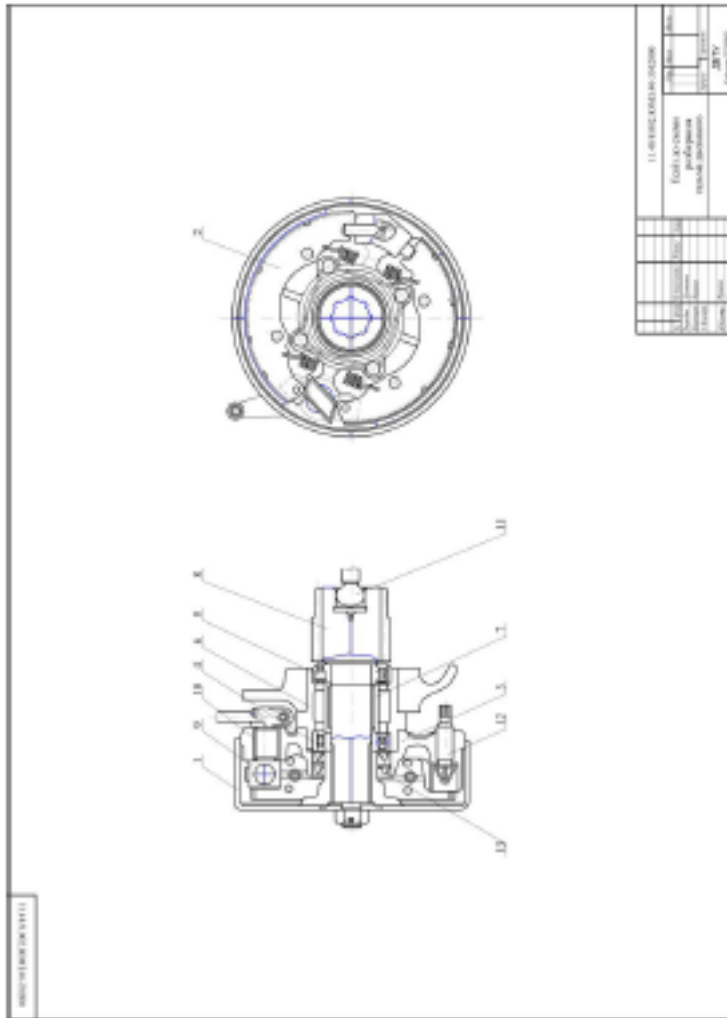
Бакалаврська кваліфікаційна робота (дипломний проект бакалавра) Прізвище, ім'я та батькові здобувача на тему «Тема кваліфікаційної роботи» на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр зі спеціальності «Назва спеціальності», освітньо-професійна програма «Назва ОПП» – Державний біотехнологічний університет, МОН України, 2024 р.

*Загальний обсяг кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) \_\_\_ стор., з них \_\_\_ стор. основного тексту. Складається зі вступу, \_\_\_\_\_ розділів, висновків; містить \_\_ рисунків, \_\_ таблиць, \_\_ додатку, \_\_ посилань на джерела інформації.*

*Мета кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) та її короткий зміст*

*Ключові слова:*

Приклад схемі розбирання і ескізу складальної одиниці до нього



## Приклад титульного листа на технологічний процес розбирання

Діля.	Вісім.	П'ять.	Чотири.	Три.	Два.	Один.	Зм.	Арку.	Кол.зв.	Пілітис.	Лата.
									11.48/8.002. 02010000001	5	1
Розроб.	Думчигов						ДВТУ	40-3502000			
Перевір.	Науменко						Кафедра СГММБ				
Н.кер.	Науменко						Дискове гальмо				
<p>Державний біотехнологічний університет</p> <p>Кафедра сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні</p> <p>Керівник: Науменко О.А.</p> <p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ</b></p> <p>на технологічний процес розбирання</p> <p>Розробив: Думчигов М.О.</p>											
ТЛ											



Приклад відомості технологічних документів на технологічний процес розбирання

Діля.															
Взам.															
Шах.															
Розроб.	Думченко														
Пров.	Науменко														
Н.контр.	Науменко														
А	Цех	Уч	Рм	Опер	найменування операції					Позначення документа					
Б	Код Найменування обладнання				Див	Проф	Р	Ут	Кр	Код	П	Оп	До шт	Т пз	Т шт
К/М	Найменування деталі, зб. одиниці чи матеріалу				Позначення, код					ОПП	ЄВ	ЄІ	КІ	Н. расх	
01					Титульна сторінка										
02					Маршрутна карта розбирання 11.48/8.00210100.00001Р										
03					Карта ескізів										
04															
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
МК/ВТД		Розбирання													



Приклад маршрутної карти на технологічний процес розбирання

Діб.																
Вісім.																
Під.																
Розроб.	Думченко															
Пров.	Науменко															
Н.контр.	Науменко															
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Найменування операції				Позначення документа							
Б	Код. найменування обладнання				Диз	Проф	Р	Ут	Кр	Код	Іі	Оп	До шт	Т пз	Т шт	
К/М	Найменування деталі, зб. одиниці чи матеріалу				Позначення код				ОПІ	ЄВ	ЄІ	КІ	Н. расх			
Т 01				Ключ 7811-0296												
О 02				Зняти гвіту												
О 03				Зняти валик кулачка												
О 04				Зняти плавачний валик												
О 05				Зняти дріт												
Т 06				Молоток, зубило												
О 07				Відвернути гайку, зняти поужиті шайби												
Т 08				Ключ 7811-0296												
О 09				Зняти диск гальма у зборі												
Про				Випресувати вал зі склянки підшипників												
Т 11				Киянка та наставка												
12																
13																
14																
15																
16																
МК					Розбирання											



Приклад карти ескізів дефектації

Дубл.						ГЗМ	Архв	Код зв.	Підпис	Дата
Взам.										
Підл.										
							11.48/8.002. 02010000002P			
Розроб.	Думченко					ДВТУ Кафедра СГТММЕ		40-3502023	11.48/8.002. 2010000001P	
Перевір.	Науменко									
							Валик дискового гальма			
Н.контр.	Науменко									
КЕ	Дефектація									

## Додаток М.

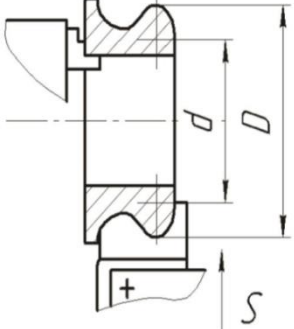
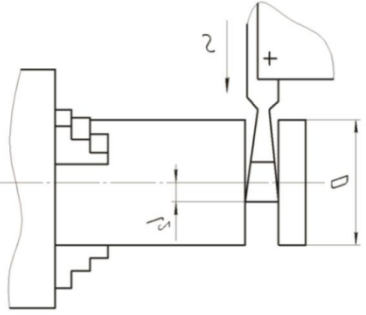
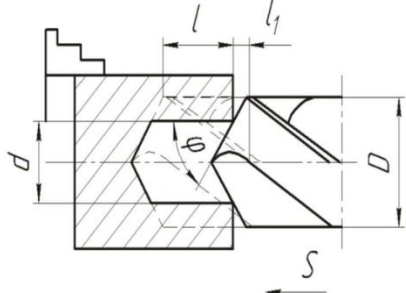
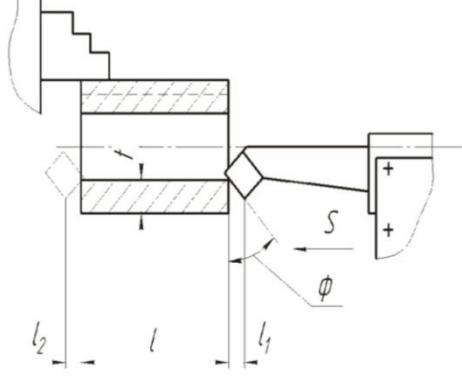
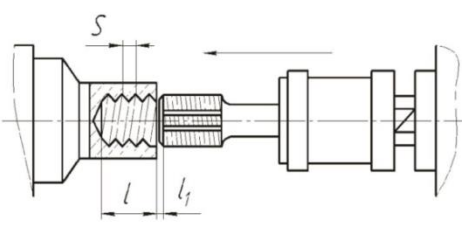
Мінімальний припуск на механічну обробку під час відновлення деталей  
різними способами

Спосіб відновлення	Односторонній мінімальний припуск ( $\delta$ ), мм
Ручне електродугове наплавлення	1,4-1,7
Наплавлення під шаром флюсу	0,8-1,1
Вібродугове наплавлення	0,6-0,8
Наплавлення в середовищі вуглекислого газу	0,6-0,8
Плазмове наплавлення	0,4-0,6
Аргонно-дугове наплавлення	0,4-0,6
Газотермічне напилення	0,2-0,6
Залізнення	0,1-0,2
Хромування	0,05-0,1
Електроконтактне приварювання	0,2-0,5

## Визначення довжини проходу інструменту при обробці на токарних верстатах

Вид токарної обробки	Ескіз	Довжина проходу інструмента L, мм
Поздовжнє точіння на прохід		$T_m = \frac{l+l_1+l_2+l_3}{s \cdot n} i \text{ хв,}$ <p>де <math>l</math> - довжина оброблюваної поверхні, мм;</p> $l_1 = \frac{t}{\text{tg} \varphi} + (0.5 \div 2 \text{ мм})$ - довжина врізання різця, мм; $l_2$ - довжина перебігу різця, мм; $l_3$ - додаткова довжина для зняття пробної стружки, мм; $t$ - глибина різання, мм; $\varphi$ - головний кут різця в плані, град; $s$ - подача, мм/об; $n$ - кількість обертів шпинделя за хв; $i$ - кількість проходів.
Виточування канавки		$T_m = \frac{l}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв}$ $l = \frac{D-d}{2}$
Підрізання торцевої поверхні суцільного перерізу		$T_m = \frac{l+l_1}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв,}$ $l = \frac{D}{2}$ $l_1 = 0,5 - 2,0 \text{ мм}$
Підрізання торцевої поверхні несучільного перерізу (торцеве точіння кільця)		$T_m = \frac{l}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв}$ $l = \frac{D-d}{2} + y$

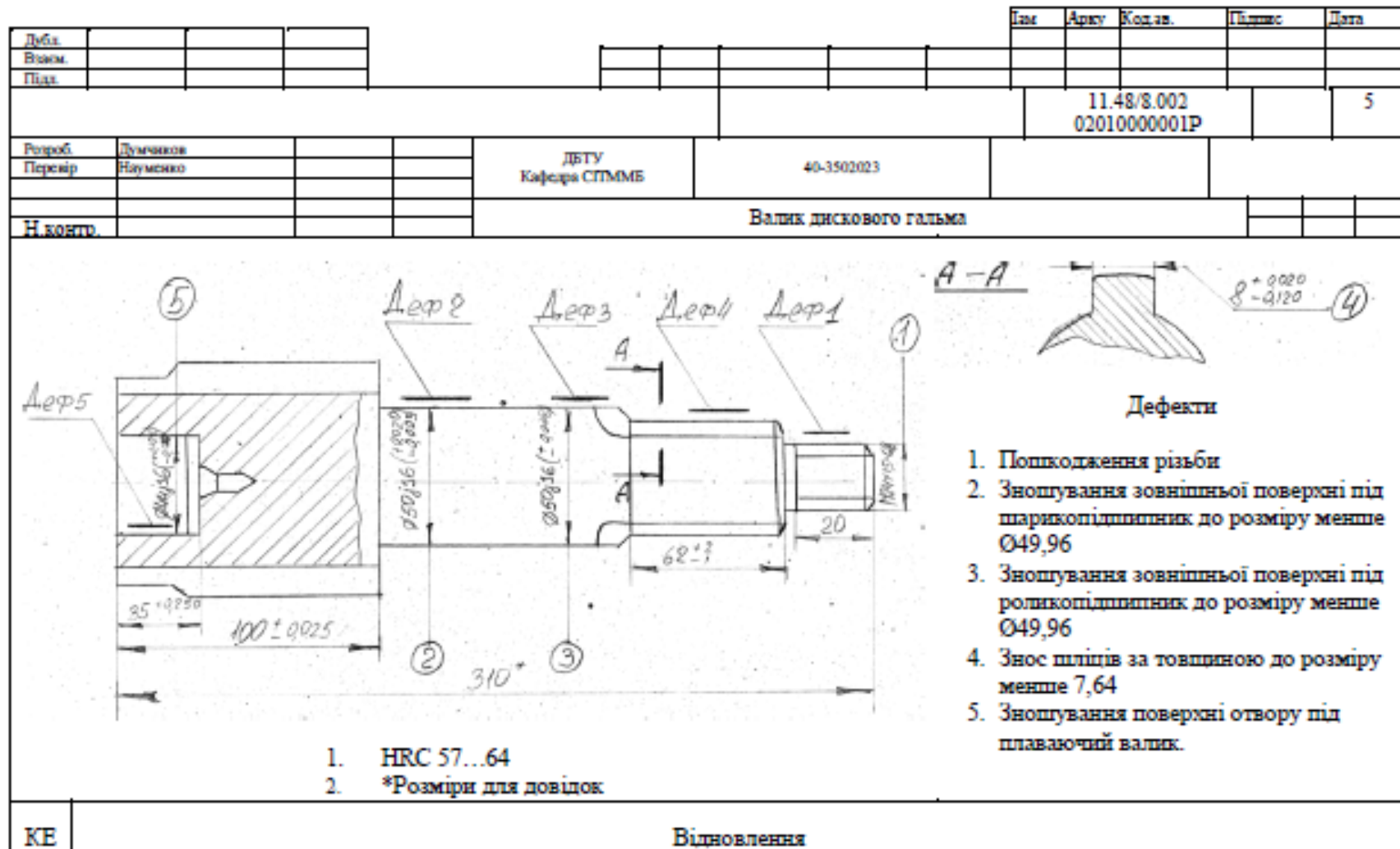
## Продовження додатку О

Фасонне точіння		$T_m = \frac{l}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв,}$ $\text{де } l = \frac{D-d}{2} \text{ мм;}$
Відрізання		$T_m = \frac{l+l_1}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв,}$ $\text{де } l_1 = \frac{D}{2} \text{ мм;}$ $l_2 = 0,5 \div 2, \text{ мм.}$
Свердління		$T_m = \frac{l+l_1}{s \cdot n} \cdot i \text{ хв;}$ $\text{де } l_1 = \frac{D-d}{2} \text{ ctg}\varphi + (0,5 \div 2) \text{ мм;}$
Розточування		$T_m = \frac{l+l_1+l_2+l_3}{s \cdot n} \cdot i, \text{ хв.}$ $\text{де } l_1 = \frac{t}{\text{tg}\varphi} + (0,5 \div 3), \text{ мм;}$ $l_2 = 1 \div 5, \text{ мм.}$
Нарізання різі мітчиком в глухому отворі		$T_m = \frac{l+l_1}{s \cdot n} + \frac{l+l_1}{s \cdot n_1}; \text{ хв;}$ $\text{де } l = 1 \div 3 \text{ кроку різби, яка нарізується,}$ $\text{мм.}$





Приклад карти ескізів на технологічний процес відновлення деталі







Приклад ремонтного кресленика

11.48/8.009.СК-5.54-60176А

Умовне позначення розміру	Розмір по кресленню мм	Категорія ремонтного розміру	
		1	2
d	M10-7H	M12-7H	
b	M64-8g	M62-8g	

Схема базування деталі при наплавленні та механічній обробці

№ пл.	Найменування дефекту	Коефіцієнт прибитості дефекту		Основний спосіб усунення дефекту	Додатковий спосіб усунення дефекту
		від загальної кількості дет. поступ. на деф.	від загальної кількості дет. рем.		
1	Зношення поверхні під розкатвальник розмір менше Ø 84.97	-	-	Наплавити фрезом 16 Нн-ЗОЛГСА ДСТУ 3671-97 у вуглекислотному газі ДСТУ 4817:2007	Шліфувати, притерити сталеву стрічку SOKFA ДСТУ 8429:2015 вл. карт. спосібом
2	Зношення поверхні під розкатвальник 75Б-133 до розміру менше Ø 79.95	-	-	Наплавити фрезом 16 Нн-ЗОЛГСА ДСТУ 3671-97 у вуглекислотному газі ДСТУ 4817:2007	Шліфувати, притерити сталеву стрічку SOKFA ДСТУ 8429:2015 вл. карт. спосібом
3	Зношення поверхні під вальці до розміру більше Ø 25.07	-	-	Наплавити фрезом 16 Нн-ЗОЛГСА ДСТУ 3671-97 у вуглекислотному газі ДСТУ 4817:2007	Шліфувати, притерити сталеву стрічку SOKFA ДСТУ 8429:2015 вл. карт. спосібом
4	Покіржені рязби (вагонці) використання зраз більше відк. метал.	-	-	Розсвердлити та нарізати рязбу ремонтного розміру	Заплатити фрезом 16 Нн-ЗОЛГСА ДСТУ 3671-97 у вуглекислотному газі ДСТУ 4817:2007, розсвердлити та нарізати рязбу.

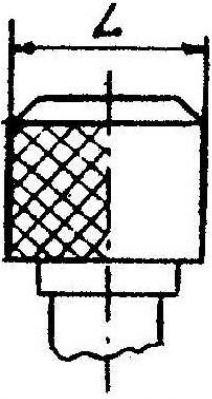
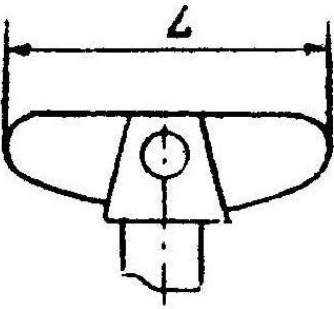
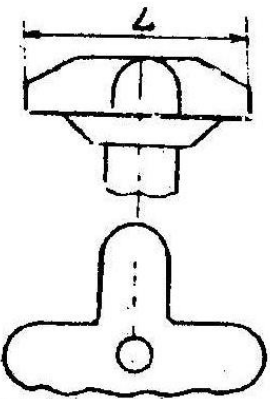
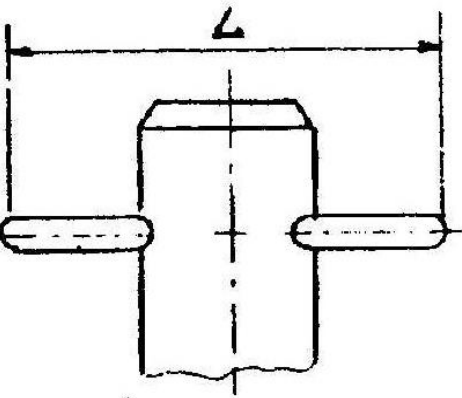
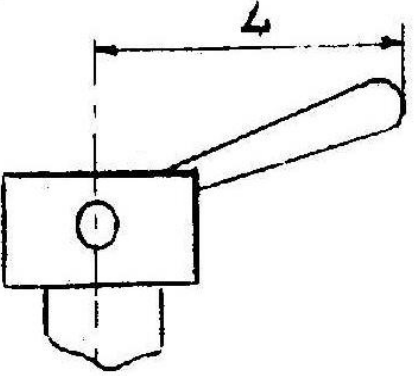
**Технологічний маршрут**

Шліфувати (деф. 1, 2, 3), наплавити фрезом (деф. 1, 2, 3), розсвердлити (деф. 4), нарізати рязбу (деф. 4), шліфувати (деф. 1, 2, 3).

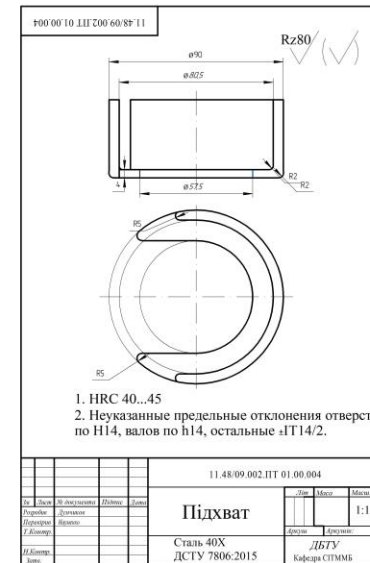
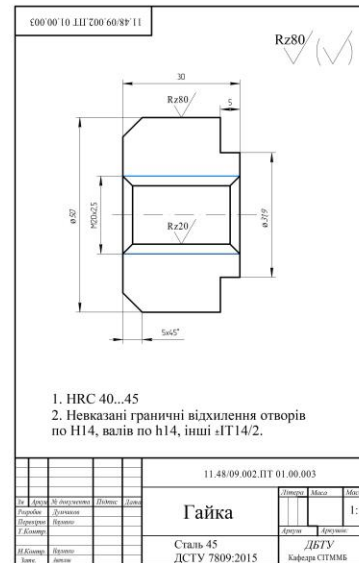
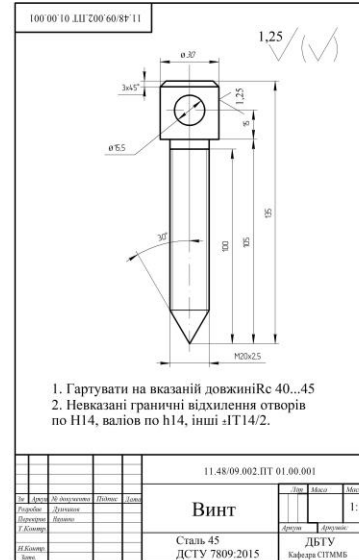
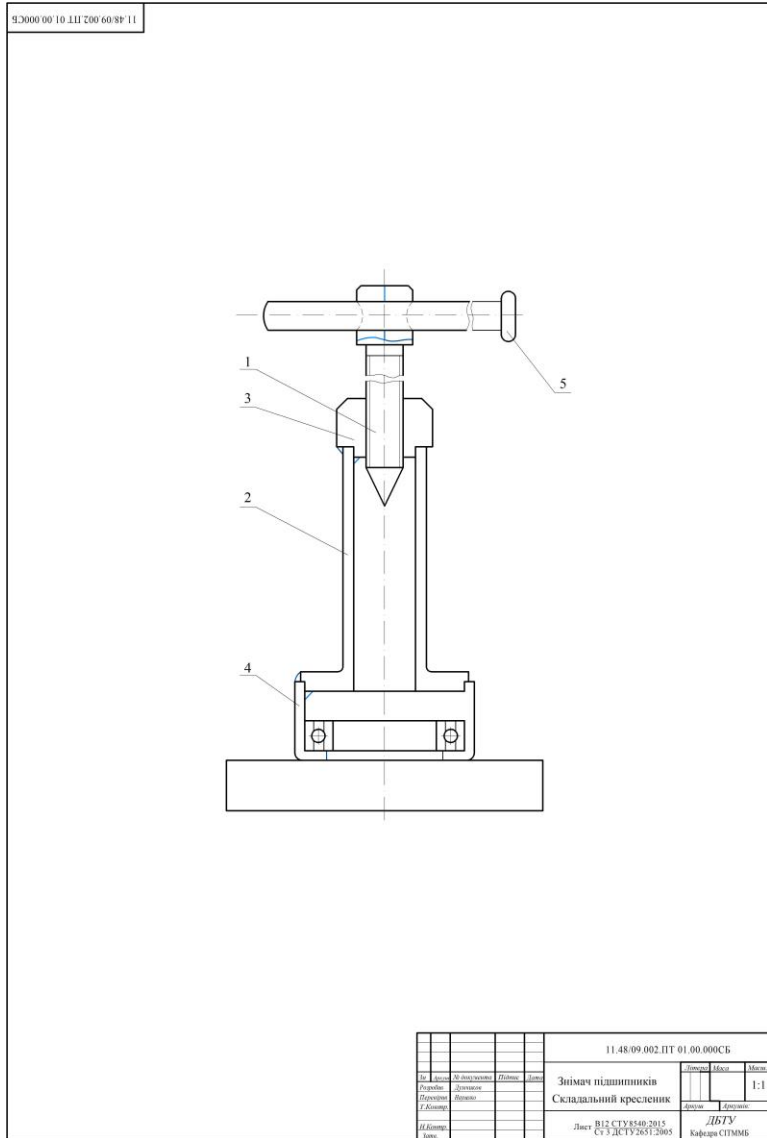
Вісь бортового редуктора не приймає на відновлення за наявності зносу шліців по товщі менше 1180 мм.

11.48/8.009.СК-5.54-60176А					
Лист	№ докум.	Група	Дата	Вісь бортового редуктора Ремонтне креслення	
Рисувач	Рибко І.Р.			Лист	Маса
Зачек.	Рибко І.М.			3,4	Масштаб
Начек.	Рибко І.М.			Сталь 45 ДСТУ 7809:2015	
Зміг.	Авдюк А.К.			Лист	Листів
				1	1
				ДСТУ 7809:2015	
				Корейдо СІПФБ	
				Формат А2	

Граничні моменти, що піддаються при різних формах до розміру головок і  
рукояток гвинтів

					
L, мм	M, Н см	L, мм	M, Н см	L, мм	M, Н см
20	70-150	30	120-250	40	400-650
24	90-180	35	250-500	50	500-700
30	100-220	45	400-650	60	600-800
36	120-250	50	500-750	80	800-950
-	-	70	700-850	-	-
					
L, мм	M, Н см	L, мм	M, Н см	L, мм	M, Н см
80	700-850	75	850-1300	94	920-1400
100	800-950	94	920-1400	117	1000-1500
120	900-1100	117	1000-1500	150	1100-1600
140	1000-1300	150	1100-1600	-	-
-	-	-	-	-	-

Приклад виконання креслеників технологічного оснащення



Навчальне видання

**Рибалко** Іван Миколайович,  
**Тіхонов** Олександр Всеволодович,  
**Науменко** Олександр Артемович,  
**Автухов** Анатолій Кузьмич,  
**Мартиненко** Олександр Дмитрович,

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
ЗА ФАХОВИМ СПРЯМУВАННЯМ  
«ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ»**

**Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра**

*для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр  
денної та заочної форм навчання  
галузі знань – 13 «Механічна інженерія»,  
напрямку підготовки – 133 «Галузеве машинобудування»,  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(10 кредитів)*

Відповідальні за випуск:

Науменко О.А.,  
Мартиненко О.Д.

Комп'ютерна верстка:

Рибалко І.М.,  
Тіхонов О.В.

Підписано до друку 22.02.2024р  
Формат 70x108 1/16 Папір офсетний. Друк різнографічний.  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 3,55  
Обл. – друк. арк. 2,25  
Наклад 100 прим. Зам № 123

Видавництво «Діса плюс»  
Тел. (057) 768-03-15  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників та  
розповсюджувачів видавничої продукції:  
серія ДК № 4047 від 15.04.2011р.

Надруковано у друкарні «БУКЛАЙН»  
61000, м. Харків, вул. Катерининська, 46  
Тел. (099) 604-49-45  
[www.bookline.online](http://www.bookline.online)



**ВИДАНО ЗА ПІДТРИМКОЮ**

**ТОВ «ШЛЯХОРЕМОНТНЕ ПІДПРИЄМСТВО « ПІВДЕНЬ»»**

м. Південне, Харківського району, Харківської області

у рамках договору про співпрацю з

**ДЕРЖАВНИМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ**

№ 4 - 23 від 06 червня 2023р