

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут гідротехнічного будівництва та цивільної інженерії
Кафедра машинобудування



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ. ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»
із галузі знань 13 «Механічна інженерія»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Одеса - 2021

УДК 629.083

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Науково-методичною комісією
Інституту гідротехнічного
будівництва та цивільної інженерії

Укладач: к.т.н., доц. Бондаренко А. Є., завідувач кафедри машинобудування

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до видання на засіданні кафедри машинобудування

Рецензенти: - к.т.н., доц. Хлицов М. В. зав. каф. процесів і апаратів в технології будівельних матеріалів Одеської державної академії будівництва і архітектури;

- к.т.н., доц. Волобуєва Т. В. доцент кафедри машинобудування Одеської державної академії будівництва і архітектури

Бондаренко, А. Є. Основи технології ремонту. Відновлення деталей : метод. вказівки (до виконання курсового проекту) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» із галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» / А. Є. Бондаренко ; Одеська державна академія будівництва та архітектури. - О. : ОДАБА, 2021. - 54 с.

У методичних вказівках викладено послідовність вибору та обґрунтування вихідних даних та методику проектування технологічних процесів та розрахунків технологічних норм часу відновлення деталей будівельних машин і автомобілів. Наведені рекомендації що до розробки вимог техніки безпеки і вибору пристосувань для виконання операцій відновлення деталей.

Наведені загальні положення, методика та приклад виконання курсового проекту, вимоги до оформлення, перелік рекомендованої літератури та додатки з довідковими матеріалами і зразком графічної частини.

Відповідальний за випуск:

зав. кафедри машинобудування к.т.н., доц. Бондаренко А. Є.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	6
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	9
1 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	12
1.1 Характеристика транспортного засобу	12
1.2 Вибір і обґрунтування режиму роботи	12
2 РОЗДІЛ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	13
2.1 Технічні умови на контроль і сортування та умови роботи деталі.....	13
2.2 Вибір розміру партії деталей.....	15
2.3 Вибір раціональних способів відновлення	16
2.4 Вибір установочних баз	17
2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку деталі.....	18
2.6 Складання плану обробки деталі при відновленні	19
2.7 Вибір устаткування та пристроїв.....	23
2.8 Вибір різального і вимірювального інструменту.....	25
2.9 Вибір режимів обробки деталі	27
2.9.1 Визначення параметрів різання металів при обробці на токарному верстаті.....	28
2.9.2 Визначення параметрів різання металів при розточуванні.....	36
2.9.3 Визначення параметрів різання металів при хонінгуванні.....	37
2.9.4 Визначення параметрів різання металів при шліфуванні	39
2.10 Розрахунок технічної норми часу.....	41
2.10.1 Кругле шліфування	42
2.10.2 Зварювання	43
2.10.3 Токарні роботи.....	44
3 РОЗДІЛ КОНСТРУКТОРСЬКИЙ.....	46
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	47

СПИСОК РЕКОМЕДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	48
Додаток А. Приклад оформлення титульного листа	52
Додаток Б. Приклад робочого креслення деталі	53
Додаток В. Приклад складального креслення пристосування для механізації операції	54

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Основи технології ремонту» складається з двох розділів, які вивчаються послідовно в двох семестрах.

Другий розділ навчальної дисципліни має назву - «Відновлення деталей».

Предметом його вивчення є:

- способи відновлення деталей;
- технологія відновлення деталей, ремонту вузлів і приладів типових деталей;
- технологія відновлення деталей, ремонту вузлів і приладів БМА;
- технічне нормування праці на ремонтних підприємствах.

Дисципліна є однією з основних в комплексі професійних дисциплін освітньої програми «Галузеве машинобудування», що надає основні фахові компетентності, визначає підготовку до виробничої діяльності на підприємствах з технічної експлуатації будівельних машин та автомобільного транспорту.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» студенти повинні навчитись:

- аналізувати і обирати ефективні способи і методи відновлення деталей;
- проектувати раціональні технологічні процеси відновлення типових деталей будівельних машин і автомобілів;
- використовувати основні положення та методіку нормування технологічних процесів ремонту;
- розробляти і оформляти технологічну документацію з ремонтних процесів.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

За результатами вивчення розділу «Відновлення деталей» в якості індивідуального завдання студенти повинні самостійно виконати курсовий проект, метою якого є закріплення і систематизація знань отриманих на лекціях та практичних заняттях і навчитися застосовувати теоретичні знання при рішенні питань відновлення деталей будівельних машин і автомобілів.

В процесі виконання завдання студенти повинні навчитися розробляти технологічні процеси відновлення деталей, розраховувати технічні норми часу, розробляти вимоги техніки безпеки на конкретні операції, оформляти документацію на технологічні процеси, конструювати нескладні пристосування або удосконалювати їх, користуватися довідковою і технічною літературою.

Для виконання роботи необхідна значна кількість довідкового матеріалу. Тому метою методичних вказівок є ознайомлення студентів з вимогами, що пред'являються до змісту, об'єму роботи, методики її виконання, до оформлення роботи відповідно до вимог стандартів та надати основний довідковий матеріал, необхідний для якісного її виконання.

Тема курсового проекту:

Технологічний процес ремонту (назва деталі) (марка ДТЗ).

Вихідні дані (наприклад):

Марка ДТЗ	<i>ГАЗ - 3307</i>
Назва деталі	<i>цапфа поворотного кулака</i>
Номер деталі за каталогом	<i>66-02-2304081</i>
Номер дефекту за технічними умовами на капітальний ремонт (назва дефекту)	<i>3 (знос шийки під підшипник)</i>
Річна виробнича програма, деталей на рік	<i>300</i>
Режим роботи: кількість робочих днів у тижні	<i>5</i>

Обсяг курсового проекту за структурними елементами становить:

Розрахунково-пояснювальна записка, арк. А4:

Титульний лист	1
Завдання	1
РЕФЕРАТ	1
ВСТУП	1
1 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ	3...5
1.1 Характеристика ДТЗ	
1.2 Вибір і обґрунтування режиму роботи	
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	20...23
2.1 Технічні умови на контроль і сортування та умови роботи деталі	
2.2 Вибір розміру партії деталей	
2.3 Вибір раціональних способів відновлення деталей	
2.4 Вибір установочних баз	
2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку деталі	
2.6 Складання плану обробки деталі при відновленні	
2.7 Вибір устаткування та оснастки	
2.8 Вибір різального і вимірювального інструменту	
2.9 Розрахунок режимів обробки	
2.10 Розрахунок технічної норми часу	
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	2-3
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	2-3
ВИСНОВКИ	1
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	1
Всього пояснювальна записка	30...35
Перелік графічного матеріалу:	
1. Креслення деталі, що відновлюється	1А2
2. Креслення пристосування	1А2
Всього графічна частина	2А2

Приклад титульного листа наведений у дод. А.

Завдання видає керівник роботи.

Реферат повинен починатись з нової сторінки, мати основний надпис для першої сторінки текстових документів, бути стислим, інформативним, мати обсяг не більш як 500 слів. Реферат повинен містити:

- відомості про обсяг роботи, кількість частин, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, кількість джерел згідно з переліком посилань (усі відомості наводять, включаючи дані додатків);

- текст реферату;

- перелік ключових слів обсягом від 5 до 15 слів (словосполучень), наведених великими літерами в називному відмінку, в рядок, через кому.

У вступі необхідно надати відомості що до актуальності даного проекту.

Зміст включає назви структурних елементів роботи із позначенням номерів сторінок.

У висновках необхідно сформулювати основні результати роботи з числовими значеннями. Перелік посилань містить список літературних та інших джерел, що використовувались під час написання курсової роботи.

Виконання курсового проекту забезпечується аудиторними практичними заняттями де викладається методика розрахунків та виконуються загальні для всіх студентів приклади розрахунків та індивідуальною поза аудиторною самостійною роботою студентів за своїми варіантами вихідних даних.

Трудомісткість виконання курсового проекту складає приблизно 30 год.

Курсовий проект виконується відповідно до календарного плану виконання його етапів. План при необхідності коректується і заноситься в завдання на курсовий проект, що підписують студент і керівник.

Виконаний і оформлений курсовий проект подається керівнику на перевірку не пізніше ніж за тиждень до кінцевого терміну його захисту. Після перевірки і допуску до захисту відбувається захист курсового проекту перед комісією відповідно до затвердженого графіка.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Пояснювальна записка курсового проекту повинна бути оформленою відповідно до вимог державних стандартів [7-9].

Пояснювальна записка виконується на аркушах білого кольору формату А4 (210 x 297 мм). Вона може бути виконана рукописним та машинним способом за допомогою ПЕОМ.

Текст повинен виконуватись літерами й символами чорного кольору. Рукописний текст повинен мати чіткі літери висотою не менше, ніж 2,5 мм. За машинного способу - з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці за умови рівномірного її заповнення та висотою літер і цифр не менш ніж 1,8 мм, шрифт - Times New Roman, розмір кегля 14 пт, міжрядковий інтервал - 1,15...1,5.

Допускається окремі частини роботи виконувати різними способами.

Текст наводять на одному боці аркуша, додержуючись таких полів відносно тексту: верхній і нижній - 20 мм, лівий - 25 мм і правий - 15 мм.

Структурні елементи «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів.

Пояснювальна записка курсовий проект складається з чотирьох розділів. Кожен розділ необхідно починати з нового листа.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки, пункти й підпункти можуть мати заголовки. Перенесення слів у заголовках не допускається. Заголовки структурних елементів роботи й заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи, не застосовувати напівжирний шрифт. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів слід починати з абзацу і наводити маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки наприкінці.

Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути за машинного способу - два інтервали, за рукописного способу – 15 мм. Відстань між заголовками розділу та підрозділу має бути за машинного способу – 1 інтервал, за рукописного – 8 мм. Відстань між основами рядків заголовка приймають такою, як у тексті.

Не допускається розміщувати заголовок у нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти записки слід нумерувати арабськими цифрами без крапки. Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять. Пункти та підпункти нумерують за аналогією, заголовків вони, як правило, не мають.

Абзацний відступ повинен бути всюди однаковим і дорівнювати ширині 5 букв (12...15 мм).

Сторінки пояснювальної записки слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Нумери сторінок проставляють у нижньому правому куті. Титульний лист включають до загальної нумерації сторінок, але номер сторінки на ньому не проставляють.

Усі ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки), таблиці, формули слід розміщувати після першого їхнього згадування в тексті або на наступній (після першого згадування) сторінці. При цьому їхня нумерація здійснюється в межах розділу (тобто має подвійне кодування: «Таблиця 2.4 – Нормована функція», - це означає, що це четверта таблиця другого розділу).

Формули та рівняння наводяться посередині сторінки. Вище й нижче кожної формули повинно бути залишено не менше одного вільного рядка. Перенесення формули на наступний рядок допускається тільки на знаках виконання операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка.

Коли переносяться формули чи рівняння на знакові операції множення, застосовують знак «×». Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки. Пояснення значення кожного наступного символу слід давати з нового рядка, починаючи з абзацу, при потребі, продовжуючи з початку нового рядка.

При посиланнях слід писати «...у роботі [2]...», «...у розділі 4 ...», «...дивись 2.1...», «...відповідно до 2.3.4.1...», «...на рис. 2.1...», «...у табл. 3.2...», за формулою (2.4)...», «...у рівняннях (2.5...2.8)...», «...у дод. Б...».

Перелік джерел, на які є посилання у роботі, наводять у кінці тексту, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту мають бути посилання. Бібліографічні описи в переліку посилань подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті. Бібліографічні описи у переліку наводять відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи.

Додатки, оформлені як продовження пояснювальної записки, повинні починатися кожен з нової сторінки, мати посередині слово «Додаток», виконаний малими літерами з першої великої, та його позначення великою літерою (за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь). Після цього симетрично відносно тексту розміщують заголовок додатку, виконаний малими літерами з першої великої.

Графічна частина курсового проекту може виконуватись на аркушах різних (обґрунтованих) форматів, передбачених ЄСКД. Усі написи на графічному листі, позначення, розміри також повинні відповідати вимогам стандартів [10, 11]. Креслення виконуються олівцем або машинним способом за допомогою ПЕОМ.

1 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Характеристика транспортного засобу

В цьому пункті наводяться основні технічні характеристики транспортного засобу [15 - 17] та особливості його конструкції. Також в цьому пункті представляють його загальний вигляд.

1.2 Вибір і обґрунтування режиму роботи

Для визначення виробничої програми ремонтного підприємства необхідно зробити вибір режимів роботи всіх основних виробничих підрозділів.

Кількість днів роботи виробничих підрозділів на рік становить:

$$D_{PP} = \frac{D_{KP}}{D_T} \cdot D_{PH} - D_{CB}, \quad (1.1)$$

де D_{KP} - кількість календарних днів в році; $D_{KP} = 365$ днів;

D_T - кількість календарних днів у тижні; $D_T = 7$ днів;

D_{PH} - кількість робочих днів у тижні (згідно завдання); наприклад: $D_{PH} = 5$ днів;

D_{CB} - кількість святкових днів у році; наприклад приймаємо $D_{CB} = 11$ днів;

Виходячи з цього, кількість днів роботи виробничих підрозділів на рік становить:

$$D_{PP} = \frac{365}{7} \cdot 5 - 11 = 255 \text{ дн.}$$

Число змін (З) роботи виробничих підрозділів приймають згідно завдання, наприклад: $З = 1$;

Тривалість зміни (T_3) визначається з урахування, що тривалість робочого часу робітника на тиждень повинна складати не більше 40 годин (ст. 50 КЗП України).

Тобто,

$$T_3 = \frac{40}{D_{PH}}; \quad (1.2)$$

$$T_3 = 40 / 5 = 8 \text{ год.}$$

У тривалість зміни не входять перерва на обід, що для денної зміни приймається рівною 0,75...1,0 год., а для нічної зміни - 0,5...0,75 год.

Річний баланс робочого часу в годинах в кожному році є змінною величиною. На поточний рік у залежності від тривалості робочого тижня для 40-годинного робочого тижня приймають за даними Кабінету Міністрів України.

2 РОЗДІЛ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Технічні умови на контроль і сортування та умови роботи деталі

В цьому пункті описується: найменування і номер деталі за каталогом, марка матеріалу, номер стандарту, твердість, термообробка, шорсткість, маса деталі, призначення і будова по робочих поверхнях і конструктивних елементах, умови роботи деталі, основні види навантажень, що призводять до несправностей (постійні, знакозмінні, ударні, вібраційні), характер деформацій (вигин, скручування та ін.), можливі зміни структури матеріалу (спрацювання цементованого або загартованого шару, кавітаційне руйнування поверхонь охолоджуючою рідиною та ін.), агресивність середовища, температурний режим, тощо.

Карта технічних умов на дефектацію деталей виконується на окремому листі по встановленій формі ГОСТ 3.1502-74. У ній повинні бути вказані дефекти деталі, які вказані в завданні до розрахункової роботи.

Посилаючись на завдання, указують прийнятну групу дефектів деталі, відповідно до яких розробляється технологічний маршрут відновлення деталі.

Послідовність розробки технологічного процесу відновлення деталі складають відповідно до ГОСТ 14.301-83.

При викладі цього пункту потрібно використовувати дані робочих креслень деталей, знання, одержані при вивченні дисциплін «Автотранспортні засоби», «Технічний сервіс будівельних машин і автомобілів», дані з технічних умов на капітальний ремонт і керівництво по капітальному ремонту машин і автомобілів відповідної марки.

Таблиця 2.1 – Дефекти деталі і способи їх усунення

Номер дефекту	Найменування дефектів	Спосіб встановлення дефекту і інструмент	Розміри, мм				Спосіб усунення
			номінальний	допустимий без ремонту	граничний	для ремонту	
1	2	3	4	5	6	7	8

Приклад.

Гільза циліндрів двигуна ЗИЛ-130, №130-1002020 виготовлена відцентровим литвом з сірого чавуну СЧ24 ГОСТ 1412-85, НВ 170...241, маса 3,93 кг, призначена для напряду переміщення поршня і разом з головкою циліндрів складає камеру згорання. Гільза має наступні робочі поверхні і конструктивні елементи: внутрішню поверхню («дзеркало») циліндра загартоване ТВЧ на глибину 1...2 мм, твердість *HRC*_э

43,5...62,5 і оброблене до шорсткості $Ra = 0,20$ хонінгуванням; у верхній частині на відстані $l = 50$ мм запресована зносостійка вставка. У верхній частині зовнішньої поверхні є бурт для упору при установці в блоці і посадочне місце. У нижній частині зовнішньої поверхні – посадочний поясок з двома канавками для установки гумових кілець ущільнювачів, між посадочними поясками розташована сорочка охолодження, що омивається рідиною. Внутрішня поверхня гільзи, у верхній і нижній частинах, має фаски, що не зношуються в процесі експлуатації. Вони ж надалі можуть бути використані як настановні бази при ремонті.

Гільза працює в складних температурних режимах, піддається ударному знакозмінному навантаженню від згорання палива, «дзеркало» піддається зносу від тертя поршнів і кілець.

2.2 Вибір розміру партії деталей

Виходячи з річної програми капітального ремонту автомобілів, визначаємо розмір партії деталей.

Річну програму приймаємо згідно завдання.

Визначаємо місячну потребу у відновлених деталях:

$$X_M = \frac{(N_p \cdot K_p \cdot n)}{12}, \quad (2.1)$$

де N_p – річна виробнича програма КР ДТЗ;

K_p – коефіцієнт ремонту;

n – кількість деталей одного найменування.

Визначаємо добову потребу у відновлених деталях:

$$X_{\partial} = \frac{(N_p \cdot K_p \cdot n)}{D_{pp}}, \quad (2.2)$$

де D_{pp} – кількість днів роботи на рік.

2.3 Вибір раціональних способів відновлення

Для відновлення деталі застосовують три види технології:

– подефектна технологія характеризується усуненням кожного дефекту окремо незалежно від способів усунення інших дефектів. Застосовується в одиничному виробництві, економічно не вигідна і ускладнює процес контролю відновлення всіх дефектів, характерних для цієї деталі;

– жорстко фіксована технологія характеризується обробкою деталі по постійному циклу операцій незалежно від поєднання різних дефектів. Застосовується при масовому централізованому відновленні деталей;

– маршрутна технологія характеризується технологічним процесом на певну сукупність дефектів у даній деталі і є закінченим процесом відновлення деталі по всіх дефектах з найвигіднішою послідовністю операцій. Ця технологія має найбільше розповсюдження в авторемонтному виробництві, її слід прийняти при виконанні роботи.

Для розробки маршруту ремонту необхідно вибрати на кожен дефект спосіб відновлення.

Для розробки технологічного процесу на кожен дефект необхідно вибрати тільки один спосіб усунення. Якщо спосіб визначений завданням, то необхідно стисло описати його достоїнства. Для вибору раціонального способу відновлення приймаємо методику, запропоновану В. А. Шадрічевим. Ця методика заснована на послідовності застосування двох критеріїв, тобто складається з двох етапів:

1) з числа рекомендованих способів відновлення вибирають ті, які забезпечують подальший ресурс відновлених деталей, тобто задовольняють необхідному значенню коефіцієнта довговічності $0,8 \dots 1,0$;

2) при відповідності необхідному значенню коефіцієнта довговічності з декількох способів вибирають спосіб відновлення, що характеризується найвищим значенням коефіцієнта техніко-економічної ефективності.

Слід мати на увазі, що при усуненні сукупності дефектів деталі доцільно усувати їх одним способом з метою скорочення маршруту відновлення.

Наприклад, при відновленні посадочних місць на колінчастому валу під шестерню і шків приймаємо вібродугове наплавлення, то і при відновленні зовнішнього діаметру фланця під маховик доцільно застосовувати вібродугове наплавлення.

2.4 Вибір установочних баз

Установочними базами називаються поверхні деталей, якими вони спираються на відповідні поверхні пристрою або верстата. Ці деталі при обробці з належним ступенем точності фіксуються відносно різального інструмента. Установочні бази поділяються на основні і допоміжні.

Основними базами називаються робочі поверхні деталей, які впливають на роботу спряжених деталей і вузлів в цілому.

Допоміжною базою називається поверхня, яку спеціально зроблено для установки деталі на верстаті або в пристрої. Вона не впливає на роботу деталі в спряженні.

2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку деталі

Креслення вихідної (початкової) заготовки відрізняється від креслення готової деталі наявністю на всіх оброблюваних поверхнях припусків на наступну обробку.

В авторемонтному підприємстві при обробці деталі розрізняють такі види припусків: загальний припуск на обробку, операційний, що задається на операцію і проміжний, що задається на перехід.

Загальним припуском на обробку називається шар металу, який повинен бути видалений в результаті виконання всіх передбачених технологічним процесом операцій механічної обробки для отримання готової деталі з заданими розмірами і шорсткістю поверхні.

Загальний припуск дорівнює

$$Z_z = \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (2.3)$$

де Z_i – операційні припуски, мм;

n – число операцій.

Операційним припуском називається шар металу, що видаляється при виконанні даної операції.

Операційний припуск дорівнює

$$Z_i = \sum_{j=1}^m Z_{np}, \quad (2.4)$$

де Z_{np} – проміжний припуск, мм;

m – кількість переходів.

Проміжний припуск – це припуск, тобто шар металу, що видаляється за один перехід.

Визначення оптимальних припусків на обробку тісно пов'язане зі встановленням проміжних та початкових розмірів заготовки.

На основі визначених припусків можна обґрунтовано визначити масу початкових заготовок, режими різання, а також норми часу на виконання операцій механічної обробки.

Величина припуску, що задається, головним чином залежить від методу відновлення деталі при вибраному технологічному процесі, товщини дефектного шару і стану обладнання, на якому виготовляють заготовки. Припуски на обробку вимірюються по нормалі до оброблюваної поверхні і задаються звичайно в мм на сторону. Спосіб задання припуску (на сторону чи діаметр) обов'язково оговорюється в технології.

При обробці будь-якої деталі операційні розміри, як правило, не можуть бути витримані абсолютно точно, тому фактична величина припуску коливається в деяких межах. У зв'язку з цим розрізняють мінімальний, номінальний (розрахунковий) і максимальний припуски.

2.6 Складання плану обробки деталі при відновленні

Технологічний маршрут відновлення деталі складають, виходячи з призначених способів усунення дефектів. При цьому необхідно врахувати підготовчі операції, які виконуються перед відновленням по кожному дефекту (механічною, термічною обробкою поверхонь).

Складений план технологічного маршруту повинен відображати раціональну послідовність виконання операцій при відновленні деталі по призначеному маршруту. При цьому в першу чергу призначаються операції, які направлені на виправлення форми деталі, підготовку поверхні до відновлення. Потім призначаються операції по відновленню з нанесенням покриттів,

термічної, механічної обробки. Грубі операції механічної обробки виконуються в першу чергу, точніші і інші, які забезпечують високий клас шорсткості при обробці – в останню чергу. Завершується маршрут контрольною операцією.

При складанні маршруту нумерацію операцій виконують відповідно до вимог стандартів: 005, 010, 015, 020, і т. д. Назву операцій потрібно давати згідно з переліком.

Технологічний маршрут ремонту – це чітка оптимальна послідовність операцій, установ і переходів по відновленню певного переліку дефектів деталі і розробляється за маршрутною технологією.

Зразок послідовності операцій:

- мийно-очисні операції (промивка, виварювання, випалювання, видалення накипу, нагару і т. і.);
- виявлення прихованих дефектів приладами, пристосуваннями, матеріалами (гідровипробування, магнітна дефектоскопія, виявлення тріщин на гас і т. і.);
- контрольні роботи по виявленню дефектів за допомогою інструментів і пристосувань вимірюваннями і зовнішнім оглядом;
- підготовчі слюсарно-механічні роботи перед операціями нарощування (правка, випресовування, запресовування, свердлення, оброблення тріщин і місць облому, вивертання обламаних шпильок, точіння, розточування, шліфування, полірування, зачистка, дробоструминна обробка, розсвердлювання та ін.);
- зварювально-наплавлювальні і інші види робіт по нарощуванню (зварювання, наплавлювання, хромування, усталювання, пластична деформація тиском, напилення та т. і.);
- попередня слюсарно-механічна обробка після нарощування (правка після зварки або наплавлення та ін.);
- термічна обробка (цементация, загартування), якщо необхідно;

- остаточна механічна обробка (чистове точіння, розточування, фрезерування, чистове шліфування, хонінгування, полірування, притирання та ін.).

При складанні технологічного маршруту необхідно керуватися наступними вимогами:

- придержуватись послідовності при виконанні операцій, запобігати повторному надходженню деталі на пости усунення дефектів;

- в першу чергу усуваються дефекти поверхонь, які є базовими при подальшій обробці деталі;

- гальванічні операції призначаються передостанніми;

- однотипні операції (слюсарні, зварювальні, токарні, шліфувальні і ін.), що виконуються при усуненні різних дефектів, можна об'єднувати в одну операцію. Проте необхідно враховувати, що при серійному виробництві використовуються спеціальні пристосування, тому встановлення заново деталі на них не завжди можливе;

- зварювальні і наплавлювальні роботи різних видів (ручна, вібродугова, під шаром флюсу і ін.) в одну операцію не об'єднуються, оскільки виконуються на різних робочих постах;

- при виконанні операцій обробки за 2 переходи (попередньо і остаточно) загальний припуск розділити в співвідношенні 70%/30% (для токарної обробки) і 80%/20% (для шліфування).

У пояснювальній записці технологічний маршрут, наприклад, для відновлення гільзи циліндра двигуна ЗМЗ-66 оформити в такій послідовності операцій, установ і переходів.

005 Очищення в розплаві солей.

О. Установити гільзу в сітчастий контейнер.

1. Опустити контейнер у ванну з розплавом солей і лугів при $t = 400 \pm 20$ °С.

2. Витримати 5...10 хв.
3. Перенести і опустити у ванну з гарячою проточною водою.
4. Перенести і опустити у ванну з розчином фосфорної кислоти і CrO_3 при $t = 30 \pm 5$ °С.
5. Перенести і опустити у ванну з гарячою проточною водою.

010 Промивка.

О. Установити контейнер з гільзами на конвеєр мийної машини.

1. Промити.

015 Круглошліфувальна.

О. Установити і закріпити гільзу в центрах верстата.

1. Шліфувати посадочний поясок з $\varnothing 99,9$ мм до $\varnothing 99,5$ мм на $l = (50...60)$ мм.

020 Наплавлення (вібродугове).

025 Токарна.

О. Установити і закріпити гільзу в центрах верстата.

1. Точити посадочний поясок з $\varnothing 102$ мм до $\varnothing 100,2$ мм на $l = (50...60)$ мм.
2. Точити фаску 1,5 мм х 45°.
3. Точити канавку з $\varnothing 100,2$ мм до $\varnothing 99,7$ мм шириною 3 мм.

030 Круглошліфувальна.

035 Розточувальна.

О. Установити і закріпити гільзу в пристосуванні на столі верстата.

1. Розточити циліндр з $\varnothing 93,1$ мм до $\varnothing 93,43+0,1$ мм на $l = 153$ мм.
2. Точити фаску $1 \times 45^\circ$.

040 Хонінгувальна.

О. Установити і закріпити гільзу в пристосуванні.

1. Хонінгувати гільзу циліндра з $\varnothing 93,43$ мм до $\varnothing 93,5 + 0,06$ мм на $l = 153$ мм.

045 Контрольна.

О. Установити гільзу на стіл контролера.

1. Контролювати діаметр циліндра $\varnothing 93,5^{+0,06}$ мм.
2. Контролювати конусність і овальність дзеркала циліндра: 0,025.
3. Контролювати шорсткість дзеркала циліндра, не менше $Ra = 0,20$ мкм.
4. Контролювати діаметр посадочного поясочка: $\varnothing 100$ мм.
5. Контролювати шорсткість $Ra = 0,80$ мкм.

2.7 Вибір устаткування та пристроїв

При виборі типу верстата треба стежити, щоб основні розміри (висота центрів, відстань між центрами, довжина ходу стола і т. д.) відповідали розмірам оброблюваних деталей.

Групу і тип верстата для виконання операцій вибираємо, виходячи з таких умов:

- можливості виконання технічних вимог, які ставляться до оброблюваної деталі відносно точності її розмірів, форми і чистоти оброблених поверхонь;

- відповідності основних розмірів верстата габаритним розмірам оброблюваних і деталей;

- відповідності чисел обертів або подвійних ходів і подач різального інструмента (або деталі), одержаних з розрахунків найвигідніших режимів різання, числам обертів або подвійних ходів і подачам верстата;

- найменшої витрати часу на обробку;

- найменшої собівартості обробки;

- відповідності продуктивності верстата кількості деталей, які підлягають обробці за програмою;

- найбільшого коефіцієнта безперервності різання верстата (найменший допоміжний час);

- найменшої вартості верстата;

- необхідності використання наявних верстатів з урахуванням їх модернізації.

Вибір нагрівальних печей виконуємо за способом нагріву, максимальною температурою нагріву та площею поду.

Потребу в пристроях визначаємо при розробці технологічного процесу. При виборі пристрою враховуємо установочну базу, точність обробки, чистоту оброблюваної поверхні та ін.

Вибираючи зварювальне обладнання, враховуємо товщину зварюваної деталі. Відповідно до цього за таблицями вибираються діаметр електрода, сила зварювального струму. За цими параметрами вибирають тип зварювального устаткування.

Пресувальне обладнання вибираємо, виходячи з максимального зусилля, яке воно може розвинути.

2.8 Вибір різального і вимірювального інструменту

При виборі інструментів враховуємо характер обробки, матеріал, форму і розмір оброблюваної деталі.

Залежно від положення різальної кромки різці поділяються на ліві і праві, а за формою робочої частини – на прямі, відігнуті, зігнуті та відтягнуті. Залежно від типу верстата, на якому виконують різання, всі різці можна поділити на токарні, стругальні, довбальні та спеціального призначення. За видом обробки розрізняють прохідні, підрізні, відрізні, розточувальні, різьбонарізні, галтельні та фасонні різці. За характером обробки різці поділяються на обдирні (чорнові), чистові і для тонкого точіння. Форми і розміри передньої поверхні розрізняються залежно від оброблюваного матеріалу і типу різця.

Для виготовлення різальних інструментів застосовують інструментальні сталі вуглецеві, леговані, швидкорізальні; металокерамічні тверді сплави; мінералокераміку; абразивні матеріали.

Інструменти із швидкорізальної сталі відрізняються підвищеною стійкістю проти спрацювання і допускають швидкість різання у 2 - 3 рази більшу, ніж інструменти з вуглецевої сталі.

Високолеговану швидкорізальну сталь застосовують для виготовлення інструменту, який працює в складних напружених умовах, а саме: фасонних різців, протяжок, зуборізного інструменту і т. і.

Тверді сплави застосовують для виготовлення різальних інструментів, «призначених для обробки металів з високими швидкостями різання (від 100 до 1200 м/хв і більше).

Тверді сплави вольфрамомолібденової групи призначені для обробки крихких металів, наприклад чавуну, а також бронзи та інших кольорових металів. Сплави цієї групи позначають буквами ВК (ВК2, ВК3, ВК8, ВК11).

Тверді сплави титановольфрамокобальтової групи застосовують для різних умов обробки сталі, їх позначають буквою Т (Т5К10, Т15К6, Т14К8, Т5КЮ, Т15К6Т, Т30К4, Т60К6).

Свердла. Розрізняють п'ять основних конструктивних груп сверدل: перові, з прямими канавками, спіральні, для глибинного свердління, центрувальні.

Найпоширенішими видами сверدل є спіральні, які застосовуються для обробки отворів до п'ятого класу точності.

Фрези бувають таких основних типів: циліндричні – для обробки відкритих площин; торцеві – для обробки площин по одному або кількох рівнях; дискові – для фрезерування канавок і пазів; кінцеві або хвостові – для обробки площин і пазів; шпонкові – для фрезерування шпонкових канавок на валах; дискові та черв'ячні – для нарізування циліндричних зубчастих.

Шліфувальні круги розрізняють залежно від призначення їх за такими ознаками: за формою і розмірами, родом і видом абразивного матеріалу, номером зернистості, родом зв'язки, за твердістю і номером структури.

Залежно від цих ознак, а також від матеріалу, який обробляють, вибирають тип шліфувального круга.

Вимірювальний інструмент. Засоби вимірювання поділяються на міри, калібри, універсальні вимірювальні пристрої та еталони. Розрізняють міри з постійним і змінним значенням.

Міри з постійним значенням фізично відтворюють одиницю вимірювання або її кратне чи дробове значення (кінцеві міри довжини, кутові і т. д.).

Міри із змінним значенням фізично відтворюють кратне або дробове значення одиниць вимірювання в певних границях (рулетки, масштабні лінійки, лімби і т. д.).

Калібри – безшкальні вимірювальні інструменти, призначені для знаходження відхилень розмірів, форм і взаємного розміщення поверхонь. Для забезпечення взаємозамінності прохідний калібр повинен бути прототипом спряженої деталі.

Універсальні вимірювальні пристрої забезпечують вимірювання в межах певного інтервалу значень. Вони є шкальними інструментами або приладами і поділяються на штрихові з ноніусом (штангенінструмент), мікрометричні шкальні, важільно-оптичні, проєкційні, інтерференційні, пневматичні, електричні, радіоізотопні.

Залежно від призначення вимірювальний інструмент забезпечується наконечниками, базуючими елементами, додатковими передавачами, а також дистанційним керуванням.

Еталони – це точні зразки мір і вимірювальних приладів, призначені для перевірки їх.

Вибираючи вимірювальний інструмент, насамперед визначають допустимі граничні похибки вимірювань оброблюваних деталей певних класів точності і діаметрів, а потім вибирають відповідний інструмент.

2.9 Вибір режимів обробки деталі

Режим обробки визначається кількістю обертів, величиною подачі, крутним моментом на шпинделі і потужністю електропривода з урахуванням ККД передачі верстата; він повинен відповідати також допустимій міцності механізму коробок швидкостей і подач.

Вибраний режим обробки треба узгодити з паспортними даними верстата. Визначають режим різання, як правило, за нормативними таблицями відповідних довідників або за формулами. Визначати режими різання треба в такій послідовності:

- визначають глибину різання, увесь припуск, який підлягає зняттю при чорновій обробці, знятий за один прохід;

- при вибраній глибині різання і діаметру оброблюваної поверхні (або за іншим показником) визначаємо подачу за нормативними даними або аналітично, узгоджуючи її з даними в паспорті верстата;

- маючи значення глибини різання і подачі, за допомогою формул визначаємо швидкість різання (теоретичну); в тих випадках, коли виробничі умови не збігаються з тими, для яких складено довідкові таблиці, знайдену швидкість різання треба прокоректувати за допомогою поправочних коефіцієнтів, величини яких наведені в тих самих довідниках;

- одержане (теоретичне) число обертів шпинделя або подвійних ходів звіряємо з паспортом верстата (в межах 5%) число обертів, яке допускається паспортом верстата;

- визначають фактичну швидкість різання, яка відповідає вибраному числу обертів з паспорта верстата;

- визначають силу різання за формулою;

- визначають крутний момент різання, який не перевищує допустимий крутний момент шпинделя верстата;

- визначають необхідну для різання потужність, яка не повинна перевищувати потужність верстата з урахуванням ККД;

- останнім етапом розрахунку є визначення машинного (технологічного) часу.

2.9.1 Визначення параметрів різання металів при обробці на токарному верстаті

Швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.5)$$

де D – діаметр оброблюваної деталі, мм,

n – частота обертання, об/хв.

Частота обертання шпинделя

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (2.6)$$

Глибина різання (t) – це товщина шару металу, що знімається за один робочий хід. Вона вимірюється по перпендикуляру до оброблюваної поверхні деталі. Глибина різання розраховується за формулою:

$$t = \frac{D-d}{2}, \quad (2.7)$$

де D – діаметр заготовки до обробки, мм;

d – діаметр заготовки після зняття різцем одного шару, мм.

Подача (S) – величина переміщення різця за один оберт заготовки, що обробляється. Розрізняють поздовжню, поперечну і похилу подачі в залежності від переміщення різця: паралельно, перпендикулярно і під кутом до лінії центрів.

Площа шару, що зрізається (площа зрізу) або площа поперечного перерізу шару (f) розраховується за формулами:

$$f = t \cdot S \text{ або } f = a \cdot v, \quad (2.8)$$

де a – товщина шару, що зрізається, мм;

v – ширина зрізу (стружки), мм.

Головна складова сили різання P_Z це складова сили різання, що співпадає по напрямку зі швидкістю головного руху різання в вершині леза. Наближене значення сили різання P_Z розраховують за формулою:

$$P_Z = k \cdot f, \quad (2.9)$$

де k – коефіцієнт різання, МПа;

f – площа поперечного перерізу, мм².

Коефіцієнт різання визначається з табл. [22, с. 37]. Його значення залежить від виду оброблюваного матеріалу, границі міцності σ_s цього матеріалу.

Сила різання P_z має важливе значення. При множенні її на радіус оброблюваної заготовки одержують значення крутячого моменту, по якому судять про завантаженість верстата. При множенні сили різання на швидкість різання одержують споживану верстатом потужність.

Потужність різання

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000}. \quad (2.10)$$

Потужність на шпинделі

$$N_{ш} = \frac{N_p}{\eta}, \quad (2.11)$$

де η коефіцієнт корисної дії верстата.

Момент, що створює сила різання

$$M_p = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}. \quad (2.12)$$

Для нормального протікання процесу різання крутний момент на шпинделі ($M_{ш}$), що забезпечується двигуном верстата, повинен задовольняти умові

$$M_{ш} \geq M_p. \quad (2.13)$$

Оскільки, крутячий момент на валу залежить від потужності, що передається на шпиндель та частоти обертання вала, то крутний момент на шпинделі дорівнює

$$M_{\text{ш}} = \frac{10000 \cdot N_{\text{ш}}}{n_{\text{ш}}}, \quad (2.14)$$

де $N_{\text{ш}}$ – потужність на шпинделі, кВт;

$n_{\text{ш}}$ – частота обертання шпинделя, об/хв.

Таким чином, нормальна робота верстата можлива при виконанні умови

$$\frac{10000 \cdot N_{\text{ш}}}{n_{\text{ш}}} \geq \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}. \quad (2.15)$$

Приклад перевірки заданого режиму різання

Перевірити заданий режим різання по потужності верстата і допустимому крутячому моменту.

Верстат 16К20 має потужність двигуна 10 кВт, $\eta = 0,8$; частота обертання на шпинделі та допустимий момент регулюються.

Матеріал деталі – сталь, границя міцності якої $\sigma_s = 850$ МПа. Діаметр заготовки $D = 120$ мм.

Різець швидкоріжучий зі сталі Р6М5 ($\varphi = 45^0$, $\gamma = 10^0$), глибина різання $t = 6$ мм, подача $S = 0,5$ мм, швидкість різання $V = 30$ м/хв, охолодження емульсійне.

Рішення

1. Розраховуємо силу різання за формулою:

$$P_z = kf.$$

З довідника [22, с. 37] для $\sigma_s = 850$ МПа беремо коефіцієнт різання $k = 2158$ МПа.

Знаходимо площу шару, що зрізається та силу P_z :

$$f = t \cdot S = 6 \cdot 0,5 = 3 \text{ мм}^2,$$

$$P_z = 2158 \cdot 3 = 6474 \text{ Н.}$$

2. Визначаємо потужність різання

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000} = \frac{6474 \cdot 30}{60 \cdot 1000} = 3,24 \text{ кВт.}$$

3. Розраховуємо необхідну потужність на шпинделі

$$N_{\text{ш}} = \frac{N_p}{\eta} = \frac{3,24}{0,8} = 4,05 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі достатня.

4. Розраховуємо момент різання

$$M_p = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{6474 \cdot 120}{2 \cdot 1000} = 388,4 \text{ Нм.}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 120} = 79,6 \frac{\text{об}}{\text{хв.}} \approx 80 \frac{\text{об}}{\text{хв.}}$$

6. Знаходимо крутячий момент на шпинделі

$$M_{\text{ш}} = \frac{10000 \cdot N_{\text{ш}}}{n_{\text{ш}}} = \frac{4,05 \cdot 10000}{80} = 506,25 \text{ Нм.}$$

Таким чином,

$$M_{\text{ш}} > M_p;$$

$$506,25 \text{ Нм} > 388,4 \text{ Нм.}$$

Умови для нормального протікання процесу різання виконуються. Вибраний режим різання не приведе до перенавантаження верстата.

Приклад визначення раціонального режиму різання

Токарна обробка повинна вестись на такому режимі різання, при якому найбільш корисно використовується потужність верстата і стійкість інструменту, забезпечується висока якість обробки при мінімальній її вартості та забезпечуються безпечні умови праці. Такий режим називають раціональним. Раціональний режим різання підбирають, використовуючи довідникову літературу [4].

Задача.

Матеріал – сталь, границя міцності – $\sigma_s = 750$ МПа.

Діаметр деталі, що обробляється – $D = 50$ мм, діаметр обробленої деталі – $d = 42$ мм, допустима шорсткість – $R_a = 3,2$ мкм. Потужність на шпинделі – $N_{\text{ш}} = 7,2$ кВт.

Характеристика різця: різець прохідний, прямий, чорновий (обдирний) з пластиною Т15К6, правий.

Геометрія різця: форма передньої поверхні – 5, радіусна з фаскою, передній кут – $\gamma = 15^\circ$, задній кут – $\alpha = 8^\circ$, головний кут – $\varphi = 45^\circ$, допоміжний кут – $\varphi' = 10^\circ$. Стійкість різця – $T = 60$ хв., розмір стрижня різця – 25 x 25 мм.

Рішення.

При проведенні розрахунків користуємось довідковою літературою [22 - 24].

1. Розраховуємо глибину різання

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{50 - 42}{2} = 4 \text{ мм.}$$

2. Знаходимо величину подачі S , використовуючи табл. [22, с. 135].
 $S = 0,8 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо площу поперечного перерізу зрізу

$$f = t \cdot S = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ мм}^2.$$

4. Визначаємо силу різання

$$P_z = k \cdot f = 1961 \cdot 3,2 = 6275,2 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт різання k обираємо з табл. [22, с. 37].

5. Значення швидкості різання обираємо з табл. [22, с. 137–138].
 $V_p = 134 \text{ м/хв.}$

З урахуванням того, що $\sigma_e = 750 \text{ МПа}$, стійкість $T = 60 \text{ хв.}$, поправочний коефіцієнт для швидкості різання з твердосплавними різцями дорівнює $K_2 = 1,15$ з табл. [22, с.138].

Тоді

$$V = 134 \cdot 1,15 = 154,1 \text{ м/хв.}$$

6. Частота обертання шпинделя верстата дорівнює

$$n_{ш} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 154,1}{3,14 \cdot 50} = 982 \frac{\text{об}}{\text{хв.}}$$

7. Найближча нормативна частота обертання шпинделя дорівнює:
 $n_{ш} = 1000$ об/хв.

8. Фактична швидкість V_{ϕ} різання при даній частоті дорівнює

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{ш}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 157 \frac{\text{м}}{\text{хв.}}$$

9. Ефективна (корисна) потужність, що витрачається на процес різання розраховується за формулою:

$$N_{еф} = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{60} = \frac{6275,2 \cdot 157}{60} = 16,4 \text{ кВт.}$$

10. Оскільки потужність на шпинделі $N_{ш} = 7,2$ кВт, то верстат сильно перевантажений.

11. Зменшуємо швидкість різання пропорційно до потужності

$$V = \frac{V_{\phi} \cdot N_{ш}}{N_{еф}} = \frac{157 \cdot 7,2}{16,4} = 70 \frac{\text{м}}{\text{хв.}}$$

12. Частота обертання шпинделя дорівнює

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 50} = 445,9 \frac{\text{об}}{\text{хв.}}$$

13. Враховуючи паспортні дані верстата, обираємо $n_{ш} = 500$ об/хв.

2.9.2 Визначення параметрів різання металів при розточуванні

Режим різання при розточуванні гільз циліндрів повинен забезпечувати виконання вимог, представлених на кресленні (по шорсткості поверхні, точності розмірів, форми і розташування).

Режим різання обирається з табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Режими різання при розточуванні

Оброблюваний матеріал	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання V_p , м/хв.	Матеріал інструмента
Чавун НВ 170-229	0,1...0,15	0,05...0,1	100...120	ВКЗМ
Чавун НВ 229–269	0,1...0,15	0,1...0,15	80...100	ВКЗМ

Обладнання і оснащення підбирається за даними каталогів та довідників.

Рекомендації по виконанню.

Спочатку визначають максимальний розмір зношеного отвору гільзи циліндра – D .

Встановлюють діаметр найближчого ремонтного розміру – D_{pp} .

Розраховують припуск на розточування за формулою:

$$a_{розт} = D_{pp} - D - a_x, \text{ мм}, \quad (2.16)$$

де D_{pp} – нижнє відхилення ремонтного розміру отвору гільзи, мм;

$a_x = 0,03...0,05$ мм – припуск на хонінгування.

Визначити глибину різання t , мм (припуск знімається за один прохід).

Вибираємо нормативну подачу S_p , мм/об. Уточнюємо подачу по паспорту

верстата S_ϕ , мм/об. Вибираємо нормативну швидкість різання V_p . Розраховуємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V_p}{\pi D}, \quad (2.17)$$

де D – діаметр отвору, що розточується, мм.

Знаходимо довжину робочого ходу шпиндельної бабки

$$L_{px} = l + l_1 + l_2, \quad (2.18)$$

де l – довжина по кресленню, мм,

l_1 та l_2 – довжини врізання та перебігу різця, мм;

$$l_1 + l_2 = 5 \dots 6 \text{ мм.}$$

Закріпити гільзу в пристосуванні, встановити перемикач довжини робочого ходу (L_{px}).

Виставити різець на встановлену глибину різання, підвести різець до торця гільзи на відстань 3...5 мм і приступити до розточки гільзи.

2.9.3 Визначення параметрів різання металів при хонінгуванні

Основні параметрами режиму різання при хонінгуванні приведені в табл. 2.3.

Колова швидкість обертання хонінгуючої головки розраховується за формулою:

$$V_k = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.19)$$

де D – діаметр отвору, що обробляється, мм;

n – частота обертання хонінгуючої головки, об/хв.

Таблиця 2.3 – Основні параметрами режиму різання при хонінгуванні

Обробл. метал	Характеристика обробки	Припуск на діаметр, мм	Абразивні бруски	Тип бруска	Розмір бруска, мм	$V_{ок}, \text{м/хв}$	$V_{ен}, \text{м/хв}$	$P_0, \text{Н/см}^2$
Чавун	Попередня	0,04...0,08	64С10ПС Т2 – Т27К5А	БК _в	$B = 10...13$ $l_{бр.} = 100; 125; 150$	40...80	17...22	8-12
Чавун	Кінцева	0,005...0,01	64СМ20 М28ПСТ 2 – Т26К5А	БК _в		30...50	10...15	3-5

Швидкість зворотно-поступального руху головки

$$V_{зп} = \frac{2L \cdot n_2}{1000}, \quad (2.20)$$

де n_2 – число подвійних ходів хонінгуючої головки, об/хв.;

L – довжина робочого ходу хонінгуючої головки, мм;

$$L = l_{отв.} + 2l_{пер} - l_{бр}, \quad (2.21)$$

$l_{отв.}$ – довжина отвору, що хонінгується, мм;

$l_{пер}$ – перебіг бруска за межі отвору, мм;

$l_{бр}$ – довжина хонінгуючого бруска, мм.

Співвідношення між швидкостями колового (обертального) і зворотно-поступального руху хонінгуючої головки визначається за формулою:

$$\lambda = \frac{V_k}{V_{зп}}. \quad (2.22)$$

Радіальна подача, мкм/об, питомий тиск брусків (P_0), Н/см². Осьове зусилля розтискання брусків визначається за формулою:

$$P = P_0 l_{бр} i t g(\varphi + \theta), \quad (2.23)$$

де P_0 – питомий тиск брусків, Н/см²;

$l_{бр}$ – довжина бруска, см;

i – число брусків;

φ – кут конусу розтискання, град.;

θ – кут тертя, град.; $\theta = 6^\circ$.

Склад мастильно-охолоджуючої рідини (МОР).

Для хонінгування чавуну в якості МОР застосовують гас з додаванням 10...20% масла індустріального і12-А.

Точність форми і шорсткість поверхні визначають за нормативами.

2.9.4 Визначення параметрів різання металів при шліфуванні

Всі операції круглого зовнішнього шліфування по інтенсивності знімання припуску ділять на обдирні, попередні, кінцеві та тонке шліфування. Обдирне шліфування (без попередньої токарної обробки) призначається для видалення з заготовок шару матеріалу після миття та ковки.

Припуск знімається на режимах швидкісного шліфування зі швидкістю круга 35...60 м/с. Попереднє шліфування виконують після токарної обробки зі швидкістю круга 40...60 м/с (швидкісне шліфування).

Таблиця 2.4 – Характеристика шліфувальних кругів за Довідником шліфувальника

Вид шліфування	Матеріал деталі	Характеристика круга
Кругле з поперечним подвійним ходом стола	Незагартована сталь	Э36СМ1К
	Загартована сталь	Э36СМ1К
Кругле з поперечною подачею на кожен хід стола	Незагартована сталь	Э36СМ2К
	Загартована сталь	Э36СМ2К
Кругле Врізне	Незагартована сталь	Э36С1К
	Загартована сталь	Э36С1К

Точність обробки в межах 6...9-го квалітетів, параметр шорсткості $R_a = 1,2...2,5$ мкм.

Кінцеве шліфування виконують після термічної обробки зі швидкістю круга 35...40 м/с.

Точність кінцевого шліфування відповідає 5...6-ому квалітету, шорсткість $R_a = 0,2...1,2$ мкм.

Тонке шліфування призначено для одержання малої шорсткості оброблюваної поверхні ($R_a = 0,025...0,1$ мкм).

Припуск, що знімається при тонкому шліфуванні - 0,05...0,1 мкм на діаметр. Режим шліфування визначають інтенсивністю Q знімання металу ($\text{мм}^3/\text{хв.}$).

2.10 Розрахунок технічної норми часу

Норму часу на різні операції розраховують, виходячи з найкращої організації праці і робочого місця. Така норма часу називається технічною нормою часу.

Технічна норма часу на виконання тієї чи іншої операції складається з:

– підготовчо-заключного часу ($T_{ПЗ}$) – часу, що витрачається робітником на ознайомлення з кресленням, підготовку робочого місця, наладку верстата, інструментів та пристосувань, здачу виробу ВТК; підготовчо-заключний час відноситься до всієї партії деталей; для виготовлення однієї деталі цей час складає $T_{ПЗ}/n$, де n – число деталей в партії;

– оперативного часу $T_{ОП}$ – часу, який включає в себе основний час (технологічний) T_0 – час, на протязі якого виконується основна робота (різання, зварювання, шліфування та ін.), цей час може бути машинним, машинно-ручним і ручним, а також допоміжний час $T_Д$, що витрачають на встановлення та прохід, хв.;

– додатковий час $T_{ДОД}$ – час на організаційно-технічне обслуговування, на відпочинок і т. д. Його визначають за формулою:

$$T_{ДОД} = \frac{T_{ОП} \cdot k}{100}, \quad (2.24)$$

де k – коефіцієнт додаткового часу від оперативного, %.

Норма часу в хвиликах на виготовлення однієї деталі розраховується за формулою:

$$T_H = T_0 + T_Д + \frac{T_{ОП} \cdot k}{100} + \frac{T_{ПЗ}}{n}. \quad (2.25)$$

При визначенні складових норм часу користуються існуючими нормативними матеріалами, нормами, приведеними в [22 - 24] або іншими

нормативними документами. Основний час необхідно коригувати поправочними коефіцієнтами, які враховують марку матеріалу, вид матеріалу різця, характер заготовки, стану її поверхні, виду охолодження і т. і.

2.10.1 Кругле шліфування

Приклад розрахунку норми часу на шліфування поверхні проміжного валу КПП діаметром $D = 80$ мм; довжина поверхні, що шліфується – 60 мм; матеріал – сталь 45Х (загартована); маса деталі – 9,7 кг. Установка деталі в центрах. Кількість деталей – 1 шт.

Основний час визначаємо з [22, с. 141, табл. 198]. При шліфуванні поверхні діаметром $D = 80$ мм з припуском на шліфування 0,25 мм основний час $T_0 = 1,31$ хв.

Допоміжний час на проходи визначаємо по [22, с. 140, табл. 196]: на перший прохід цей час складає 1,2 хв., на наступні проходи – 0,30 хв.

Додатковий час на установку та зняття деталей визначаємо з [22, с. 140, табл. 195]. Для деталі масою 9,7 кг цей час складає 0,6 хв. Повний додатковий час дорівнює

$$T_D = 1,2 + 0,3 + 0,6 = 2,1 \text{ хв.}$$

Розраховуємо оперативний час

$$T_{оп.} = T_0 + T_D \text{ хв.};$$

$$T_{оп.} = 1,31 + 2,1 = 3,4 \text{ хв.}$$

Додатковий час на організаційно-технічне обслуговування

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot k}{100},$$

де k – коефіцієнт додаткового часу, %; в даному випадку $k = 9$ %.

Тоді,

$$T_{\text{дод}} = \frac{3,41 \cdot 9}{100} = 0,31 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час визначається з [22, с. 140, табл. 197] і становить 8 хв.

Розраховуємо норму часу

$$T_{\text{н}} = 1,31 + 2,10 + 0,31 + \frac{8}{1} = 11,72 \text{ хв.}$$

2.10.2 Зварювання

Приклад розрахунку норми часу на зварювання тріщини кожуха зчеплення автомобіля ГАЗ-2410 дуговим зварюванням електродом з крейдовою обмазкою діаметром 4 мм. Матеріал – сталь 0,8кп.

Товщина зварюваного металу – 4 мм, кількість деталей – 1 шт. Маса деталі – 4 кг. Довжина шва – 50 мм.

Основний час на зварювання тріщини по [22, с. 149, табл. 208] становитиме: $T_0 = 0,9$ хв.

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі по [22, с. 150, табл. 211] дорівнює: $T_{\text{д}} = 0,30$ хв.

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}} = 0,9 + 0,3 = 1,2 \text{ хв.}$$

Обчислюємо додатковий час за формулою (приймаємо $k = 9\%$):

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot k}{100} = \frac{1,2 \cdot 9}{100} = 0,12 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час при виконання простої роботи визначається по [22, с. 147, табл. 207] і дорівнює: $T_{\text{пз}} = 10 \text{ хв.}$

Розраховуємо норму часу за формулою:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + \frac{T_{\text{оп}} \cdot k}{100} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 0,9 + 0,3 + 0,12 + \frac{10}{1} = 11,32 \text{ хв.}$$

2.10.3 Токарні роботи

Визначити норму часу на обточування наплавленого поворотного кулака переднього моста КАМАЗ-5320 (переднього підшипника) з діаметра $D = 53 \text{ мм}$ до діаметра $d = 50 \text{ мм}$ на довжині 30 мм під шліфування.

Матеріал деталі: сталь 45, $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2 = 750 \text{ МПа}$, маса – 35 кг , кількість деталей у партії – 1 шт. Різець із сталі Р 18.

Встановлюємо технологічну послідовність обробки деталі на токарно-гвинторізному верстаті 1А62 з висотою центрів 200 мм .

Розраховуємо основний і допоміжний час виконання окремих переходів.

Перехід 1. Установити вал у центрі верстата з хомутиком і обточити наплавлену шийку з діаметром 53 мм до діаметра 50 мм на довжині 30 мм . Визначаємо припуск за формулою:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{53 - 50}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

Приймаємо глибину різання t рівною припуску.

По [22, с. 71, табл. 114] визначаємо основний час для діаметра обробки 50 мм на довжині різання 30 мм з глибиною різання до 3 мм: $T_O = 0,37$ хв.

По [22, с. 67, табл. 107] розраховуємо допоміжний час на прохід: $T_D = 0,8$ хв.

Перехід 2. Зняти фаску $2 \times 45^\circ$ на діаметрі 53 мм. По [22, с. 95, табл. 130] визначаємо основний час: $T_O = 0,16$ хв.

По [22, с. 68, табл. 107] визначаємо допоміжний час на прохід: $T_D = 0,07$ хв.

Перехід 3. Проточити канавку шириною 5 мм, глибиною 1 мм на діаметрі 53 мм для виходу шліфувального круга. По [22, с. 94, табл. 128] визначаємо основний час для даної операції: $T_O = 0,31$ хв.

По [22, с. 67, табл. 107] визначаємо допоміжний час на прохід: $T_D = 0,2$ хв.

Обчислюємо основний час на всю операцію і коригуємо з урахуванням поправочного коефіцієнта (в даному випадку коефіцієнт дорівнює 1, [22, с. 69, табл. 109])

$$T_O = 0,37 + 0,16 + 0,31 = 0,84 \text{ хв.}$$

По [22, с. 67, табл. 106] визначаємо допоміжний час на встановлення і зняття деталі: $T_D = 1,6$ хв.

Розраховуємо допоміжний час на всю операцію, додаючи його по переходах

$$T_D = 0,8 + 0,07 + 0,2 + 1,6 = 2,87 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{OP} = T_O + T_D = 0,84 + 2,87 = 3,71 \text{ хв.}$$

Обчислюємо додатковий час за формулою:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot k}{100} = \frac{3,17 \cdot 8}{100} = 0,30 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час по [22, с. 68, табл. 108]:

$$T_{\text{пз}} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу

$$T_H = 0,84 + 3,71 + 0,30 + \frac{7}{1} = 11,85 \text{ хв.}$$

3 РОЗДІЛ КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

В конструкторському розділі необхідно описати запропоновану конструкцію пристосування для механізації виконання операцій з відновлення деталі.

Необхідно описати сутність, призначення, конструкцію та принцип роботи обладнання чи пристосування, що пропонується, показати його загальний вигляд.

Зробити аналіз обраного пристосування чи обладнання в плані ефективності його використання. При наявності аналогів порівняти обрану конструкцію з ними.

Під час виконання цієї задачі рекомендовано використання [4, 11, 18, 20, 25].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В розділі, який присвячений охороні праці необхідно навести вимоги техніки безпеки до однієї з основних операцій технологічного процесу по завданню викладача.

У даному розділі необхідно освітити наступні питання:

- дії робітника перед початком роботи;
- дії робітника під час роботи;
- дії робітника після закінчення роботи;
- дії робітника при аварійних ситуаціях;
- індивідуальні засоби захисту.

Перед початком роботи описуються дії робочого по приведенню в порядок одягу, по прийманню устаткування і перевірці його справності.

Під час роботи описуються дії робітника при обробці деталі, вимоги, при яких зупиняється верстат і вимикається електродвигун, вимоги особистої гігієни.

По закінченню роботи описуються дії робочого по приведенню в порядок робочого місця.

Індивідуальні засоби захисту: застосування окулярів, каски, спеціального взуття, одягу, респіратора, вентиляторів і пилосмоків на робочому місці.

Необхідно описати основні обов'язки робітника, наприклад:

- токар виконує тільки ту роботу, яка доручена йому майстром;
- утримує своє робоче місце в чистоті і порядку;
- йому забороняється працювати на несправному і на не огороженому верстаті;
- користуватися місцевим освітленням з напругою вище 36 В.

Для цієї мети доцільно використовувати знання, одержані під час вивчення дисципліни «Охорона праці» і відповідної літератури [12 - 14].

СПИСОК РЕКОМЕДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основні підручники та навчальні посібники

1. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник / В. Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
2. Божидарнік В. В. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів. Навчальний посібник / В. В. Божидарнік, А. П. Гусев. - Луцьк: Надстир'я, 2007. – 320 с.
3. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигрінець. – К.: Вища школа, 1994. – 599 с.
4. Канарчук В.Є. та ін. Технологія та обладнання для відновлення автомобільних деталей: Підручник. – К. : УСДО, 1993. – 479 с.

Перелік діючих нормативних документів

5. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Міністерство транспорту України, 1998. - 16 с.
6. Норми витрат на технічне обслуговування і ремонт по базовим маркам автомобілів. – К.: Мінтранс України, 1995. – 22 с.

Перелік стандартів з вимогами до оформлення пояснювальної записки та креслень

7. ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. - К.: Держстандарт України, 1995. - 37 с.

8. ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.
9. ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання.
10. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи.
11. ДСТУ ГОСТ 2.604:2005 Єдина система конструкторської документації. Кресленики ремонтні. Загальні вимоги.

Система стандартів охорони праці та пожежної безпеки

12. Державний нормативний акт про охорону праці. ДНАОП 0.00-1.28 – 97. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. – Київ. Основа, 1997. – 337 с.
13. Законодавство України про охорону праці: Збірник нормативних документів: У 4 т. – К.: Основа, 1995 – Т.1 - 528 с.; Т.2 – 385 с.; Т.3-572 с.; Т.4 – 383 с.
14. Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України: Нормативний акт з питань пожежної безпеки. – К.: Основа, 1999. – 240 с.

Довідкові та допоміжні джерела інформації

15. Краткий автомобильный справочник. Том 2. Грузовые автомобили / Кисуленко Б. В. и др. - М. : ИПЦ «Финпол», 2004. - 667 с.
16. Краткий автомобильный справочник: справ. изд. : в 5 т. Т. 4 : Специальные и специализированные автотранспортные средства: в 3 ч. Ч. 1 : Фургоны, самосвалы, платформы, тягачи специальные, прицепы-ропуски России и СНГ / М. И. Грифф, И. А. Венгеров, В. С. Олитский и др. - М : Автополис-плюс, 2004. - 449 с., табл., ил.

17. Краткий автомобильный справочник: справ. изд. : в 5 т. Т. 4 : Специальные и специализированные автотранспортные средства: в 3 ч. Ч. 2 : Коммунальная техника, строительно-монтажная техника, спецтехника для нефтегазового комплекса, пожарная техника, автомастерские и автолаборатории / М. И. Грифф, И.А. Венгеров, В.С. Олитский и др. - М. : Автополис-плюс, 2005, - 472 с., табл., ил.
18. Канарчук В.Є., Чигринець А.Д., Голяк О.Л. Технологія і устаткування для відновлення і підвищення зносостійкості автотракторних деталей у процесі ремонту. – К. : НМК, 1991. – 84 с.
19. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник / Лудченко О. А. – К.: Знання – Прес, 2004. – 478 с.
20. Волков В. П. и др. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / Під загальною редакцією В. П. Волкова. Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
21. Епифанов Л. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / Л. И. Епифанов, Е. А. Епифанова. – М.: Форум, Инфра, 2001. – 280 с.
22. Зайцев Б. Г., Рыцев С. Б. Справочник молодого токаря. – М.: Высшая школа, 1988. – 336 с.
23. Белецкий Д. Г., Моисеев В. Г., Шеметов М. Г. Справочник токаря-универсала. - М.: Машиностроение, 1987. – 560 с.
24. Довідник технолога-машинобудівника: У 2 т. / Під ред. А. Г. Косильовой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машинобудування, 1985. Т.1. – 656 с., Т.2. – 496 с.
25. Горошкин А. К. Приспособление для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979.

Інформаційні ресурси

26. Українська пошукова система «МЕТА». Сайт «Мета-авто»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://auto.meta.ua//>.
27. «Національна бібліотека України» ім. В.І. Вернадського: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua//>.
28. Електронні книги. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eknigi.org//>.
29. Спеціальна технічна література. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bukva.ua//>.
30. Електронні технічні книги. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://book2.me/teh//>.
31. Дом электронных книг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dom-eknig.ru/tehnicheskie//>.

Додаток А. Приклад оформлення титульного листа

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут гідротехнічного будівництва та цивільної інженерії
Кафедра машинобудування

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЛОГІЇ РЕМОНТУ. ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ»

Виконав студент групи МШ-200

П.І.Б. Іванов В.В.

Номер залікової книжки 12345

Перевірив Бондаренко А. Є.

ОДЕСА 20____

Додаток Б. Приклад робочого креслення деталі

Додаток В. Приклад складального креслення пристосування для механізації операції