

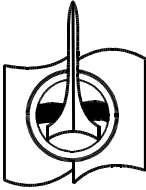


Національний університет
водного господарства
та природокористування

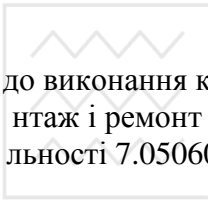
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра експлуатації і ремонту машин



033-73



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни “Мо-
нтаж і ремонт об’єктів теплоенергетики” для студентів спеціа-
льності 7.05060101 “Теплоенергетика” денної та заочної форм
навчання

Затверджено
методичною комісією
напряму підготовки
„Теплоенергетика”
Протокол № 1 від 28.09.2011 р.

Рівне – 2011



Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни « Монтаж і ремонт об'єктів теплоенергетики» для студентів спеціальності 7.05060101 «Теплоенергетика» / Тхорук Є.І., Корнієнко В.Я., Хітров І.О., – Рівне: НУВГП, 2011. – 40 с.

Упорядники: Є.І. Тхорук, І.О. Хітров, - доценти, В.Я. Корнієнко - старший викладач.

Відповідальний за випуск Гавриш В.С., доцент, завідувач кафедри експлуатації і ремонту машин.

ЗМІСТ

I.	Загальні методичні вказівки до виконання курсового проекту	3
II.	Послідовність виконання проекту	5
1.	Загальна характеристика та призначення вузла теплоенергетичного об'єкта	5
2.	Розробка технологічного процесу розбирання вузла	5
3.	Розробка технологічного процесу відновлення деталі	10
4.	Проектування ремонтного пристрою	25
III.	Графічна частина проекту	28
	Література	30
	Додатки	33

Є.І.Тхорук, 2011
©І.О. Хітров, 2011
В.Я.Корнієнко, 2011
© НУВГП, 2011



I. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Цілі і завдання курсового проектування. В процесі курсового проектування студенти закріплюють, поглиблюють і узагальнюють теоретичні знання з навчальної дисципліни, розвивають навички практичного їх застосування при вирішенні поставлених перед ним комплексних інженерних завдань. Курсовий проект з дисципліни “ Монтаж і ремонт об’єктів теплоенергетики ” - завершальний етап підготовки інженерів-теплоенергетиків.

Тематика курсового проекту. Тема курсового проекту формулюється наступним чином: „ Складання технологічної схеми розбирання вузла з розробкою технологічної карти на відновлення деталі ”. В окремих випадках тема може уточнюватися з врахуванням характеру подальшого виконання дипломного проекту студентом.

Склад курсового проекту. Перелік розділів, терміни виконання і обсяг курсового проекту наведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Характеристика курсового проекту

Найменування розділу	Показники виконання проекту		
	Кількість сторінок	Термін виконання (тиждень семестру)	Відсоток виконання
1	2	3	4
Вступ	1	2	1
1. Загальна характеристика та призначення вузла теплоенергетичного об’єкта	3-5	4	5
2. Розробка технологічного процесу розбирання вузла	5-7	6	10
3. Розробка технологічного процесу відновлення деталі	10-15	8	15
4. Проектування ремонтного пристрою	7-10	12	15
5. Техніка безпеки при виконанні монтажних та ремонтних робіт	2-3	13	5
Висновки	1	14	1



Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
Список літератури	1	15	1
Додатки	1-3	15	2
Графічна частина:			
Аркуш 1. Технологічна схема розби- рання вузла.	1	6	15
Аркуш 2. Технологічна карта на відно- влення деталі.	1	8	15
Аркуш 3. Ремонтний пристрій (Загаль- ний вигляд).	1	12	15
Захист курсового проекту	-	17	-

Захист курсових проектів. Закінчений курсовий проект студент здає керівнику для його перевірки. Керівник вирішує питання допуску проекту до захисту. Курсовий проект захищається перед комісією, до складу якої входить не менше двох викладачів. Склад комісії і поряд-
док її роботи затверджує завідувач кафедри.





II. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

У вступі обґрунтовують головні завдання курсового проекту, необхідність вибору теплоенергетичної арматури, призначення вузлів.

На початку розрахунково-організаційної частини подають вихідні дані для виконання проекту, взяті згідно варіанта (завдання видає викладач). Також приводять календарний план виконання пунктів проекту.

1. Загальна характеристика та призначення вузла теплоенергетичного об'єкта

Згідно отриманого завдання студент приводить опис технологічної лінії, де встановлюється проектний вузол, загальну характеристику вузла теплоенергетичної арматури, подає загальний вигляд та перелік деталей, з яких складається вузол [4, 5, 17].

Теплова схема - це графічне зображення основного і допоміжного обладнання, раціонально пов'язаних комунікаціями, які беруть участь в ефективному технологічному процесі з вироблення корисних видів енергії з найбільш високими економічними показниками, з утилізацією вторинних енергоресурсів, охорони довкілля.

Теплова схема може бути:

- принциповою: з основним та допоміжним обладнанням;
- розгорнутою: зі всіма трубопроводами, запірною та регулюючою арматурою (може даватись за технологічними вузлами);
- робочою: з вказівкою по діаметрам трубопроводів, кріпленням, температурними компенсаторами тощо.

Теплова схема повинна передбачати стандартизоване, блочне, номенклатурне, уніфіковане обладнання.

У процесі складання теплової схеми:

- 1) підбираються за навантаженням водогрійні та парові котли;
- 2) приймаються відповідні параметри робочих тіл.

Приклад схеми установки теплоенергетичної арматури в мережі представлено на рис. 1 (додаток 1) - в складі РОУ.

2. Розробка технологічного процесу розбирання вузла

В даному розділі приводять послідовний процес розбирання вузла на деталі, подають розрахунок норм часу на проведення цих робіт та вказують інструменти та пристрої, якими проводять процес монтажу,



демонтажу. Послідовність виконання робіт з монтажу протилежна послідовності операцій демонтажу.

Проектування технологічного процесу розбирання вузла

Вихідні дані для проектування.

Вихідними даними для проектування технологічного процесу розбирання складальної одиниці є:

- складальне креслення або креслення загального виду виробів, на якому зазначені монтажні (настановні) і приєднувальні розміри із граничними відхиленнями й характером посадок у з'єднанні;
- таблиця монтажних з'єднань;
- технічні вимоги на складання (розбирання);
- альбом технологічних карт на розбирання й складання обладнання;
- каталог деталей;
- каталог слюсарного, вимірювального й допоміжного інструмента;
- паспорта стандартного й нестандартного устаткування;
- нормативні матеріали для розрахунку норм часу на розбиральні (складальні) операції;
- інші матеріали типової технології ремонту.

Порядок розробки технологічного процесу

Розробка технологічного процесу розбирання складальної одиниці містить у собі наступні етапи: опис її технічної характеристики; складання технологічної схеми розбирання (складання); вибір засобів технологічного оснащення; нормування операцій технологічного процесу розбирання; оформлення конструкторської й технологічної документації.

Опис технічної характеристики складальної одиниці. Вказують найменування складальної одиниці, кінематичні або експлуатаційні параметри (частота обертання, потужність й ін.). Далі в короткій формі характеризують будову і роботу складальної одиниці, з'єднання деталей.

Використовуючи складальне креслення й каталог деталей, уточнюють назви й число деталей, що входять у складальну одиницю об'єкта. У результаті вивчення складального креслення й технічних умов на розбирання (складання) об'єкта, виявляють розбиральні (складальні) групи, підгрупи й обґрунтовують вибір базисної деталі (групи, підгрупи).

Групою називають частину виробу, що складається із двох і більше деталей, які можна розібрати (скласти) і перевірити окремо, незалежно



від загального розбирання (складання) об'єкта. Група характеризується закінченістю розбирання (складання) об'єкта на одному робочому місці й виключається (включається) із загального розбирання (загального складання) об'єкта.

Підгрупа - це частина групи.

Складання технологічної схеми розбирання. Складальну одиницю розбирають (складають) у певній технологічній послідовності. При описі такої послідовності для наочного зображення процесу розробляють технологічну схему розбирання. Схема - це один з основних документів, що фіксують технологічний процес. Крім того, вона необхідна для наукової організації розбиральних (складальних) робіт. Аналізуючи схему, оцінюють технологічність конструкції виробу, виявляють можливі конструктивні недоробки виробу.

Технологічна схема - вихідний документ для складання операційної карти на розбирання. Технологічна схема - це умовне зображення послідовності виключення (включення) окремих деталей груп до підгруп з розбирання із вказівкою контрольних і додаткових операцій, виконуваних при розбиранні.

Розрізняють розгорнуту й укрупнену технологічні схеми. Схема називається розгорнутою, якщо всі елементи об'єкта розчленовані, представлені умовно у вигляді окремих деталей, показані всі контрольні операції й зроблені додаткові пояснення. Розгорнуті технологічні схеми подають для нескладних об'єктів або груп. Схема називається укрупненою, якщо всі або частина груп об'єкта не розчленовані на підгрупи або окремі деталі. Укрупнені технологічні схеми доцільно будувати для складних машин й агрегатів із вказівкою контрольних операцій, виконуваних при загальному розбиранні (складанні) об'єктів.

Елементи об'єкта позначають на технологічній схемі прямокутником, розділеним на три або чотири частини. Умовні позначення деталей, розбиральних (складальних) груп і підгруп, контрольних операцій на технологічній схемі розбирання (складання) показані на рис. 1.

Деталь зображають у вигляді прямокутника, розділеного на чотири частини. У верхній частині прямокутника (розміри довільні) ліворуч указують найменування деталі, праворуч - номер позиції даної деталі на кресленні (ескізі); у нижній частині ліворуч позначають деталі за каталогом, праворуч - число цих деталей, що входять в об'єкт, або норма часу на виконання розбиральних (складальних) робіт.



Шестерня ведена	5
Д. 08009А	1

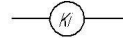
а)

Шестерня ведена в зборі	
ЗБ	1

в)

Насос масляний в зборі	
РБ	1

б)



г)

Болт	18	Шайба пружна	19
БОМ В	4	ШП - 8	1

д)

Шайба пружна	19
Болт	18
Набір ключів	108

е)

Рис. 1. Умовні позначення на технологічній схемі розбирання (складання) об'єкта: а - деталі; б - розбірної групи; в - збірної підгрупи; г - контрольної операції; д - одночасної зняття двох деталей при розбиранні; е - послідовної операції.

Групу або підгрупу представляють прямокутником, розділеним на три частини. У верхній частині дають назву складальної одиниці (групи або підгрупи), у нижній частині ліворуч - назва операції, у нижній частині праворуч - число складальних підгруп у групі або груп у виробі.

Контрольні операції на технологічній схемі умовно показують з літерою К та індексом І, що відповідає порядковому номеру операції.

На виносних лініях схем складання допускається розміщувати додаткові відомості, наприклад «Перед установкою нагріти в маслі до температури 85...90 °С».

Розгорнуту технологічну схему розбирання (складання) починають із умовного зображення (прямокутник) вузла або групи базисної деталі і напрямку розбирання ліворуч-праворуч. Умовні позначки деталей необхідно розташовувати серед засобів механізації, треба надавати перевагу пристосуванням з гідравлічним і пневматичним приводом. Пристосування, яке розробляється в конструкторській частині проекту, повинні бути включені в маршрутну карту.

Нормування розбиральних (складальних) робіт. Норму часу на розбиральні роботи встановлюють двома методами: фіксацією робочого



процесу розбирання і методом розрахунку норм часу за заздалегідь розробленими нормативними таблицями, де є розбивка на окремі елементарні проміжки, з яких складається процес.

При виконанні курсового проекту розрахунок часу на розбирання проводиться за нормативними таблицями [8, 9], які розраховані на виконання робіт при таких умовах: робітник забезпечений інструментом, пристроями, обладнанням, підйомно-транспортними засобами; забезпечені раціональна організація робочого місця, приймання виконаної роботи на робочому місці.

У таблицях нормативів на виконання прийомів зазначено штучно-калькуляційний час, в якому підготовчо-заклучний і додатковий час становить 20 % від оперативного часу.

Нормативи розраховані на виконання робіт при зручному положенні робітника, деталі при розбиранні доступні для виконання роботи, робочі рухи виконавця ні в чому не обмежені. При відхиленні від нормальних умов роботи треба враховувати поправочні коефіцієнти [8].

Таблиці нормативів часу на виконання прийомів робіт не враховують деяких факторів і перерв, що виникають у загальному комплексі розбирально-складальних робіт. До таких факторів належать: вивчення робітником завдання, уповільнення темпу в наслідок перерви між виконаннями суміжних прийомів та операцій; деякі підготовчі і регульовальні роботи при складанні, обсяг яких залежить від складності машини (агрегату, вузла), що ремонтують. Враховують вказані фактори й перерви множенням часу, розрахованого за таблицями, на поправочні коефіцієнти.

Користуючись таблицями нормативів і відповідними коефіцієнтами, розраховують норми часу на розбирання вузлів (агрегатів) в такій послідовності: операції розбирання вузлів поділяють на елементи; нормують прийоми за таблицями нормативів; визначають розрахунковий час на операцію, додаючи час на виконання прийомів.

При фіксуванні робочого процесу визначають оперативний час, тобто всі продуктивні витрати часу (розбирання, складання, слюсарні роботи, змашення деталей при розбиранні, регулювання, тощо).

Час на проведення однієї операції при розбиранні вузла визначають за формулою

$$T_p = T_T \cdot K_y \cdot n, \quad (2.1)$$



де T_T - табличний час прийому на проведення однієї операції, хв., табл. 27 [8]; K_y - коефіцієнт, який враховує відхилення від нормальних умов роботи, $K_y = 1,2 \dots 1,5$ [8, 9]; n - кількість деталей.

Під час виконання робіт із важким доступом до деталей застосовують коефіцієнт 1,5.

Норми часу на виконання всіх операцій з розбирання визначають за формулою

$$T = \sum T_p \cdot K_C, \quad (2.2)$$

де $\sum T_p$ - сума часу на виконання прийомів розбирання, хв.; K_C - коефіцієнт, який враховує втрати часу, що не передбачені таблицями нормативів розбирання. Приймається, як середній показник коефіцієнта K_y . Результати зводять у таблицю 1.

Таблиця 1

Штучно-калькуляційний час на розбирання вузла

№ п/п	Найменування	Позначення	Кількість	Штучно- калькуляційний час на одну одиницю, хв.	Поправочний коефіцієнт K_y

При написанні даної частини можна використовувати дані з [4, 5, 8, 9, 17].

На схемах розбирання показують лише контрольні операції, передбачені технічними умовами й інструкціями.

Вибір засобів технологічного оснащення. Устаткування, пристосування, інструмент потрібно підбирати відповідно до характеру виконуваних операцій, передбачаючи механізацію й автоматизацію виробничих процесів, щоб зменшити частку ручної праці, підвищити якість робіт, знизити трудомісткість і собівартість випуску продукції.

Розряд і норми на розбиральні роботи установлюють аналогічно, як і для випадку відновлення деталі.

Загальний вигляд вузла та схема розбирання представлені на рис. 2 (додаток 3).

Вибираючи технологічне забезпечення треба керуватися наступними міркуваннями:

- вибраний інструмент, прилад повинен забезпечити виконання всіх



вимог креслення і технічних умов на розбирання вузла;

- вибираючи пристрої для встановлення і кріплення деталей, треба використовувати існуючі пристрої. Якщо при розбиранні неможливо виконувати операції існуючими пристроями, то передбачають спеціальні;
- при монтажних, правильних роботах застосовують преси;
- вибираючи різальні інструменти, треба насамперед використовувати стандартний інструмент.

3. Розробка технологічного процесу відновлення деталі

Вибір варіанта ескізу деталі здійснюється виходячи з креслення вузла, вибором однієї із деталей для відновлення (рис. 3 додаток 4). При написанні даної частини можна використовувати дані з [6, 8, 9, 15-16, 19-28, 30, 31].

3.1. Технічні умови на відновлення деталі

Характеризують деталь, вказують її найменування та ескіз, застосування, матеріал, вид термообробки, твердість, масу.

3.2. Вибір технології відновлення деталі (ескіз)

Керуючись кресленням і всіма технічними умовами, намічають поопераційний технологічний процес і визначають послідовність виконання операцій, переходів і установок.

Порядок операцій назначається з конструктивно-технологічних особливостей і умов роботи деталі, вибраної заготовки для виготовлення; технологічного способу відновлення; баз; заключної (фінішної) операції; виробничих можливостей і форми організації ремонтного підприємства.

Конструктивно-технологічні особливості деталі визначаються геометричною формою і розмірами, матеріалом і видом термообробки, поверхневою твердістю, характером навантаження.

Відновлення деталі зводиться, як правило, до нанесення матеріалу, який компенсує знос поверхні, і наступної обробки для отримання початкової форми, розмірів, шорсткості. При виборі способу відновлення деталі можна керуватися їх техніко-економічною характеристикою (додаток 2).

Товщина компенсуючого шару повинна бути оптимальною з врахуванням припуску на механічну обробку. При наплавленні і нарощуванні шару металу задану твердість отримують в основному правильним підбиранням нанесеного матеріалу.



При цьому дотримуються наступних принципів.

Першими передбачають операції, при яких знімають найбільші шари металу (чорнова обробка) і максимально зменшуються внутрішні залишкові напруження, які виникають при наплавленні, ковальській обробці і т.д. Це виключає або зменшує можливе жолоблення деталі при наступній обробці. На початку обробки деталі виконують операції, при яких можливе отримання підвищеного браку через дефекти металу (тріщини, раковини).

В кінці обробки планують чистові операції (шліфування, полірування, притирка і т.п.). Цим виключається пошкодження поверхонь, оброблених начисто, зміни їх розмірів і т.д.

Не рекомендується суміщати чорнові і чистові операції.

Рекомендується передбачати в першу чергу обробку тих поверхонь, зняття металу яких не зменшує жорсткість деталі. Цим виключається можливість прогину і вібрації деталі при наступних обробках.

Механічну і термічну обробку виконують в такій послідовності: чорнова механічна; термічна і правка; чистова (шліфувальна) після термічної обробки і правки.

Контрольні операції передбачають після попередньої обробки, між операціями, перед трудомісткими і відповідальними операціями і після них.

3.3. Вибір засобів технологічного забезпечення

Вибір обладнання, пристосувань, пристроїв, ріжучого і вимірювального інструменту ведуть на основі попередньо вибраного технологічного маршруту, габаритних розмірів та конфігурації деталі.

Вибираючи технологічне забезпечення треба керуватися наступними міркуваннями.

Вибраний верстат повинен забезпечити виконання всіх вимог креслення і технічних умов на обробку деталі для даної операції відносно точності розмірів, форми і якості поверхні. Розміри верстата повинні відповідати розмірам тих деталей, які на ньому оброблятимуть.

Вибираючи пристрої для встановлення і кріплення деталей, необхідно, по можливості, використовувати існуючі пристрої. Якщо деталь неможливо закріпити на верстаті, використовують допоміжні пристрої до нього (трьохкулачкові патрони, центри, люнети, машинні тиски, ділильні головки і т.п.).

Електрозварювальні агрегати вибирають залежно від способу зварювання (наплавлення) і необхідної вольт-амперної характеристики



для здійснення процесу.

Нагрівальні печі вибирають із врахуванням розмірів деталей, виду термічної обробки, необхідної температури печі.

При монтажних, правильних роботах застосовують преси.

Вибираючи різальні інструменти, треба насамперед використовувати стандартний і нормальний інструменти. Необхідно також врахувати якість оброблюваного матеріалу, режими обробки, габаритні розміри деталі, необхідну шорсткість поверхні.

Вимірювальний інструмент вибирають залежно від виду вимірювальної поверхні і точності контрольованого розміру. Слід прагнути максимально застосовувати такі вимірювальні засоби, як граничні калібри, індикаторні прилади і контрольовані вимірювальний інструмент.

3.4. Розрахунки режимів виконання операцій

Режими обробки розраховують окремо для кожної операції і переходу. Використовуючи нормативні дані для технологічних операцій визначають необхідні режими (швидкість наплавлення, крок наплавлення, швидкість подачі електродного дроту, силу зварювального струму, глибина різання, подача інструменту, частота обертання шпинделя верстату і т.п.) з врахуванням матеріалу деталі, габаритних розмірів, необхідної якості отриманої поверхні та конструктивних особливостей деталі. Отримані значення коректуються за паспортними даними обладнання для здійснення операцій технологічного процесу.

3.4.1. Токарні операції

При обточуванні зовнішніх циліндричних поверхонь глибину різання вибирають залежно від величини припуску і ступеня чистоти обробки. Припуск на обробку вигідніше знімати за один прохід, але якість обробленої поверхні отримується низькою. Глибина різання при чистовому проході приймається в межах від 0,5 до 2 мм.

Припуск на обробку h при поздовжньому зовнішньому точінні визначають за формулою

$$h = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

де D - діаметр заготовки (кінцевий діаметр розточеного отвору), мм; d - діаметр деталі (початковий діаметр розточуваного отвору), мм.

Кількість проходів i , необхідних для зняття припуску

$$i = \frac{h}{t}, \quad (3.2)$$



де t - глибина різання, мм.

Подачу вибирають від прийнятої глибини різання, діаметру оброблюваної деталі, враховуючи при цьому ступінь чистоти обробки. подачі при чорновому поздовжньому точінні (мм/об) вибирають в таблиці 8 [1].

При обробці перервних поверхонь і роботі з ударними навантаженнями табличні значення необхідно множити на коефіцієнт $K = 0,75 - 0,85$. Подачі при чистовому поздовжньому точінні (мм/об) наведено в табл. 9 [1].

Швидкість різання вибирають залежно від глибини різання і подачі за таблицями. Швидкість різання (без охолодження) при обточуванні конструкційної сталі з межею міцності $\sigma_g = 65$ МПа наведено в табл. 10, 11 [1]. Вибрані за вказаними таблицями швидкості повинні бути відкоректовані, якщо умови обробки відрізняються. коректування полягає у множенні табличної швидкості на поправочні коефіцієнти для змінених умов різання залежно від марки оброблюваного матеріалу, характеру заготовки і стану її поверхні, марки ріжучої частини різця і застосування охолодження. Значення поправочних коефіцієнтів наведено в табл. 12-16 [1].

Розточування - більш складна операція, ніж зовнішнє точіння. При розточуванні розмір поперечного перерізу різця повинний бути значно меншим діаметру отвору, а виліт різця - більшим глибини розточуваного отвору. Тому при розточуванні отворів значної глибини можливий згин різця, а при високих швидкостях різання - сильні вібрації. Це вимагає застосування менших величин подач. Швидкість різання встановлюють на 10-20 % меншу, ніж при зовнішньому поздовжньому точінні. Глибину різання при чорновому розточуванні вибирають не більше 5 мм, при чистовому до 1 мм.

Припуск на обробку h визначають за формулою 1, кількість проходів i за формулою (3.2). подачу при розточуванні вибирають з табл. 17 [1]. Більші значення подач рекомендується застосовувати при обробці менш міцних матеріалів, а також при більш жорсткій системі верстат - інструмент - деталь. Подачі при розточуванні (мм/об) - табл. 17 [1].

Швидкості різання - табл. 18-19 [1]. Вибрані значення швидкості різання коректуються до умов обробки.

Підрізають торці і уступи на токарних верстатах зазвичай підрізними різцями. Припуск на обробку h_1 при поперечному точінні визна-



чають за формулою

$$h_1 = L - l, \text{ мм} \quad (3.3)$$

де L - довжина деталі до підрізки, мм; l - довжина деталі після підрізки, мм.

Подачі при торцевому обточуванні (підрізці) вибирають за діаметром оброблюваної деталі і характеру обробки (табл. 20 [1]).

Швидкість різання вибирають за табл. 21-22 [1], яка при необхідності повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти в залежності від змінених умов.

Для відрізки деталей застосовуються відрізни різці. Залежно від діаметру оброблюваних деталей рекомендується застосовувати різці з наступною шириною ріжучої частини: для деталей діаметром не більше 20 мм ширина ріжучої частини різця 3 мм; не більше 40 мм в межах 3-4 мм; не більше 60 мм - 4-5 мм; не більше 100 мм - 5-6 мм; не більше 150 мм - 6-8 мм; 200 мм і більше - 10-12 мм.

За глибину різання при проточуванні канавок і відрізуванні приймають ширину різця.

Подачі вибирають за табл. 23 [1] за діаметром деталі і оброблюваним матеріалом з врахуванням ширини різця, а швидкість різання - табл. 24-25 [1], яка коректується до умов обробки.

Свердління і розсвердлювання на токарних верстатах в більшості випадків - це підготовка отворів для наступної їх обробки розточуванням або розвертанням.

Подачі при свердлінні отворів вибирають за діаметром свердла і оброблюваним матеріалом за табл. 27 [1], а при розсвердлюванні - за діаметром свердла, діаметром попередньо просвердленого отвору та оброблюваного матеріалу за табл. 28 [1]. Подачі при свердлінні - табл. 27 [1].

Швидкість різання вибирають від прийнятої подачі і діаметру свердла з табл. 29-30 [1]. Табличні значення швидкості різання розраховані на нормальну форму заточування свердла. У випадку роботи свердлом із подвійним заточуванням швидкість різання необхідно збільшувати на 10 %, а при розсвердлюванні - на 15 %. Вибрані значення при змінених умовах обробки повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти, які наведено в табл. 12-16 [1]. При свердлінні отворів, довжина яких перевищує три діаметри свердла, вводиться поправочний коефіцієнт - табл. 61 [1].



При нарізанні різьби на токарно-гвинторізних верстатах застосовують різьбові різці, мітчики і плашки.

Основні елементи режиму при нарізанні різьби - швидкість і кількість проходів. Подачу вибирають за кроком різьби (табл. 31-32 [1]). Кількість проходів, вказаних в таблицях, дано для умов нарізання кріпильної метричної різьби за III класом точності. При нарізанні різьби кріпильної за II класом точності, крім вказаних в таблиці кількості проходів, необхідно виконати 3-4 зачисних ходів.

Швидкість різання вибирають залежно від кроку, виду різьби, оброблюваного матеріалу і матеріалу ріжучої частини різця - табл. 33-34 [1].

При нарізанні різьби круглими плашками швидкість і кількість обертів вибирають за діаметром і кроком різьби (табл. 35 [1]).

При нарізанні різьби мітчиками швидкість і кількість обертів вибирають за діаметром і кроком різьби (табл. 36 [1]). Нарізають різьбу одним машинним мітчиком, в окремих випадках двома мітчиками. Для зовнішньої різьб використовують одну плашку.

Встановлену швидкість різання необхідно перевірити на її відповідність обертам шпинделя токарного верстата, на якому оброблюється деталь.

Кількість обертів n визначають після того, як виконають коректування швидкості різання на змінені умови обробки

$$n = \frac{318 \cdot v}{d}, \text{ об/хв} \quad (3.4)$$

де v - розрахункова швидкість різання, м/хв; d - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Потім за табл. 37 [1] перевіряють кількість обертів на їх відповідність паспортним даним верстата. Невідповідність може бути двох видів: розрахункові оберти не виходить за межі обертів шпинделя верстата, але і не співпадають з паспортною; розрахункові оберти перевищують максимальні, допустимі для роботи на верстаті.

В першому випадку приймають паспортні оберти, близькі з розрахунковими, а швидкість різання перераховують за формулою

$$v = \frac{n \cdot d}{318}, \text{ м/хв} \quad (3.5)$$

Потім змінюють прийняту раніше глибину різання або подачу. В другому випадку приймають максимальні оберти, швидкість різання



перераховують за формулою (3.5) і відповідно змінюють глибину різання або подачу.

При незначній різниці між розрахунковим і паспортними обертами (в межах $\pm 10\%$) зміна початкових значень глибини різання і подачі не потрібна.

3.4.2. Свердлильні операції

Основні елементи режиму при свердлінні - глибина, подача і швидкість. Глибиною різання t_{ce} при свердлінні в суцільному матеріалі рахується половина діаметру свердла D_{ce} :

$$t_{ce} = \frac{D_{ce}}{2}, \text{ мм} \quad (3.6)$$

При розсвердлюванні глибину різання t_p визначають за формулою

$$t_p = \frac{D_{ce} - d_{oms}}{2}, \text{ мм} \quad (3.7)$$

де d_{oms} - діаметр отвору, який розсвердлюється, мм.

Рекомендовані технологічні допустимі величини подач наведено для свердління - табл. 27 [1], для розсвердлювання - табл. 28 [1], для зенкування - табл. 57 [1], для розвертання - табл. 58 [1].

Швидкості різання при свердлінні в суцільному матеріалі визначають за діаметром свердла і прийнятої подачі (табл. 29 [1]), швидкості різання при розсвердлюванні - за глибиною різання свердла, діаметру розсвердлюваного отвору і прийнятої подачі (табл. 30 [1]).

Швидкість різання при зенкуванні визначають за діаметром зенкера і подачі (табл. 59 [1]), при розвертанні - за діаметром розверстки і прийнятій подачі (табл. 60 [1]).

У вказаних таблицях показані і значення кількості обертів інструменту, що відповідають вибраним швидкостям різання. Швидкості різання у вказаних таблицях 29, 30, 59, 60 [1] необхідно множити на поправочні коефіцієнти залежно до умов обробки (табл. 12-16 [1]).

Розраховують кількість обертів для випадків свердління і розсвердлювання за формулою (3.4). Перевіряють вибрані і розраховані оберти на відповідність паспортним даним верстата (табл. 62-63 [1]).

3.4.3. Фрезерні операції

Глибину різання вибирають залежно від припуску на обробку і необхідної чистоти поверхні. При чорновому фрезеруванні весь припуск рекомендується знімати за один прохід (глибина різання становить 3-8



мм), якщо це допускає потужність верстат. При чистовому фрезеруванні глибина різання в межах 0,5-1,5 мм.

При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб фрези S_z в мм/зуб, подачу на один оберт фрези $S_{об}$ в мм/об, і хвилинну подачу S_m в мм/хв.

$$S_{об} = S_z \cdot z, \quad S_m = S_{об} \cdot n \quad (3.8)$$

де z – кількість зубів фрези; n – кількість обертів фрези за хвилину.

Фрезерують площини зазвичай циліндричними і торцевими фрезами.

Подачу на оберт фрези при обробці фрезами вибирають залежно від виду обробки, прийнятої глибини різання, діаметру і кількості зубів фрези (при обробці циліндричними фрезами - табл. 68 [1], при обробці торцевими фрезами - табл. 69 [1]).

Швидкості різання при обробці фрезами вибирають залежно від прийнятої глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (при обробці циліндричними фрезами - табл. 70 [1], при обробці торцевими фрезами – табл. 71 [1]). У вказаних таблицях наведено і значення обертів, які повинні бути відкоректовані, якщо умови обробки відрізняються від умов, передбачених таблицями. коректування полягає у множенні табличної швидкості і кількості обертів на відповідні коефіцієнти. Значення їх вказано в таблицях 12-15 [1].

Прямокутні пази фрезерують дисковими або кінцевими фрезами. Ширину фрезерування встановлюють відповідно до умов на обробку (ширина фрези рівна ширині пазу). Глибину різання визначають, враховуючи припуск на обробку.

Подачу на оберт фрези при фрезеруванні пазів вибирають в залежності від виду обробки, прийнятої глибини різання, діаметру і кількості зубів фрези (при обробці дисковими фрезами - табл. 72 [1], при обробці кінцевими фрезами - табл. 73 [1]).

Швидкості різання при фрезеруванні пазів вибирають залежно від прийнятої глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (при обробці дисковими фрезами - табл. 74 [1], при обробці кінцевими фрезами - табл. 75 [1]).

У вказаних таблицях наведено і значення обертів, які повинні бути відкоректовані, якщо умови обробки відрізняються від умов, передбачених таблицями. коректування полягає у множенні табличної швидкості і кількості обертів на відповідні коефіцієнти. Значення їх вказано



в таблицях 12-15 [1].

Для відрізних робіт застосовують тонкі дискові фрези. Глибину різання приймають в межах від 6 до 30 мм. Подачу призначають залежно від глибини різання, оброблюваного матеріалу, а також діаметра, кількості зубів і ширини фрези (табл. 76 [1]).

Швидкість різання і кількість обертів визначають залежно від глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (табл. 77 [1]). При змінених умовах обробки значення швидкості різання і кількості обертів повинні бути перераховані.

3.4.4. Стругальні операції

На стругальних верстатах можна оброблювати різні пази і шпонкові канавки, а також відрізати заготовки. В таких випадках ширину різця приймають рівним ширині пазу. Якщо точність підвищується до 0,01 мм, спочатку виконують чорнове строгання різцем чорновим, ширина ріжучої кромки якого на 0,3-0,5 мм менша, ніж ширина паза, а потім різцем по розміру паза.

При обробці пазів і відрізуванні подачі вибирають залежно від оброблюваного матеріалу і ширини різця (табл. 49 [1]), а швидкість різання з табл. 50 [1]. Вибрані з таблиці швидкості різання повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти в залежності від зміни умов обробки.

Після остаточного встановлення швидкості різання визначають кількість подвійних ходів верстата n_n за хвилину

$$n_n = 570 \frac{v}{L}, \quad (3.9)$$

де v - швидкість різання, м/хв.; 570 - відношення швидкості робочого ходу до швидкості холостого ходу; L - довжина ходу різця (стола), мм.

Для визначення довжини ходу різця (стола) необхідно враховувати величину врізання і перебігу в напрямку різання (табл. 51 [1]).

Розрахункова кількість подвійних ходів повинна бути звірена з паспортними даними верстата (табл. 52 [1]). Якщо вибране значення кількості подвійних ходів за межами паспортних даних, приймають граничні значення і якщо необхідно, змінюють глибину різання і подачу.

3.4.5. Шліфувальні операції

Шліфування - основний метод чистової обробки металів.

Визначення режиму різання при зовнішньому круглому шліфуван-



ні починається з визначення припуску на обробку (формула (3.1)).

При чистовому шліфуванні припуск на обробку розподіляють наступним чином: 60-80 % на попереднє (чорнове) і 20 (40 %) на остаточне (чистове) шліфування.

Величину поперечного переміщення шліфувального круга в кінці кожного ходу називають глибиною шліфування або поперечною подачею. Глибина шліфування або товщина шару, що знімається за один прохід шліфувального круга при круглому шліфуванні в межах від 0,005 до 0,08 мм.

Поздовжньою подачею при круглому шліфуванні називають шлях, пройдений деталлю за час одного оберту.

Для чорнової обробки поперечну подачу визначають за табл. 84 [1], поздовжню подачу - табл. 85 [1]. Для чистової обробки - табл. 86 [1].

За прийнятою поперечною подачею визначають кількість проходів за формулою (3.2), де t поперечна подача (глибина шліфування). Поздовжня подача в таблицях дана в долях ширини шліфувального круга, оскільки в кожному конкретному випадку можна застосовувати різні круги. Тому перераховують її за формулою

$$S_{np} = B_k \cdot \beta, \text{ мм/об} \quad (3.10)$$

де B_k - ширина шліфувального круга, мм; β - поздовжня подача в долях ширини круга.

Швидкість різання при шліфуванні - це швидкість обертання деталі. При призначенні швидкості обертання деталі повинні бути враховані її механічні властивості і необхідна чистота обробки. Значення колових швидкостей при шліфуванні загартованих і незагартованих сталей наведено відповідно в табл. 87-88 [1].

Кількість обертів деталі визначають за формулою (3.4) і перевіряють їх на відповідність паспортним даним верстата (табл. 89).

3.5. Розрахунки технічних норм часу

Нормований час - це час корисної роботи, який пов'язаний з виконанням виробничого завдання. Він класифікується на основний, допоміжний, додатковий і підготовчо-заклучний час.

Технічна норма часу, яка затрачається на ремонт або виготовлення деталей складається з окремих елементів затрат часу:

$$T_n = T_o + T_{дон} + T_{доо} + \frac{T_{n3}}{n_{ум}}, \text{ хв.} \quad (3.11)$$



де T_o - основний час, хв; $T_{доп}$ - допоміжний час, хв; $T_{дод}$ - додатковий час, хв; $T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, хв; $n_{шт}$ - кількість деталей в партії.

Основним або технологічним називають час, протягом якого:

- змінюють форму, розміри, зовнішній вигляд або внутрішніх властивостей деталі в результаті будь-якого виду обробки.
- змінюють взаємне розміщення вузлів і деталей при виконанні розбирально-складальних робіт;
- перевіряють і випробовують зібрані вузли і агрегати.

Наприклад, при електрозварюванні основним є час плавлення електрода, при ковальських роботах - час, протягом якого відбувається деформація деталі під впливом молота, при фарбуванні - час нанесення шару фарби і т.д.

За способом виконання основний час може бути ручним, машинним або машинно-ручним.

Ручний час - час виконання технологічного процесу робочим без участі механізму або верстата (наприклад, слюсарні, слюсарно-складальні).

Машинний час затрачають на виконання технологічного процесу за допомогою обладнання без безпосередньої участі робітника (наприклад, вібродугове наплавлення з механічною подачею).

Машинно-ручний час - час виконання технологічного процесу за допомогою обладнання при безпосередній участі робітника (наприклад, розточування з ручною подачею, газозварювальні роботи).

Допоміжним називають час, який затрачається на різні допоміжні дії, що забезпечують виконання основної роботи. Він включає: встановлення, вивірка, кріплення і зняття оброблюваної деталі; налагодження обладнання на визначені технологічні режими; зміна інструменту; очищення шва від шлаку (при зварюванні) та ін.

Додатковий час складається з організаційно-технічного обслуговування робочого місця, часу перерв на відпочинок і природні потреби.

Час організаційно-технічного обслуговування включає: розкладання і збирання інструменту; заміна затупленого інструменту; регулювання обладнання в процесі роботи; встановлення огороження при зварюванні; встановлення і заміна балонів для газового зварювання; передавання обладнання зміннику.

Час перерв на відпочинок включається тільки для фізично важких або шкідливих роботах (зварювання, ковальські, слюсарні, слюсарно-



складальні, полімерні роботи).

Підготовчо-заклучним називають час, який затрачається робітником на підготовку до визначеної роботи і виконання дій, пов'язаних з її закінченням. Він включає наступні роботи: отримання завдання, наряду, інструменту; ознайомлення з роботою, кресленнями (зразком), технологічним процесом; інструктаж, отримання пристроїв, матеріалу; підготовка робочого місця; налагодження (переналагодження) обладнання, інструменту і пристроїв для виконання поставленої роботи; здавання готових деталей (виробів); здавання інструменту і прибирання робочого місця. Підготовчо-заклучний час включають у норму часу на всю партію деталей. Тому, для визначення норми часу на одну деталь його включають після ділення на кількість деталей в партії.

Сума основного T_o і допоміжного часу $T_{дон}$ складає оперативний час $T_{он}$:

$$T_{он} = T_o + T_{дон}, \text{ хв} \quad (3.12)$$

Додатковий час $T_{доод}$ розраховують пропорційно затратам оперативного $T_{он}$:

$$T_{доод} = \frac{T_{он} \cdot K}{100}, \text{ хв} \quad (3.13)$$

де K - відсоткове відношення додаткового часу до оперативного.

Сума основного T_o , допоміжного $T_{дон}$ і додаткового $T_{доод}$ часу складає штучний час $T_{ш}$:

$$T_{ш} = T_o + T_{дон} + T_{доод}, \text{ хв}. \quad (3.14)$$

3.5.1. Нормування робіт на металорізальних верстатах

Механічна обробка металів включає різноманітні роботи. Це токарні, стругальні, свердлильні, фрезерні і шліфувальні роботи.

Основний час при токарній обробці визначають за формулою

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв}. \quad (3.15)$$

де L - розрахункова довжина поверхні, яку обробляють, з врахуванням врізання і перебігу, мм; i - кількість проходів; n - кількість обертів шпинделя (деталі) за хвилину; S - подача, мм/хв.

Розрахункову довжину оброблюваної поверхні L визначають за формулою

$$L = l + y, \text{ мм} \quad (3.16)$$

де l - довжина оброблюваної поверхні деталі, мм; y - величина врізан-



ня і перебігу.

Величина врізання і перебігу при токарній обробці - табл. 38 [1], при нарізанні різьби - табл. 39 [1], при свердлінні і розсвердлюванні - табл. 64 [1].

Основний час при нарізанні різьби мітчиками або плашками розраховують за формулою

$$T_o = \frac{1,8 \cdot L}{n \cdot S}, \text{ хв.} \quad (3.17)$$

де 1,8 - коефіцієнт, який враховує різницю швидкостей прямого і зворотного ходу ріжучого інструменту.

При проточці фасок і галтелей роботу виконують з ручною перемінною подачею і без зміни кількості обертів попереднього або наступного переходу. В зв'язку з цим режими різання при цих видах обробки не регламентують і в нормативах на них показують основний час (табл. 41 [1]).

Після розрахунку основного часу за всіма переходами приступають до розрахунку допоміжного (табл. 43, 44 [1]), додаткового і підготовчо-заключного часу (табл. 45 [1]).

Додатковий час визначають за формулою (3.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного (K) вибирають з табл. 7 [1].

Основний час при виконанні стругальних робіт розраховують за формулою

$$T_o = \frac{B}{n \cdot S}, \text{ хв.} \quad (3.18)$$

де B - сумарна ширина оброблюваної поверхні, мм; n - кількість подвійних ходів повзуна або столу за хвилину; S - подача інструменту, мм/подвійний хід.

Сумарна ширина B оброблюваної поверхні

$$B = i \cdot (H + y), \text{ мм} \quad (3.19)$$

де i - кількість проходів; H - ширина оброблюваної поверхні в напрямку подачі, мм y - бічне врізання і схід різця (табл. 53 [1]).

Норму часу розраховують за формулою (3.1), а основний (машинний) час – за формулою (3.18). Затрати допоміжного часу на встановлення і зняття деталей наведено в табл. 54 [1]. Допоміжний час, пов'язаний з проходом, показано в табл. 55 [1].

Додатковий час визначають за формулою (3.13), відсоткове відно-



шення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [1]. Підготовчо-заключний час показано в табл. 56 [1].

Після встановлення режиму різання при виконанні свердлильних орбіт розраховують основний (машинний) час за формулою (3.15).

Величину врізання і виходу інструменту робіт визначають в залежності від характеру робіт і діаметру інструменту (табл. 64 [1]).

Допоміжний час на встановлення і зняття деталей визначають за табл. 65 [1], пов'язаний з проходом - табл. 66 [1].

Додатковий час визначають за формулою (3.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [1]. Підготовчо-заключний час показано в табл. 67 [1].

Основний час при виконанні фрезерних робіт розраховують за формулою

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{об}}, \text{ хв.} \quad (3.20)$$

де L - довжина поверхні, яку фрезерують, з врахуванням врізання і перебігу, мм; i - кількість проходів; n - кількість обертів деталі за хвилину; $S_{об}$ - подача на один оберт фрези, мм/хв.

Довжину фрезерування визначають за формулою

$$L = l + y_1 + y_2, \quad (3.21)$$

де l - довжина фрезерування, мм; y_1 - величина перебігу фрези, мм; y_2 - величина врізання (в залежності від діаметру фрези), мм.

Значення величин врізання і перебігу циліндричними і дисковими фрезами наведено в табл. 79 [1], торцевими і кінцевими - табл. 80 [1].

Після розрахунку основного часу за всіма переходами приступають до розрахунку допоміжного (табл. 81, 82 [1]), додатковий час визначають за формулою (3.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного (K) вибирають з табл. 7 [1], підготовчо-заключного часу - табл. 83 [1].

Основний час при виконанні шліфувальних робіт розраховують за формулою

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} K_s, \text{ хв.} \quad (3.22)$$

де L - довжина оброблювальної поверхні з врахуванням врізання і перебігу шліфувального круга, мм; i - кількість проходів; n - кількість обертів за хвилину; S_n - поздовжня подача, мм/об; K_s - коефіцієнт за-



чисних ходів (приймають в межах 1,2-1,7 в залежності від вимог до чистоти обробки; більше значення – для більш високого класу чистоти).

Довжину оброблювальної поверхні розраховують за формулою 16, величину врізання і перебігу вибирають з даних на стор. 122 [1].

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі - табл. 90 [1], допоміжний час, пов'язаний з проходом - табл. 91 [1].

Додатковий час визначають за формулою (3.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [1]. Підготовчо-заключний час визначають з в табл. 92 [1].

3.5.2. Нормування зварювальних робіт

При ремонті і відновленні деталей машин широко застосовують електродугове (ручне зварювання і відродугове наплавлення, зварювання в середовищі захисного газу) та газове (ацетиленокисневим полум'ям) зварювання.

3.5.2.1. Ручне електродугове зварювання

Норму часу T_n розраховують за формулою

$$T_n = T_o + T_{одд} + T_{он} \cdot K_{одд} + T_{он} \cdot K_{нз}, \text{ хв.} \quad (3.23)$$

де $K_{нз}$ - відсоткове відношення підготовчо-заключного часу до оперативного.

Основний час T_o

$$T_o = \frac{60 \cdot G}{v_n} \cdot A \cdot m, \text{ хв.} \quad (3.24)$$

де G - маса наплавленого металу, необхідного для утворення шва, г; v_n - швидкість наплавлення; A - коефіцієнт, який враховує довжину шва (стор. 128 [1]); m - коефіцієнт, який враховує положення шва у просторі (стор. 128 [1]).

Маса наплавленого металу G

$$G = L \cdot F \cdot \gamma, \text{ г} \quad (3.25)$$

де L - довжина шва, см; F - площа поперечного перерізу шва, см²; γ - густина металу електрода, г/см³ (стор. 126 [1]).

Площа поперечного перерізу наплавленого металу для різних видів швів визначають діленням його на прості геометричні фігури і сумуванням їх площ. Для зручності розрахунків наведено значення площ для основних типів зварних з'єднань в табл. 93 [1].

Швидкість наплавлення v_n



$$v_n = \alpha \cdot I \quad (3.26)$$

де α - коефіцієнт наплавлення, г/А·год; I - сила струму, А.

При зварювальних роботах велике значення має правильно встановлений режим зварювання. Він залежить від багатьох факторів: тип і діаметр електрода (табл. 95 [1]), величина зварювального струму (табл. 94 [1]).

Допоміжний час складається з часу: пов'язаного із зварювальним швом (табл. 96 [1]); пов'язаного із виробом (табл. 97 [1]); пов'язаного із переміщенням зварювальника і протягування проводів (табл. 98 [1]).

Додатковий час встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного в залежності від положення зварювальника під час роботи (стор. 130 [1]).

Підготовчо-заклучний час при виконанні ручних зварювальних робіт в умовах ремонтних підприємств встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного залежно від складності роботи (проста - 2 %, середня - 4 %, складна - 5 %).

3.5.2.2. Вібродугове наплавлення

Наплавляють деталі дротом діаметром від 0,5 до 3 мм або стрічкою товщиною 0,5 мм і шириною 10-25 мм. Режим наплавлення вибирають за табл. 107 [1]

Норму часу T_n розраховують за формулою (3.11).

Основний час T_o

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.} \quad (3.27)$$

де L - довжина поверхні, яка наплавляється мм; i - кількість проходів; n - кількість обертів деталі, об/хв; S - поздовжня подача мундштука, або крок наплавлення, мм/об.

Допоміжний час складається з часу встановлення і зняття деталі (табл. 108 [1]), що пов'язаний з наплавленням (включення генератора, підвід мундштука, включення вібратора, пуск верстата, включення поздовжньої подачі супорта і всі наступні дії до вимкнення установки після закінчення наплавлення), який приймають рівним 0,9 хв. на один прохід.

Додатковий час у відсотковому відношенні до оперативного часу ($K_{доо} = 15 \%$) визначають за формулою (3.13).

Підготовчо-заклучний час при вібродуговому наплавленні встановлюють залежно від характеру і організації виробництва і складності



застосованого обладнання (стор. 141 [1]).

3.5.2.3. Газове зварювання

Норму часу T_n розраховують за формулою

$$T_n = T_o + T_{доод} + T_{оп} \cdot K_{доод} + T_{оп} \cdot K_{нз}, \text{ хв.} \quad (3.28)$$

Основний час T_o

$$T_o = \frac{60 \cdot G}{\beta} \cdot A \cdot m, \text{ хв.} \quad (3.29)$$

де β - витрата ацетилену, л/год; A - коефіцієнт, який враховує довжину шва (стор. 147 [1]); m - коефіцієнт, який враховує положення шва у просторі (стор. 147 [1]).

Допоміжний час складається з часу:

- встановлення, повертання і зняття деталі (табл. 97 [1]);
- пов'язаного з газовим зварювання: огляд і промірювання шва, очищення кромки після зварювання (табл. 114 [1]);
- пов'язаного із переміщенням зварювальника і протягування проводів (табл. 98 [1]).

Додатковий час встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного в залежності від положення зварювальника під час роботи (зручне – 8 %, незручне – 10 %, напружене – 13 %), а також умов виконання зварювання (з підігрівом деталі та без такого). У випадку підігріву деталі коефіцієнт збільшують на 4 %.

Підготовчо-заклучний час при виконанні газозварювальних робіт аналогічний роботам ручного дугового електрозварювання, який встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного в залежності від складності роботи (проста – 2 %, середня – 4 %, складна – 5 %).

3.5.2.4. Нормування слюсарних робіт

Слюсарні роботи, які виконуються на ремонтних підприємствах, поділяються на такі види: розмічування, рубання зубилом, різання ножівкою, обпилювання, розвертання отворів, нарізування різьби, паювання.

В норму часу на виконання слюсарних робіт включають основний, допоміжний, додатковий і підготовчо-заклучний час

$$T_n = T_o + T_{дооп} + T_{доод} + \frac{T_{нз}}{n_{ум}}, \text{ хв.} \quad (3.30)$$

Проте внаслідок складності таких розрахунків цей метод застосовується не дуже широко. Норми часу на виконання слюсарних робіт



визначають за завчасно розробленими таблицями нормативів часу. Якщо при визначенні норми часу були використані таблиці оперативного часу, то його розраховують за формулою

$$T_n = 1,08 \cdot T_{on} + \frac{T_{nз}}{n_{шт}}, \text{ хв.} \quad (3.31)$$

При використанні таблиць неповного штучного часу норма часу визначається

$$T_n = T_{ни} + T_{дон} + \frac{T_{nз}}{n_{шт}}, \text{ хв.} \quad (3.32)$$

При використанні таблиць штучного часу за формулою

$$T_n = T_{ш} + \frac{T_{nз}}{n_{шт}}, \text{ хв.} \quad (3.33)$$

де $T_{ни}$ - неповний штучний час, хв; $T_{ни}$ - штучний час, хв.

Допоміжний час затрачається на встановлення (зняття) деталі в лещата, на верстак, стэнд, верстат, час на налагодження обладнання, заміри і транспортування деталі в межах робочого місця.

Додатковий час затрачається на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок, природні потреби і виробничу гімнастику. Його приймають в розмірі 8 % оперативного і розраховують за формулою (3.13).

Підготовчо-заклучний час - отримання завдання, наряду, інструменту, ознайомлення з роботою. Цей час приймають залежно від ступеня складності виконання роботи (табл. 207 [1]).

4. Проектування ремонтного пристрою

Завдання на конструкторську розробку конструкції ремонтного пристрою видає викладач. Студент може запроєктувати існуючий пристрій для робіт з проведення розбирання вузлів або робіт по ремонту арматури теплоенергетичного обладнання, покращення показників роботи і підвищення продуктивності праці.

При написанні даної частини можна використовувати [2, 8, 12].

4.1 Аналіз і обґрунтування конструкції пристрою

Проводять аналіз науково-технічної літератури і джерел патентної інформації. На основі аналізу даної інформації наводять класифікаційну схему пристроїв, розкриваючи їх переваги та недоліки; обґрун-



товують їх конструктивне виконання; місце використання (спеціалізоване ремонтне підприємство, цех, відділення); сферу застосування в ремонтному виробництві (розбирально-складальні, мийні, обкатувальні, верстатні, фарбувальні, роботи технологічні процеси, тощо); перелік деталей, для яких вони застосовуються та додаткові можливості (уніфікація).

4.2. Призначення і порядок роботи пристрою

Вказують призначення запроєктованого пристрою, наводять технічну характеристику (габаритні розміри, маса, створюване зусилля, тиск, потужність, напруга, сила струму, і т.д.), пояснюють будову і принцип дії з посиланнями на конструктивні схеми виконання і креслення.

4.3 Конструкторський розрахунок

Залежно від конструкції пристрою можна виконати наступні розрахунки: кінематичний, гідравлічний, пневматичний, комбінований, силовий, а також розмірного ланцюга, який визначає сумарну точність конструкції.

4.4. Розрахунок основних елементів пристрою

Визначають основні розміри окремих елементів пристроїв, вибирають матеріал для їх виготовлення та необхідну термообробку.

Для деталей, розміри яких визначаються умовами міцності, використовують переважно якісну або загартовану сталь а також чавун підвищеної міцності. Деталі, розміри яких обумовлені жорсткістю, виконують з матеріалів з високим модулем пружності. Деталі, які піддаються великим контактним напруженням і зносам, виготовлюють з загартованої до високої твердості сталі; а ті, що піддаються середнім і низьким напруженням – з покращеної сталі, чавуну, неметалевих матеріалів. Деталі, які працюють при високих температурах, виготовлюють з жароміцних і жаростійких сплавів. Складні за формою деталі, наприклад корпусні з великою кількістю стінок і приливів, виконують з ливарних матеріалів (чавун, бронза та ін.).

Розраховують на міцність найнавантаженіші частини пристрою (вали, шестерні, осі, і т.п.) та їх з'єднання (різьбове, зварне, шліцьове, муфтове, шпонкове і т.п.). Розрахунки ілюструють схемами (схема діючих сил, епюри згінних і крутних моментів і т.п.). Слід пам'ятати, що при розробці пристрою необхідно використовувати стандартні, нормалізовані і уніфіковані конструктивні елементи (шпонки, болти, гайки, прокатний профіль і т.п.).



4.5. Приклади типових розрахунків

4.5.1. Розрахунок зусиль при виконанні пресових операцій

У з'єднаннях деталей часто застосовують посадки з натягом (підшипники кочення, шестерні, втулки й т. далі).

Найбільше зусилля, P_3 , необхідне для запресування вала в отвір, визначають за формулою

$$P_3 = f \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot \rho, \text{ Н} \quad (4.1)$$

де f - коефіцієнт тертя ковзання, залежить від матеріалу деталей; d - номінальний діаметр отвору, мм; l - довжина отвору; ρ - питомий тиск на поверхні контакту, МПа.

Зусилля розпресування трохи більше, ніж зусилля запресування. Це пояснюється тим, що під час роботи машин у їхніх нерухомих з'єднаннях відбуваються процеси (окислювання металу, старіння масла й т.д.), які значно утрудняють наступне їхнє роз'єднання. Експериментальними дослідженнями встановлено, що зусилля розпресування більше зусилля запресування на 25...30 %, тобто $P_p = (1,25...1,3) \cdot Q$.

4.5.2. Розрахунки при проектуванні гвинтового знімача

Тягове зусилля, T , що може створити гвинтовий знімач, визначають за формулою

$$T = F \cdot l / r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta), \text{ Н} \quad (4.2)$$

де F - зусилля робітника на рукоятці знімача, Н; l - плече, на якому діє сила F , м; r_{cp} - середній радіус різьблення силового гвинта, м, α - кут підйому гвинтової лінії або нарізки при середньому діаметрі гвинта, град, β - кут тертя.

4.5.3. Розрахунки при проектуванні гідравлічного знімача

При проектуванні перевагу необхідно віддавати гідравлічним або пневматичним знімачам. Гідравлічні знімачі створюють більші тягові зусилля й зручні в роботі.

Зусилля T , що розвивається силовим циліндром, знаходять за наступними формулами:

- при подачі робочої рідини в підпоршневий простір

$$T_1 = \pi \cdot D^2 \cdot P / 4, \text{ Н} \quad (4.3)$$

де P - тиск робочої рідини, МПа;

- при подачі робочої рідини у надпоршневий простір (у порожнину з боку штока)

$$T_2 = \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot P / 4, \text{ Н} \quad (4.4)$$



Привіряючи значення найбільшого тягового зусилля T , що розвиває силовий циліндр, і зусилля P розпресування, визначають геометричні розміри циліндра й штока (D і d).

У гідравлічних знімачах тиск робочої рідини, що подається в силовий циліндр, створює, як правило масляний насос типу НШ, що приводиться в дію електродвигуном. Для вибору електродвигуна підраховують споживану потужність, кВт

$$N_n = Q_n \cdot P / 612 \cdot \eta \quad (4.5)$$

де Q_n - подача насоса, л/хв; η - ККД насоса, (приймають рівним 0,6).

Подачу насоса орієнтовно можна знайти за формулою

$$Q_n = q \cdot n \cdot \eta_o / 1000 \quad (4.6)$$

де q - подача за один оберт вала, хв⁻¹, n - частота обертання вала насоса, хв⁻¹ (приймають рівною частоті обертання вала електродвигуна), η_o - об'ємний ККД насоса (приймають 0,9... 0,95)

Значення q і P зазначені в технічній характеристиці обраного насоса. Розрахувавши споживану потужність, підбирають за каталогом марку електродвигуна.

III. ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

Аркуш. 1. Технологічна схема розбирання вузла (приклад, рис. 2, додаток 3)

Розробляють схему проведення технологічних операцій з розбирання вузла, з указуванням норми часу на проведення робіт та інструмент.

Лист розбивається на дві частини, з яких на одній представлений загальний вигляд вузла, на другій схема технологічного процесу розбирання.

Аркуш 2. Технологічна карта на відновлення деталі (рис. 3, додаток 4).

Після проведення аналізу креслення, технічної характеристики деталі, раціонального способу відновлення (виготовлення) описують технологічний процес (технологію) у такій послідовності:

- 1) складають план послідовності (чергування) операцій з розчленуванням їх на переходи і проходи і визначають операційні припуски;
- 2) вибирають тип і модель обладнання, на якому виконуватимуть



операції;

3) визначають конструкцію пристроїв, робочого, вимірювального і допоміжного інструменту;

4) вписують розраховані режими обробки (різання, наплавлення тощо);

5) вписують розраховані технічні норми часу на виконання операцій;

6) визначають розряд роботи кожної операції.

На кресленні деталі вказуються всі геометричні розміри, достатню кількість розрізів, перерізів і проєкцій, граничні відхилення форми і розміщення поверхонь, а також необхідну шорсткість. Граничні відхилення розмірів вказують умовним, числовим або комбінованим позначенням полів допусків і посадок.

Для чіткого і точного уявлення про план і способи обробки технологічний процес ілюструють графічно у вигляді ескізів технологічних операцій для кожного переходу або позиції із схематичним зображенням способу кріплення деталі на верстаті, положення деталі, пристрою, інструментів, місць обробки, а також результатів обробки (розмірів, класів чистоти обробки поверхонь) (див. додаток 2).

Для кожної технологічної операції записується відповідне технологічне обладнання, пристосування, пристрої, ріжучий і вимірювальний інструмент, норми часу і розряд роботи.

Аркуш 3. Загальний вигляд ремонтного пристрою (ескіз пристрою задається керівником курсового проєкту), (рис. 4, додаток 4).

Пристроями в ремонтному виробництві називають допоміжне обладнання, яке використовується для виконання технологічних операцій відновлення, обробки, збирання і контролю.

При проєктуванні необхідно прагнути, щоб привід пристрою був не ручним, а пневматичним (гідравлічним) або комбінованим. Пристрій повинен бути швидкодіючим, надійним, зручним в експлуатації, безпечним в роботі, простим у виготовленні.

Креслення загального вигляду визначає конструкцію пристрою, взаємодію його основних частин і пояснює принцип роботи. Його виконують у відповідності з ГОСТ 2.118-73, ГОСТ 2.120-73. Вони повинні містити зображення пристрою з їх видами, розрізами і перерізами, а також текстову частину і написи, необхідні для розуміння конструктивної будови всіх частин виробу, взаємодії складових частин і принципу роботи.



Кількість виглядів повинно бути мінімальною, але достатньою, щоб отримати чітке уявлення про зовнішні контури пристрою, положення його виступаючих частин (маховиків, кнопок і т.п.), про елементи, які повинні бути постійно в полі зору, про розміщення елементів зв'язку пристрою з іншими пристроями.

Габаритні розміри на пристрої зображують так, щоб було видно крайні положення перехрещуваних, висувних або відкидних частин, важелів, кареток, кришок і т.п.

На загальному вигляді пристрою можна не показувати:

- а) фаски, заокруглення, проточки, виступи та інші дрібні елементи;
- б) зазори між стержнем і отвором;
- в) кришки, щити, кожухи, якщо необхідно показати закриті або складові частини пристрою;
- г) написи на табличках, шкалах та інших подібних деталях, а також інші маркувальні і технічні дані та написи, зображуючи тільки контур таблички, планки і т.п.

Складові частини вказують у вигляді позицій. Для цього на кресленні від складових частин проводять лінії – виноски, на полицях яких вказують номер позиції.

Номери позицій наносять поза контуром зображення паралельно основному напису і групують у рядок або строку на одній лінії та у зростаючому порядку (за можливістю). Номери позицій, як правило, слід вказувати на кресленні тільки один раз.

Для пояснення будови і принципу роботи пристрою можна навести принципову схему (електричну, гідравлічну, кінематичну, енергетичну, та ін.). Схему виконують без дотримання масштабу, а також без суворого дотримання дійсного розміщення складових частин пристрою. Допускається переносити елементи вгору або вниз від їх дійсного положення, повертати елементи в положення, найбільш зручне для зображення.

Загальний вигляд пристрою повинен містити паспорт і технічні вимоги. Написи необхідно робити короткими. Якщо вони містять декілька різних вказівок, то кожна з них формулюється окремо зі своїм порядковим номером.



ЛІТЕРАТУРА

ОСНОВНА

1. Водолазов Н.К. Курсовое и дипломное проектирование по механизации сельского хозяйства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335с.
2. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
3. Мірошник В. О., Фабровський Є. М. Ремонт меліоративних і будівельних машин: Практикум: Навч. Посібник (за ред. В. О. Мірошника) – К.: Вища школа., 1995 – 207 с. з іл..
- 4 Гуревич Д.Ф., Шпаков О.Н. Справочник конструктора трубопроводной арматуры.– Л.: Машиностроение,1987.–518с.
5. Ланцбург Я.Б. Техника безопасности в промышленном строительстве и при монтаже оборудования.– М.: Стройиздат,1968.– 240с.
6. Зеленков Г.И., Колясинский Б.С. Проектирование предприятий по ремонту дорожно-строительных машин. – М.: Высшая школа, 1971. – 240 с.
7. Иофинов С.А., Лышко Г.П., Хабатов Р.Т. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП. – М.: Агропромиздат, 1989. – 191 с.
8. Левитский И.С. Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
9. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос. 1979. – 288 с.
10. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
11. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники: Справочник /С.С. Черепанов, А.А. Афанасьев, И.И. Молчанов и др. – М.: Колос, 1981 – 256 с.
12. Оборудование и оснастка для ремонтных мастерских колхозов и совхозов: Справочник. – М.: Колос, 1975. – 384с.
13. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
14. Калашников А.Г., Лауш П.В., Некрасов С.С. Ремонт машин. – К.: Вища школа, 1983. – 360 с.
15. Справочник инструментальщика./ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
16. Ровках С.Е., Кисилев М.М., Ровках А.С. Техническое обслужи-



вание и ремонт строительной техники. – М.: Стройиздат, 1986. – 284 с.

17. Кижнер А.Х. Ремонт трубопроводной арматуры электростанций. – М.: Высшая школа, 1986.

ДОПОМІЖНА

18. Справочник технолога авторемонтного производства / Под ред. А.Г. Мальшева. – М.: Транспорт, 1977. – 431 с.

19. Справочник инструментальщика./ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.

20. Усачев П. А. Справочник фрезеровщика. – К.: Техника, 1988. – 136 с.

21. Справочник токаря-универсала / Д.Г. Белецкий, В.Г. Моисеев, М.Г. Шеметов, И.В. Гайгал – М.: Из-во «Машиностроение», 1986. – 560 с.

22. Справочные таблицы по деталям машин: В 2-х т. / В.З. Васильев, А.А. Кохтев, В.С. Цацкин, К.А. Шапошников. – М.: Из-во «Машиностроение», 1965.

23. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Из-во «Машиностроение», 1985.

24. Биховський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.

25. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.

26. Г.М. Ицкович, В.А. Киселев, С.А. Чернавский и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Из-во «Машиностроение», 1970. – 534 с.

27. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: «Высш. школа», 1975. – 552 с.

28. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.

29. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.

30. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наук. думка, 1988 – 734 с.

31. Машиностроительное черчение / Под ред. Г.П. Вяткина. – М.: Из-во «Машиностроение», 1977 – 304 с.



Додатки

Додаток 1

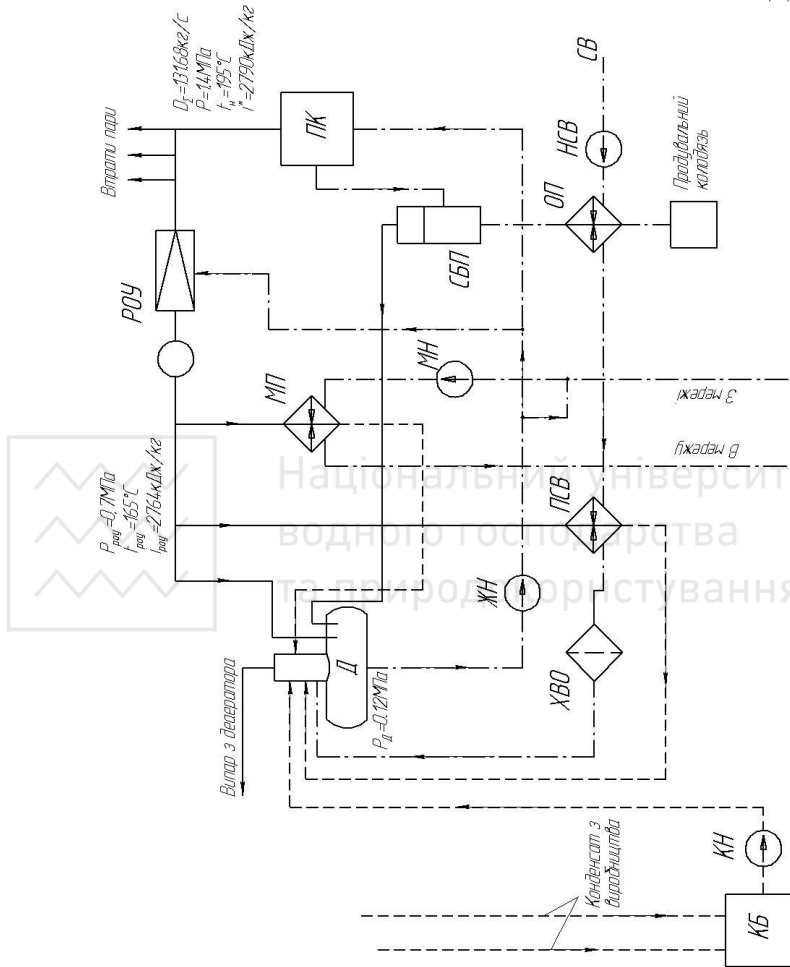


Рис. 1. Загальна теплова схема котельні:

ПК - паровий котел; РОУ - редукційно-охолоджувальна установка; Д - деаератор; КБ - конденсатний бак; КН - конденсатний насос; ХВО - обладнання хімводоочистки; ПСВ - підігрівач сирій води; ОП - охолоджувач продувальної води; НСВ - насос сирій води; СВ - сира вода; СБП - сепаратор безперервної продувки; МП - мережевий підігрівач; МН - мережевий насос; ЖН - живильний насос; ВК - впускний клапан.



Характеристика способів відновлення деталей

Оціночний показник	Ручне зварювання			Механізоване наплавлення			Електричні покриття		Пластичне деформування	Обробка під ремонтний розмір
	електродугу- ве	газове	аргоннодугу- ве	в середовищі CO ₂	під шаром флюсу	вібродугове	хромування	осталювання		
Коефіцієнт зносу	0,70	0,70	0,70	0,72	0,91	1,0	1,67	0,91	1,0	0,95
Коефіцієнт витривалості	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,97	0,82	0,90	0,90
Коефіцієнт зчеплення	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,62	1,0	1,0
Коефіцієнт довговічності	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	1,72	0,58	0,9	0,86
Розрахункова товщина покриття	5	3	4	2-3	3-4	2-3	0,3	0,5	2	0,2
Витрата матеріалів, кг/м ²	48	38	36	30	38	31	21,2	23,3	3,5	2,5
Енергоємність відновлення кВт/м ²	580	80	520	256	286	234	324	121	126	97
Продуктивність процесу, м ² /год	0,016	0,014	0,018	0,036	0,033	0,031	0,018	0,054	0,028	0,06

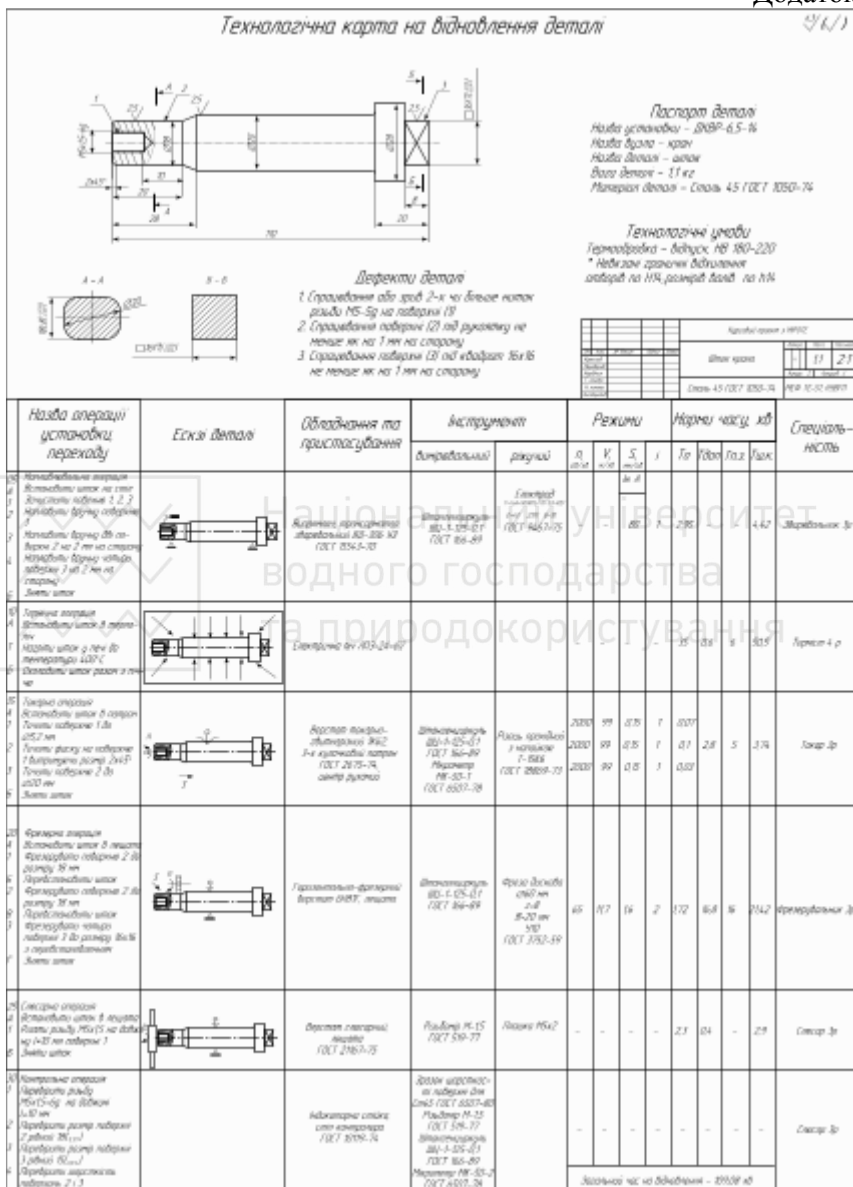


Рис. 3. Технологічна карта на відновлення деталі



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

