

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання розрахунково-графічної роботи
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
за освітньо-професійною програмою
«Технології машинобудування, комп'ютерні системи проектування»
всіх форм навчання

Затверджено на засіданні
кафедри технологій
машинобудування і
деревообробки
протокол №11 від 18.10.2023 р.

ЧЕРНІГІВ 2023

Технологічні основи машинобудування. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування, комп'ютерні системи проектування» всіх форм навчання. – 2-ге видання, перероб. і доповн. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 48 с.

Укладач: САПОН СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за видання: ЄРОШЕНКО Андрій Михайлович, завідувач кафедри технологій машинобудування і деревообробки, кандидат технічних наук, доцент.

Рецензент: МУЗИЧКА ДІАНА ГЕННАДІЇВНА, кандидат технічних наук, доцент кафедри машинобудівних технологій та інженерії Дніпровського державного технічного університету

© Сапон С.П.

© НУ «Чернігівська політехніка»

Зміст

1	Загальні методичні рекомендації.....	4
1.1	Мета і задачі розрахунково-графічної роботи.....	4
1.2	Вихідні дані та завдання розрахунково-графічної роботи.....	5
1.3	Зміст і строки виконання розрахунково-графічної роботи.....	5
1.4	Вимоги до обсягу та оформлення РГР.....	6
1.4.1	Титульний аркуш РГР.....	6
1.4.2	Вимоги до оформлення текстової частини РГР.....	6
1.4.3	Вимоги до оформлення графічних елементів.....	7
1.4.4	Вимоги до оформлення формул.....	8
1.4.5	Вимоги до оформлення таблиць.....	9
1.4.6	Складання переліку посилань.....	10
1.5	Критерії оцінювання знань при виконанні РГР.....	11
2	Методичні вказівки до виконання розділів розрахунково-графічної роботи.....	13
2.1	Завдання.....	13
2.2	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	13
2.3	Вибір вихідної заготовки та призначення припусків.....	19
2.4	Вибір методів та кількості переходів обробки.....	23
2.5	Вибір обладнання, різального, допоміжного та вимірювального інструменту.....	25
2.6	Схеми обробки поверхонь.....	27
	Перелік посилань.....	31
	Додаток А.....	33
	Додаток Б.....	38
	Додаток В.....	41
	Додаток Г.....	44
	Додаток Д.....	45
	Додаток Е.....	46
	Додаток Ж.....	47

1 Загальні методичні рекомендації

1.1 Мета і задачі розрахунково-графічної роботи

Дисципліна «Технологічні основи машинобудування» відноситься до групи обов'язкових циклу професійної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування, комп'ютерні системи проектування».

Метою дисципліни є отримання знань про основні положення технології машинобудування, основні способи обробки різанням поверхонь заготовок, технологічні можливості та галузі раціонального застосування обладнання, технологічного оснащення, різального інструменту, щоб у подальшому використовувати одержані знання для поліпшення діючих і розробки нових технологічних процесів виготовлення машин та промислового обладнання.

Успішне засвоєння навчальної програми за цією дисципліною створює міцне підґрунтя для вивчення інших профільних дисциплін на подальших стадіях навчання.

Одним із засобів досягнення цієї мети є виконання розрахунково-графічної роботи (РГР), яке дозволить:

- закріпити і поглибити базові знання з дисциплін «Технології сучасних конструкційних матеріалів і матеріалознавство», «Технологічні основи машинобудування», «Машинознавство», «Теорія різання і різальний інструмент» та ін.;
- набути і розвинути навички релевантного пошуку необхідної технічної інформації, її обробки та представлення;
- придбати початкові навички вибору та оформлення ескізу вихідної заготовки;
- придбати початкові навички вибору технологічних методів та послідовності механічної обробки різних типів поверхонь деталей;
- придбати навички вибору різального, вимірювального інструменту, обладнання та технологічного оснащення для обробки поверхонь деталей різного типу;
- розвинути вміння користуватися нормативними матеріалами, стандартами, довідковою літературою та іншими джерелами;
- відпрацювати навички оформлення текстових документів у відповідності до вимог стандарту ДСТУ 3008-2015 та загальних вимог.

Розрахунково-графічна робота є результатом самостійної роботи здобувачів вищої освіти (ЗВО), тому своєчасне і якісне її виконання залежить від особистої самодисципліни, організованості і регулярності роботи.

1.2 Вихідні дані та завдання розрахунково-графічної роботи

Вихідними даними для виконання розрахунково-графічної роботи служить кресленик деталі та тип виробництва.

Для заданої деталі з урахуванням типу виробництва необхідно:

- здійснити аналіз технологічності конструкції деталі;
- вибрати вихідну заготовку;
- для всіх оброблюваних поверхонь деталі, з врахуванням типу виробництва, потрібно виконати вибір методів обробки, обладнання, різального та вимірювального інструменту;
- для двох поверхонь (за вказівкою викладача) потрібно накреслити схеми обробки.

Тип виробництва визначається за прізвищем здобувача вищої освіти наступним чином:

- якщо в прізвищі кількість голосних перевищує кількість приголосних літер, то тип виробництва – **дрібносерійний**;
- якщо в прізвищі кількість приголосних перевищує кількість голосних літер, то тип виробництва – **великосерійний**;
- якщо в прізвищі кількість голосних та приголосних літер однакова, то тип виробництва – **середньосерійний**.

1.3 Зміст і строки виконання розрахунково-графічної роботи

В загальному випадку розрахунково-графічна робота повинна вміщувати наступні основні пункти:

1. Завдання.
2. Технологічний аналіз конструкції деталі.
3. Вибір вихідної заготовки.
4. Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь.
5. Вибір обладнання, різального, допоміжного і вимірювального інструменту.
6. Схеми обробки поверхонь.

Перелік використаної літератури

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

заголовки) роботи; перелік посилань; назви додатків і номери сторінок. Зміст за нумерацією ПЗ є другою сторінкою. Назви заголовків змісту повинні однозначно відповідати назвам заголовків ПЗ за текстом.

Заголовки розділів потрібно розміщувати симетрично тексту. Заголовки підрозділів пишуть з абзацу. Переносити слова в заголовках не допускається, крапку в кінці заголовка не ставлять. Кожний розділ потрібно розпочинати з нової сторінки.

При виконанні РГР обсяг пояснювальної записки визначається без врахування обсягу додатків. Сторінки нумерують арабськими цифрами у відповідній графі обмежувальної рамки.

Матеріал ПЗ потрібно викладати коротко в логічній послідовності. В тексті повинні бути пояснення, розрахунки, ескізи, рисунки. **Не допускається** переписування з книг та інших інформаційних ресурсів відомих положень та інформації без відповідних посилань на їх номер у переліку посилань вміщений у квадратних дужках. Наприклад:

В основу методу покладено створення пошукового поля можливих варіантів конструкції у вигляді морфологічної таблиці, яка вміщує можливі варіанти комбінацій конструктивних ознак. Методика виконання морфологічного аналізу детально висвітлена в численних наукових та навчальних виданнях [1, 3, 4, 6]

Розділи, підрозділи та пункти нумеруються арабськими цифрами, розділяються крапкою. Наприклад: “1.4” (четвертий підрозділ першого розділу), “1.2.3” (третій пункт другого підрозділу першого розділу). Підрозділи і пункти нумеруються в межах розділу.

1.4.3 Вимоги до оформлення графічних елементів

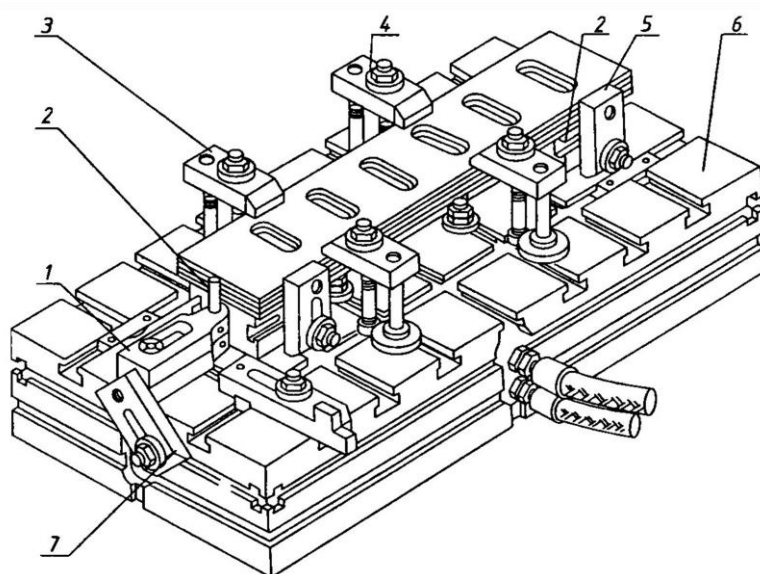
До графічних елементів відносять фотографії, рисунки, ескізи, схеми тощо, які розміщують в тексті РГР. Всі графічні елементи та ілюстрації повинні відповідати вимогам діючих стандартів, правилам нарисної геометрії та технічного креслення.

Формат графічних відображень повинен бути таким, щоб створювалось цілком повне враження і була вся необхідна інформація. Якість фотографічних зображень, кількість проекцій і перерізів на ескізах повинна бути такою, яка б давала повне і однозначне уявлення про зображену конструкцію. Не слід прагнути до надмірного збільшення або зменшення

Методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи зображень. Масштаб повинен бути таким, щоб неозброєним оком можна було розгледіти зображені конструктивні елементи.

Кожна ілюстрація в пояснювальній записці повинна мати номер і назву. Номер ілюстрації складається із номеру розділу і порядкового номеру ілюстрації в розділі, розділених крапкою. Наприклад: Рисунок 1.3 (третій рисунок першого розділу).

Номер рисунка розміщують під зображенням, за ним через тире вказується назва рисунка з великої літери. Наприклад: *Рисунок 2.6 – Схема затиску заготовки*. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифрування вказується перед назвою рисунка. Наприклад:



1 – опора з базовим пальцем, 2 – базуючі елементи, 3 – прихват, 4 – гайка,
5 – базуючі пальці, 6 – базова плита, 7 – планки
Рисунок 2.2 – Пристрій УЗП для обробки назів сепаратора

Якщо на оригіналі рисунку (фотографії) немає позначень елементів, але для розуміння зображеної конструкції вони потрібні, то позначення елементів потрібно зробити, використовуючи доступні програмні продукти та навички використання сучасних інформаційних технологій.

1.4.4 Вимоги до оформлення формул

Формули нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається із номера розділу і порядкового номера формули в розділі. Номер вказують на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Пояснення значень символів у формулах слід писати зразу під

формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом “де” без двокрапки. Наприклад:

Можливий кут повороту заготовки визначається, як:

$$tg\alpha = \frac{S_{1\max} + S_{2\max}}{2L} \quad (2.5)$$

де $S_{1\max}$ – максимальний зазор між циліндричним пальцем і заготовкою, мм;

$S_{2\max}$ – максимальний зазор між ромбічним пальцем і заготовкою, мм;

L – відстань між осями отворів, мм.

1.4.5 Вимоги до оформлення таблиць

Кожна таблиця повинна мати заголовок, який складається з номера і назви таблиці. Номер таблиці вказується над таблицею зліва і повинен складатися з номера розділу та порядкового номеру таблиці в межах розділу розділених крапкою. Наприклад: *Таблиця 2.1* (перша таблиця другого розділу). Після номера таблиці через тире з великої літери пишуть назву таблиці. Наприклад:

Таблиця 2.1 – Морфологічна таблиця конструктивних ознак пристрою

<i>№</i>	<i>Найменування ознаки</i>	<i>Варіанти ознаки</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>1</i>	<i>Спосіб затиску заготовки</i>	<i>Ручний</i>	<i>Пневматичний</i>	<i>Гідравлічний</i>
<i>2</i>	<i>Тип затискного механізму</i>	<i>Гвинтовий</i>	<i>Клиновий</i>	<i>Важільний</i>
<i>3</i>	<i>Спосіб базування заготовки</i>	<i>Нерухоме</i>	<i>Рухоме</i>	

Якщо таблиця переноситься на іншу сторінку її позначають так: *Продовження таблиці 2.1*. Наприклад:

Продовження таблиці 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>4</i>	<i>Матеріал затискача</i>	<i>Сталь</i>	<i>Поліуретан</i>	<i>Пластмаса</i>

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в такій формі, щоб її можна читати без повертання сторінки або з повертанням за годинниковою стрілкою. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово “Таблиця” пишуть повністю, наприклад: *в таблиці 2.4*. Вказане в повній мірі відноситься і до рисунків.

1.4.6 Складання переліку посилань

Список літературних джерел та інших інформаційних ресурсів, використаних під час виконання РГР оформляють з нової пронумерованої сторінки із заголовком «Перелік посилань».

Посилання на літературні джерела та інформаційні ресурси наводять в квадратних дужках, вказуючи порядковий номер за списком [1]. В списку кожне найменування літературного джерела записують мовою, якою воно видане, з абзацу і нумерують арабськими цифрами.

Перелік посилань слід формувати у порядку їх появи у тексті або за абеткою.

Бібліографічний опис інформаційних джерел складають відповідно до діючого стандарту з бібліотечної та видавничої справи: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги і правила складання».

Посилання на деякі літературні джерела рекомендовано оформлювати наступним чином:

Методичні вказівки:

Сапон С.П. Технологічні основи машинобудування. [Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування всіх форм навчання.] / С.П. Сапон. . – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2020. – 39с.

Інформаційні інтернет-ресурси

Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>

Книжки, навчальні посібники, підручники:

Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / [М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залого, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура.] – 3-е вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.

Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: навч. посібник для студ. вищих техн. навчальних закладів / С.Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія 2009. – 567 с.

Петров, О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник [Текст] / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.

Стандарти:

ДСТУ 3973-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення. – [Чинний від 2001-07-01.] – К.: Держстандарт України, 2001. – 18 с.

Стаття в періодичному виданні

Пуховський Є. Оптимізація режимів різання на верстатах гнучких виробничих систем. / Пуховський Є., Фролов В., Сапон С., Бецко Ю. // Технічні науки та технології. – 2022. – № 4(30). – с. 14-23.

Патенти:

Патент України на корисну модель 104015 UA, МПК F16C 32/06. Регульований радіальний сегментний гідростатичний підшипник / Сапон С.П., Цеков Б.В., Федориненко Д.Ю., Бойко С.В.; заявник і патентовласник Чернігівський національний технологічний університет. – № u 201506272; заявл. 25.06.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

1.5 Критерії оцінювання знань при виконанні РГР

РГР необхідно виконати в обсязі, вказаному в п.1.3 та відповідно до далі наведених рекомендацій щодо оформлення окремих розділів РГР.

За бажанням, здобувач вищої освіти може додатково представити РГР у вигляді мультимедійної презентації обсягом 7-15 слайдів, за яку також додатково нараховуються заохочувальні рейтингові бали з розрахунку: **1 бал за кожний якісно виконаний слайд**. Якісно виконаним вважається слайд без помилок, з чітким відображенням тексту та графічних об'єктів на відстані не менше 5 метрів.

При виконанні РГР заохочується креативність та новизна технічних рішень, запропонованих особисто студентом. Креативність та новизна конструкторських та технологічних рішень мають бути обґрунтовані з обов'язковим аналізом аналогічних за призначенням конструкцій, методик розрахунку, схем тощо та викладені окремим пунктом в тому розділі РГР, до якого дане рішення відноситься. Наповнення цього пункту передбачає збір, систематизацію та аналіз інформації на основі вивчення навчальної, науково-технічної літератури, фахових журналів та інших спеціальних періодичних видань, матеріалів тематичних виставок, патентів, інформаційних ресурсів мережі Internet тощо.

За кожне таке рішення **здобувач вищої освіти додатково отримує заохочувальні бали**. Бажану кількість заохочувальних балів визначає ЗВО, обгрутовуючи цінність, новизну та самостійність запропонованих технічних рішень. Категорично не рекомендується занижувати оцінку (знецінювати) креативність та прагнення ЗВО проявити свої здібності та бажання виконувати завдання нетрадиційно, з конструкторським або науково-дослідницьким ухилом.

З метою зниження негативного впливу критики на самооцінку, мотивацію ЗВО до навчання, самостійного пошуку та формулювання власних рішень та ідей, не заохочується виявлення керівником роботи помилок в розділах та графічній частині РГР. Керівник повинен вказати на наявність та характер помилок (редакційні, графічні, лінгвістичні, в розрахунках тощо) в певних розділах РГР, а виявлення та виправлення помилок повинен здійснювати виключно самостійно ЗВО. Якщо здобувач вищої освіти не може самостійно знайти і виправити помилки, він повинен звернутися за допомогою до викладача. Після виправлення помилок здобувач вищої освіти повторно подає РГР на перевірку викладачу. РГР, що містить помилки вважається не виконаною до тих пір, поки всі помилки не будуть виправлені.

2 Методичні вказівки до виконання розділів розрахунково-графічної роботи

2.1 Завдання

В цьому пункті вказуються всі завдання до виконання розрахунково-графічної роботи та наводиться ескіз деталі.

Приклад.

За креслеником деталі для умов середньосерійного (дрібносерійного, великосерійного) типу виробництва здійснити аналіз технологічності, обґрунтовано вибрати вихідну заготовку та призначити припуски на обробку. Для кожної з оброблюваних поверхонь вибрати метод та кількість переходів обробки, обладнання, різальний та вимірювальний інструмент. Для двох поверхонь (за вказівкою викладача) зобразити схеми обробки поверхонь.

Приклад оформлення індивідуального завдання до РГР наведено в додатку Д.

2.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Сукупність властивостей конструкції, яка визначає її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виготовленні, експлуатації та ремонті для конкретних умов виробництва називають *технологічністю конструкції*.

Технологічність конструкції суттєво впливає на строки і вартість підготовки виробництва, виготовлення, технічного обслуговування і ремонту виробів. Технологічність конструкції - поняття відносне і залежить від багатьох чинників. Одна і та ж конструкція деталі матиме різну технологічність при різних типах, організаційних формах виробництва, виробничих можливостях підприємства, технологічному обладнанні та оснащенні, методах обробки тощо.

Опрацювання конструкції на технологічність - комплекс заходів із забезпечення необхідного рівня технологічності конструкції виробу за встановленими показниками.

В залежності від використовуваних методів оцінки розрізняють кількісну і якісну оцінку технологічності.

Якісна оцінка технологічності заснована на інженерно-візуальних методах оцінки і виконується за окремими конструктивними та технологічними ознаками у вигляді формулювань типу: “технологічно - нетехнологічно”, “допустимо -недопустимо” і т.ін.

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

Кількісна оцінка технологічності здійснюється розрахунком відповідних показників технологічності [7]. Уніфікація конструктивних елементів деталі з метою скорочення номенклатури інструменту характеризується коефіцієнтом уніфікації конструктивних елементів деталі (КЕД), який визначається за формулою:

$$K_{ye} = \frac{n_{ye}}{n_e} \quad (2.1)$$

де n_{ye} і n_e – відповідно кількість уніфікованих конструктивних елементів деталі і загальна кількість елементів, шт.

Для полегшення аналізу технологічності та кращої інформативності розрахунки коефіцієнту уніфікації конструктивних елементів рекомендується представити у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності конструкції деталі «картер» по наявності уніфікованих конструктивних елементів

№ п/п	Найменування КЕД	Загальна кількість КЕД	Кількість стандартних (уніфікованих) КЕД	Коефіцієнт уніфікації (КЕД), K_{ye}
1	Розміри (діаметри) зовнішніх циліндричних поверхонь	5	0	0
2	Розміри (діаметри) внутрішніх циліндричних поверхонь	6	3	0,5
3	Розміри (ширина) зовнішніх канавок, проточок	2	0	0
4	Розміри (ширина) внутрішніх канавок, проточок	4	4	1,0
5	Плоскі поверхні	12	10*	0,83
6	Радіуси скруглень	19	19	1,0

...	Метрична різь зовнішня	3	3	1,0
....	Метрична різь внутрішня	3	0	0
	Всього	66	51	0,77

* - плоскі поверхні (вертикальні і горизонтальні) розташовані під прямим кутом

Можливість виключення спеціальних різальних інструментів оцінюється коефіцієнтом стандартизованості оброблюваних поверхонь:

$$K_{cm} = \frac{n_{cm}}{n_{mo}} \quad (2.2)$$

де n_{cm} і n_{mo} – відповідно кількість поверхонь деталі, що підлягають обробці стандартним інструментом, і всіх поверхонь, що підлягають механічній

обробці, шт.

Цей коефіцієнт можна точно визначити тільки після вибору методів обробки поверхонь і різального інструменту. Тому до визначення K_{cm} і висновку про технологічність деталі за даним показником необхідно повернутися після вибору різального інструменту для обробки поверхонь. Розрахунки коефіцієнту стандартизованості оброблюваних поверхонь потрібно представити аналогічно коефіцієнту уніфікації конструктивних елементів і навести у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Аналіз можливості обробки поверхонь деталі стандартним інструментом

№ п/п	Найменування оброблюваних КЕД	Загальна кількість КЕД	Кількість КЕД, оброблюваних стандартним інструментом	Коефіцієнт стандартизованості оброблюваних поверхонь, K_{cm}

Показники технологічності можуть використовуватись для укрупненого попереднього визначення вартості виготовлення деталі. Такими показниками є коефіцієнт точності обробки та коефіцієнт шорсткості поверхонь.

Коефіцієнт точності обробки характеризує середню точність розмірів оброблюваних поверхонь деталі і визначається за формулою:

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{K_c} \quad (2.3)$$

де K_c – середній квалітет точності обробки деталі, який визначається:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n K \cdot n_i}{n} \quad (2.4)$$

де K – квалітет точності розміру;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету точності;

n – загальна кількість розмірів.

При значеннях $K_{TO} \geq 0,9$ деталь вважається технологічною за цим показником.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} \quad (2.5)$$

де $Ш_{cp}$ – середній клас шорсткості поверхонь деталі, який визначається:

$$Ш_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n Ш \cdot n_i}{n} \quad (2.6)$$

де $Ш$ – параметр шорсткості поверхні;

n_i – кількість поверхонь з відповідним параметром шорсткості;

n – загальна кількість поверхонь.

При $K_{ш} < 0,32$ деталь вважається технологічною, оскільки потребує менш точних методів обробки поверхонь.

Аналіз технологічності конструкції деталі за коефіцієнтами точності обробки та шорсткості потрібно представити у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Аналіз технологічності конструкції деталі за коефіцієнтами точності обробки та шорсткості

Найменування та ознака (розмір, тип поверхні) КЕД	Квалітет точності					Шорсткість, Ra, мкм				
	IT7	IT8	IT12	IT14	0,63	1,25	12,5
Зовнішня циліндрична поверхня Ø80 _{-0,2} мм										
Торець, прилягаючий до отвору Ø25H7мм										
.....										
Середній квалітет точності обробки					$K_{с=}$	Середній клас шорсткості				$Ш_{CP} =$
Коефіцієнт точності обробки					$K_{ТО=}$	Коефіцієнт шорсткості поверхонь				$K_{ш=}$

Після визначення кожного з кількісних показників технологічності потрібно обов'язково зробити висновок щодо технологічності конструкції деталі за цим показником.

Здійснюючи якісний аналіз вимог технологічності деталі необхідно виявити за якими вимогами до конструкції задана деталь технологічна, а за якими - не технологічна. На нетехнологічних елементах конструкції деталі обов'язково необхідно зацентувати увагу описавши їх.

У випадку, якщо за певним пунктом неможливо зробити якісну оцінку технологічності деталі (наприклад не можна проаналізувати на технологічність вал за 3-ю вимогою з додаткових вимог до валів при відсутності на валу шпонкових пазів), то такий пункт вилучається з переліку вимог технологічності.

Приклад виконання якісної оцінки технологічності:

Деталь корпус технологічна за наступними вимогами:

- 1) наявні поверхні зручні для базування і закріплення при встановленні на верстатах на всіх операціях.*
- 2) існує можливість скорочення числа установів при обробці*
- 3)*

Корпус є нетехнологічним через:

- 1) наявність глухих різевих отворів (3 отвори М8-9Н);*
- 2) недостатню жорсткість, що не дозволяє збільшувати режими обробки та застосовувати високопродуктивні методи механічної обробки (наводиться опис елемента конструкції деталі, що знижує її жорсткість)*
- 3)*

Якісна оцінка технологічності деталі при механічній обробці характеризує технологічність конструкції узагальнено на основі досвіду виконавця і допускається на всіх стадіях проектування, як попередня. Спочатку виконується якісна оцінка технологічності за загальними вимогами до конструкції деталей, а потім за вимогами технологічності до конструкції типових деталей (додаток В).

При якісній оцінці технологічності за загальними вимогами до конструкції деталей визначають:

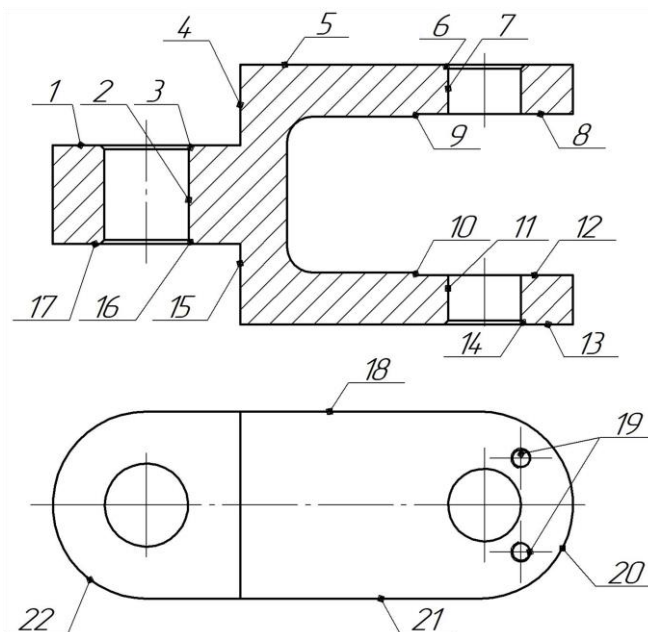
1. Тип деталі: корпус, вал, фланець, диск, циліндр, важіль, шарнір, зубчасте колесо тощо.
2. Наявність поверхонь, зручних для базування і закріплення при встановленні на верстатах на всіх операціях. Можливість скорочення числа установів при обробці.
3. Оброблюваність різанням матеріалу деталі, вид термообробки.
4. Доступність всіх поверхонь деталі для обробки на металорізальних верстатах та безпосереднього вимірювання (можливість вільного підведення та виводу інструменту).
5. Відсутність великої різностінності та незамкнених контурів, які викликають деформацію деталі при термообробці або закріпленні при обробці на верстаті.
6. Відсутність місць різких змін форми, гострих країв, буртиків, які є концентраторами напружень, доступність термічно оброблюваних поверхонь для обробки струмами високої частоти (СВЧ).

7. Жорсткість деталі, яка б дозволяла не зменшувати режимів обробки та застосування високопродуктивних способів механічної обробки.
8. Можливість одержання потрібної точності розмірів, величини шорсткості, точності форми і взаємного розташування поверхонь при обробці на металорізальних верстатах нормальної точності, без додаткової фінішної обробки.
9. Відсутність специфічних вимог до деталі (допуски по масі, неврівноваженості та ін.), що неприпустимо в умовах великосерійного та масового виробництва.
10. Можливість зменшення розмірів оброблюваних поверхонь з метою скорочення об'єму механічної обробки.
11. Наявність вільного підведення та виходу інструменту (для підвищення продуктивності і точності обробки).

В РГР виконання аналізу технологічності деталі необхідно виконати в наступній послідовності:

1) визначити до якого типу належить задана деталь (корпус, вал, фланець, диск, циліндр, важіль, шарнір, зубчасте колесо та ін.);

2) на окремому ескізі позначити цифрами поверхні деталі та визначити їх тип (площини, внутрішні та зовнішні циліндричні (конічні), різьові, та ін.);



1,4,5,8,9,10,12,13,15,17,18,21 – площини, 2,7,11 – внутрішні циліндричні,
3,6,14,16 – внутрішні конічні, 19 – внутрішні різьові, 20,22 – зовнішні циліндричні

Рисунок 2.1 – Ескіз вилки з позначенням поверхонь

- 3) виконати якісну оцінку технологічності деталі;
- 4) зробити загальний висновок щодо технологічності конструкції деталі та запропонувати, при необхідності, можливі шляхи підвищення технологічності. Якщо необхідно вносити зміни до конструкції деталі, то ці зміни слід ілюструвати у вигляді фрагментів деталі до і після внесення змін (рисунок 2.2).

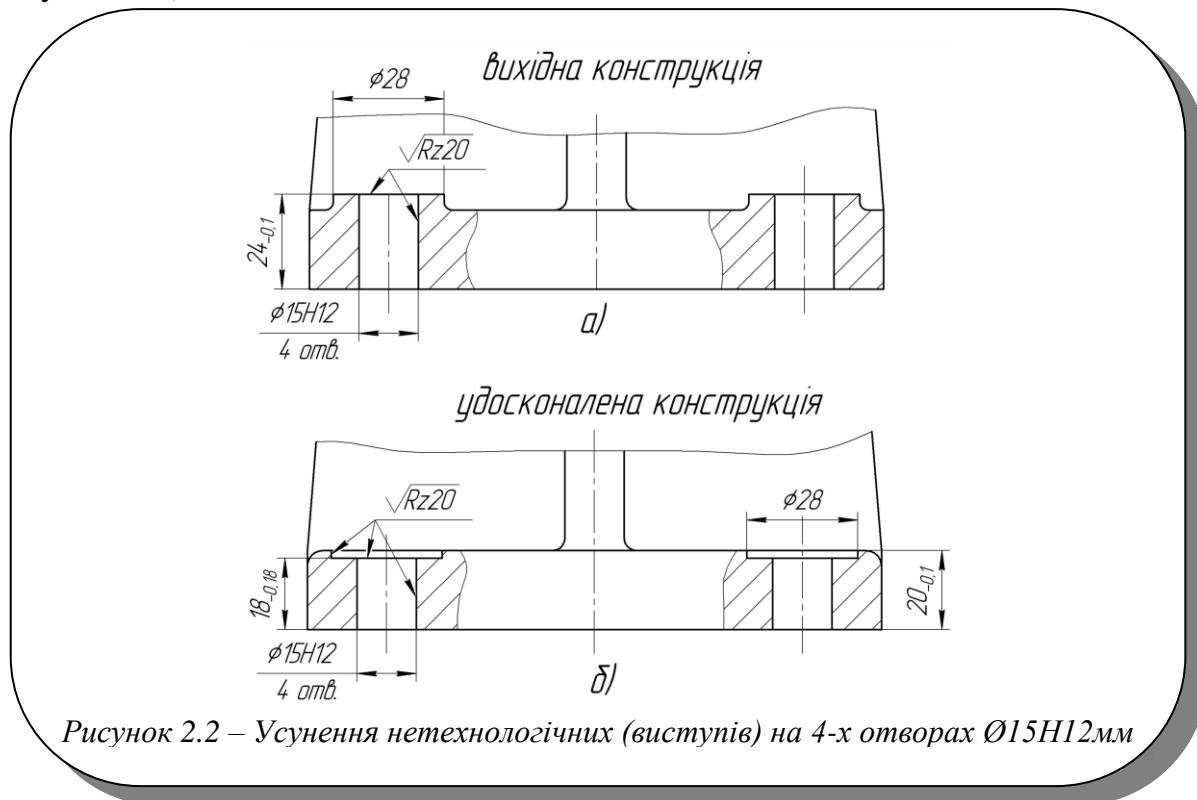


Рисунок 2.2 – Приклад усунення нетехнологічних елементів конструкції деталі

2.3 Вибір вихідної заготовки та призначення припусків

Вид вихідної заготовки та метод її отримання визначають її точність і обсяг механічної обробки. Слід максимально наближати форму і розміри вихідної заготовки до форми і розмірів готової деталі, тобто прагнути до найбільшого коефіцієнту використання матеріалу, що має значний вплив на собівартість виготовлення деталі в цілому.

Відповідно до типу виробництва, характеристик матеріалу (його ливарних та пластичних властивостей), з врахуванням конструктивних особливостей і розмірів деталі за посібниками [1, 2, 3] вибирають вид і метод отримання вихідної заготовки. Деякі керівні матеріали щодо вибору методу отримання вихідної заготовки наведено в додатку А.

В цьому розділі РГР необхідно дати коротку характеристику методу отримання вихідної заготовки та пояснити чому саме цей метод було обрано для виготовлення заготовки даної деталі. Пояснення підкріплювати чіткими аргументами наприклад:

...отримання заготовки обробкою тиском неможливе через те, що матеріалом є сірий чавун СЧ 12, а для цього матеріалу вихідною заготовкою може бути тільки виліток.

...величина партії заготовок 50 штук та конструктивні особливості деталі роблять необґрунтованим отримання заготовки будь-якими способами, які передбачають додаткове виготовлення заготівельного спорядження, тому вихідною заготовкою для даної деталі вибираємо прокат за ДСТУ.....

Досягнення потрібних форми, розмірів і якості поверхонь деталі можливе двома шляхами: методом отримання вихідної заготовки і послідовним зняттям припусків на обробку.

Припуск – це шар металу, який видаляється з поверхні заготовки з метою одержання відповідних до кресленника форми, розмірів і якості поверхні деталі.

Припуски повинні бути мінімально необхідні і призначають їх тільки на ті поверхні, якість, форма і точність розмірів яких не можуть бути досягнуті звичайним способом виготовлення заготовки, тобто ті які оброблюються. На необроблювані поверхні припуски не призначаються.

Розраховують припуски для визначення глибини різання, проміжних розмірів тощо. Розрізняють три методи визначення припусків:

- розрахунково-аналітичний (за допомогою формул);
- розрахунком технологічних розмірних ланцюгів;
- дослідно-статистичний (за довідковими таблицями).

При визначенні припусків в даній РГР використовується третій спосіб. Послідовність призначення припусків наступна:

- визначити всі поверхні, які підлягають механічній обробці;
- серед поверхонь, що підлягають механічній обробці визначити ті поверхні, які не будуть формоутворені в результаті виготовлення вихідної заготовки, наприклад дрібні отвори при литті в піщано-глиняні форми, і для цих поверхонь припуски призначати не потрібно;

- для решти поверхонь, що оброблюються призначаються загальні припуски на обробку.

Призначення припусків та допусків на оброблювані поверхні та оформлення ескіза литої заготовки здійснюють за методикою, наведеною в літературних джерелах [3, 9 та ін.] з використанням стандарту ДСТУ 8981:2020 [10]. Послідовність проектування литої заготовки з необхідними прикладами наведено в методичних рекомендаціях [9] та інших літературних джерелах [1, 2, 3].

Призначення припусків та допусків на розміри штампованої заготовки необхідно здійснювати за стандартом ГОСТ 7505-89 [11], в якому також приведена низка прикладів проектування штампованих заготовок різної конфігурації. Проектування кованих заготовок, отримуваних куванням на молотах, виконують за рекомендаціями посібників [3, 4] та методичних вказівок [12], де також приведено приклади проектування кованих заготовок.

Призначені припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі слід представити у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски на оброблювані поверхні деталі

№ поверхні (за рис.2.1)	Визначальний розмір, мм	Тип поверхні	Значення припуску, мм	Розмір заготовки з допуском

В цьому розділі РГР необхідно виконати ескіз вихідної заготовки з розрізами і перерізами на мінімально необхідній кількості проєкцій. Ескіз заготовки має бути оформлений відповідно до вимог, що висуваються до оформлення заготовки певного виду. На ескізах потрібно показати місце роз'єму штампу або ливарної форми. Обов'язково вказують розміри заготовки з допусками необхідні для виготовлення і контролю.

Для литих і кованих заготовок на ескізі потрібно показати тонкою суцільною лінією контур майбутньої деталі без нанесення розмірів, для штампованих – тонкою штрих-пунктирною лінією. Приклад виконання ескіза литої заготовки наведено на рис. 2.2, штампованої – на рис. 2.3, кованої – на рис. 2.4.

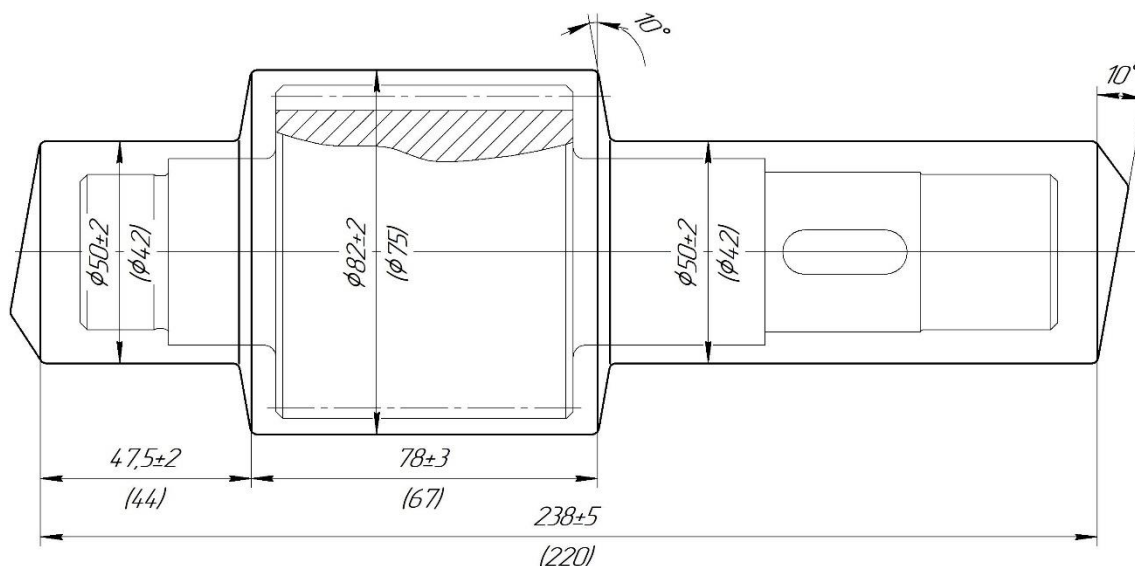


Рисунок 2.5 – Приклади виконання ескіза кованої заготовки

2.4 Вибір методів та кількості переходів обробки

На даному етапі для всіх оброблюваних поверхонь, на основі сучасних даних про технологічні можливості обладнання та точності методів обробки, вибираються методи і кількість переходів обробки, які дозволять найкоротшим і найбільш економічним шляхом забезпечити потрібні точність і якість оброблюваних поверхонь за всіма показниками.

Комплекс методів обробки - це множина способів обробки, які дозволяють перевести поверхню із стану вихідної заготовки у стан, заданий на кресленнику. При цьому треба мати на увазі, що у процесі перетворення поверхні вихідної заготовки у поверхню готової деталі після кожного способу обробки з'являється нова поверхня зі своїми розмірами, шорсткістю та розмірними зв'язками з іншими поверхнями.

На даний час існує досить велика кількість різноманітних технологічних способів, що дозволяють досягти приблизно однакових результатів обробки, однак вони можуть істотно різнитися за вартістю реалізації і тому раціональні в різних типах виробництва.

Виходячи з цього, технолог для кожної конкретної поверхні може мати декілька варіантів методів обробки. Вибір того чи іншого способу механічної обробки здійснюється з врахуванням габаритних розмірів, властивостей матеріалу, виду та точності вихідної заготовки, вимог до точності та якості оброблюваної поверхні, точності її розташування, можливості обробки даної поверхні на одному верстаті за кілька послідовних переходів тощо.

При формуванні послідовності переходів обробки варто враховувати, що кожен наступний метод обробки повинен бути точніше попереднього. Кожному методу остаточної обробки передуює один або декілька можливих попередніх (менш точних) методів. Так, наприклад, перед точним розвертуванням повинно виконуватись попереднє, а перед попереднім зенкеруванням або свердлінням. При обробці точних, відповідальних поверхонь маршрут обробки в основному розподіляється на три послідовні стадії: чорнову, чистову й остаточною. Якщо точність заготовки невисока, то обробку поверхні починають з попередньої (чорнкової) стадії, на якій знімають основну масу матеріалу у вигляді припусків і напусків. При точній заготовці можна починати одразу чистову, а в деяких випадках і остаточною обробку. На останній стадії обробки забезпечуються параметри точності та шорсткість поверхні відповідно до вимог, що наводяться на кресленику деталі.

Призначаючи методи обробки необхідно прагнути, щоб одним і тим же методом обробити якнайбільшу кількість поверхонь заготовки. Це скорочує номенклатуру необхідного різального інструменту та дає змогу проектувати технологічний процес за принципом концентрації операцій з максимальним суміщенням обробки різних поверхонь, зменшує кількість установів, збільшує продуктивність та точність обробки.

Вибрані методи і кількість переходів обробки (мінімум 2 альтернативних варіанти) повинні бути наведені у вигляді таблиці (див. приклад). Обраний комплекс методів обробки необхідно виділити.

Приклад.

Таблиця 2.6 - Методи і кількість переходів обробки поверхонь

Оброб. пов-ня	Тип поверхні	Параметри точності	Значення параметрів	Можливі методи і кількість переходів обробки	
Ø56мм	Циліндрична внутрішня	1.Точність розмірів, 2.Паралельність 3.Шорсткість	Ø56 ^{+0,03} мм 75±0,1мм 0,02мм Ra 1,25 мкм	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове 3. Розточування тонке	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове. 3. Шліфування чистове
15мм	Площина	Точність розміру, Шорсткість	15-0,2мм Ra3,2мкм	1.Стругання чорнове 2.Стругання чистове	1.Фрезерування торцеве, чорнове 2. Фрезерування торцеве, чистове

В таблиці обов'язково необхідно вказувати значення параметрів, які витримуються безпосередньо при обробці заданої поверхні. Кількість вказуваних параметрів повинна бути мінімальною, але достатньою для чіткого визначення положення оброблюваної поверхні чи системи поверхонь.

2.5 Вибір обладнання, різального, допоміжного та вимірювального інструменту

В розрахунково-графічній роботі обладнання та різальний інструмент вибирається для всіх поверхонь які оброблюються.

Вибір обладнання. Вибір моделі верстата перш за все визначається його можливістю забезпечити точність розмірів та форми, а також якість оброблюваної поверхні деталі. Якщо ці вимоги можна забезпечити обробкою на різних верстатах, то при виборі верстату певної моделі необхідно керуватися:

- типом виробництва;
- відповідністю основних розмірів робочої зони верстата габаритним розмірам заготовки, яка встановлюється за прийнятою схемою обробки;
- типом і конфігурацією вихідної заготовки;
- можливістю роботи на оптимальних режимах різання;
- потужністю верстата;
- можливістю автоматизації та механізації виконуваної обробки;
- потрібною точністю деталі та точністю, яка забезпечується верстатом (за паспортними даними)

Вибір верстатів здійснюється відповідно до технічних характеристик верстатів, наведених в достовірних джерелах. При виборі типу верстату необхідно враховувати наведені вище положення та звертати увагу на застосування найбільш прогресивних видів устаткування.

Вибір різального та допоміжного інструменту. Вибір різального інструменту здійснюється відповідно до методу обробки та точності витримуваних при обробці розмірів. Матеріал різальної частини – відповідно до матеріалу оброблюваної деталі і характеру обробки (чорнова, чистова, плавна робота, робота з ударними навантаженнями і т.ін).

В залежності від розмірів оброблюваної поверхні, у відповідності з обраним матеріалом інструменту та характером обробки за каталогами, стандартами або електронними ресурсами, подібними Sandvik Coromant [6]

Методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи вибирають різальний інструмент. При виборі розмірів різального інструменту для обробки отворів різної точності рекомендовано користуватися довідковими таблицями додатка Б. Необхідність застосування спеціального різального інструмента обов'язково повинна бути обґрунтованою. Якщо для закріплення різального інструменту необхідно використати допоміжний інструмент, то в цьому пункті необхідно вказати його тип і обґрунтувати необхідність застосування. Перевагу слід віддавати стандартним і нормалізованим інструментам.

Вибір вимірювального інструменту. При призначенні типу та конструкції вимірювального інструменту чи пристрою враховують тип поверхні, потрібну точність вимірювання, тип виробництва, розмір і якість поверхневого шару контрольованої поверхні. Наприклад, якщо в умовах дрібносерійного виробництва потрібно здійснити контроль ступені вала діаметром $\varnothing 30_{-0,025} \text{мм}$, то для контролю необхідно застосувати штангенциркуль з точністю вимірювання 0,005 мм. Вибір засобів контролю рекомендується здійснювати за довідниками, каталогами, стандартами або електронними ресурсами [13, 14] чи іншими подібними джерелами.

Вибрані обладнання, різальний, допоміжний інструмент та засоби контролю слід оформити у вигляді таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Обладнання, різальний, допоміжний інструмент та засоби контролю

Оброблювана поверхня	Параметри точності	Значення параметрів	Перелік технологічних переходів	Модель верстата	Різальний інструмент	Допоміжний інструмент	Вимірювальний інструмент

В таблиці потрібно обов'язково вказати вид різального інструменту, його геометричні розміри, основні характеристики та матеріал різальної частини з обов'язковим посиланням на літературне джерело. Вибраний різальний інструмент потрібно зобразити в таблиці будь-яким способом (накреслити, відсканувати зображення тощо).

Для вимірювального інструменту потрібно вказати його основні характеристики (точність та діапазон вимірювання).

Приклад виконання та оформлення таблиці вибору різального, допоміжного інструменту і засобів контролю наведено в додатку Е.

2.6 Схеми обробки поверхонь

Механічна обробка поверхонь деталі ілюструється схемами обробки (операційними ескізами), які повинні містити всі дані, необхідні для виготовлення та контролю деталі.

Метою виконання схем обробки є візуальна демонстрація здобувачем вищої освіти розуміння, як здійснюється обробка поверхонь деталі, як відносно деталі розташовується інструмент, як закріплюється заготовка, які при обробці витримуються розміри або допуски форми і розташування поверхонь. Вміння візуалізувати знання є основним критерієм розуміння здобувачем вищої освіти матеріалу дисципліни який було вивчено.

В розрахунково-графічній роботі схеми обробки виконуються для двох поверхонь за вказівкою викладача.

На схемах повинні бути зображені в довільному масштабі: верстатний пристрій, оброблювана заготовка, різальний інструмент, вказують напрямки робочих рухів різального інструменту та заготовки.

Зображується фрагмент верстатного пристрою, на якому було б видно спосіб встановлення і закріплення заготовки.

Заготовка повинна зображуватись в положенні, яке вона займає в процесі обробки на верстаті при погляді з місця робітника (вид прямо, або зверху, чи той і інший). На заготовці потовщеною (в 2-3 рази) лінією виділяються поверхні, які оброблюються, вказують розміри, параметри точності, які безпосередньо витримуються при обробці та шорсткість поверхонь. Кількість проєкцій та видів повинні створювати повну картину про спосіб встановлення та закріплення заготовки.

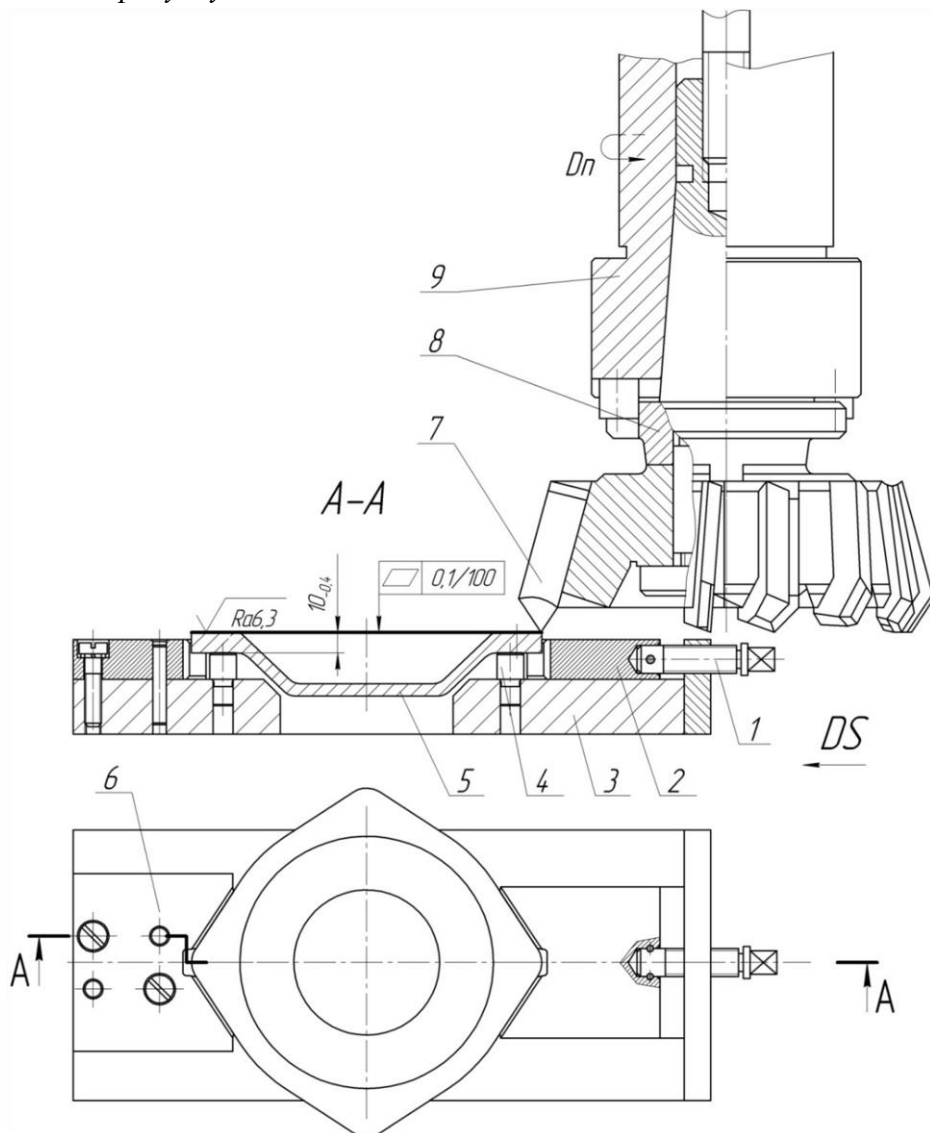
Різальний інструмент зображується в кінці робочого ходу. Якщо для обробки поверхні використовується послідовно декілька інструментів (свердління, зенкерування, розвертування), то всі вони зображуються поруч у положенні початку робочого ходу. Складний інструмент креслять не повністю. Наприклад, досить показати габаритні розміри і форму торцевої фрези, два-три зубці та спосіб їх кріплення. Але обов'язково необхідно показати спосіб кріплення інструменту на верстаті (без спрощень). При невідповідності конуса Морзе інструменту і шпинделя верстата необхідно застосовувати перехідну втулку, яку обов'язково зображують.

При кресленні схем обробки поверхонь масштаб повинен забезпечувати чітке і ясне зображення конструкції та способу кріплення різального інструменту та верстатного пристрою, оброблювані поверхні заготовки.

В цьому розділі необхідно навести короткий опис конструкції верстатного пристрою (механізму затискання заготовки), описати процес обробки починаючи від встановлення і закінчуючи зняттям обробленої заготовки. Приклади виконання та описання схем обробки в текстовій частині РГР наведено нижче. Приклади представлення схем обробки в графічній частині роботи наведено в додатку Ж.

Приклад.

Схема фрезерування площини кришки, витримуючи розмір $10_{-0,4}^{0,4}$ мм зображена на рисунку 6.1



1 – гвинт, 2 – призма рухома, 3 – корпус, 4 – опора, 5 – оброблювана заготовка, 6 – призма, 7 – торцева фреза, 8 – фрезерна оправка, 9 – шпиндель

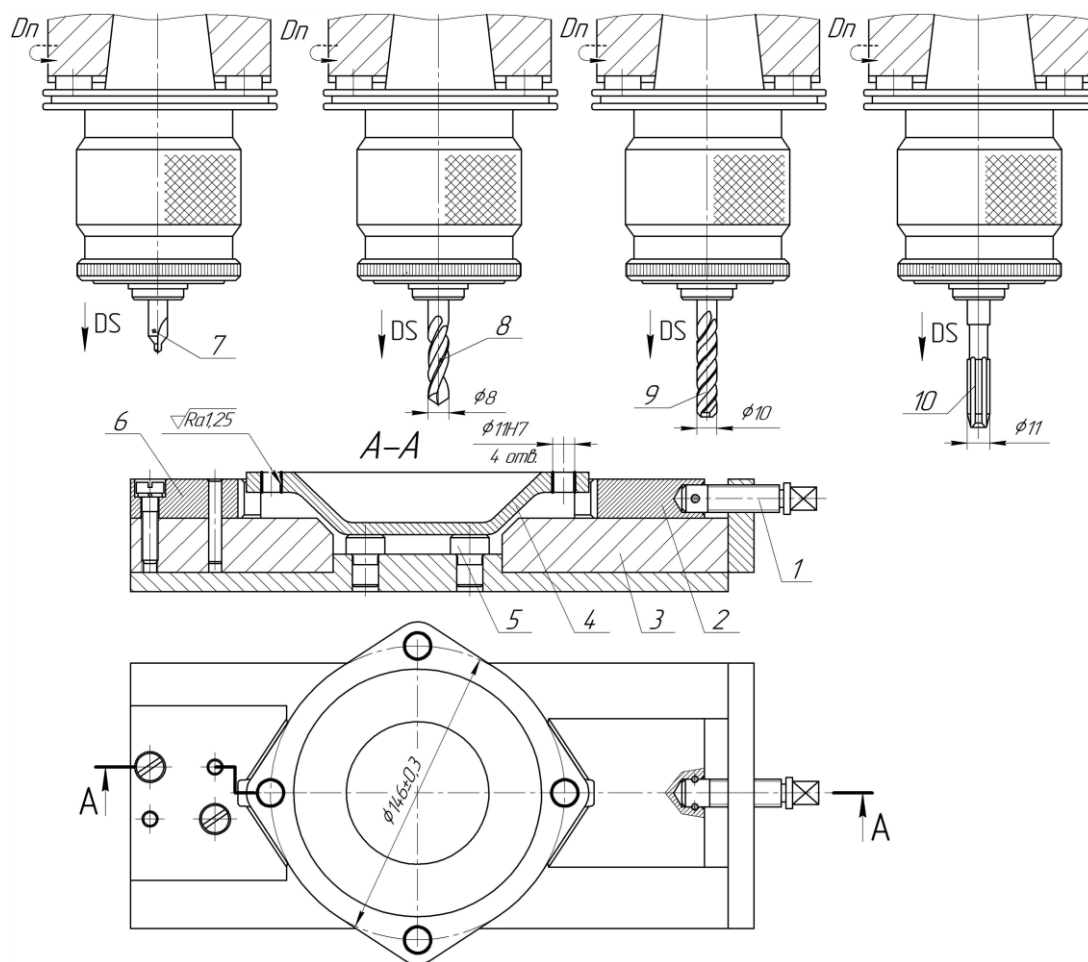
Рисунок 6.1 – Схема обробки площини кришки, витримуючи розмір $10_{-0,4}^{0,4}$ мм

Обробка здійснюється торцевою фрезою 7, яка закріплюється на оправці 8. Фрезерна оправка 8 встановлюється в шпинделі 6.

Враховуючи великосерійний тип виробництва, заготовка встановлюється в спеціальному пристрої на опори 4, запресовані в корпус пристрою 3. В горизонтальній площині орієнтування та фіксація положення кришки здійснюється призмами 2 та 6. Призма 6 – нерухомо закріплюється на корпусі 3 пристрою. Призма 5 – рухома. Її переміщення при затисканні заготовки забезпечується обертанням гвинта 1.

Після обробки гвинт 1 обертається в зворотному напрямку, рухома призма 2 переміщується вліво і заготовку 5 можна вийняти з пристрою та встановити наступну.

Схема обробки 4-х отворів $\varnothing 11H7$ наведена на рисунку 6.2.



1 – гвинт, 2 – призма рухома, 3 – корпус, 4 – опора, 5 – заготовка, 6 – призма, 7 – центрувальне свердло, 8 – свердло спіральне, 9 – зенкер, 10 – розвертка

Рисунок 6.2 – Схема обробки отворів $\varnothing 11H7$ мм

Обробка 4-х отворів Ø11H7 послідовно здійснюється центрувальним свердлом 7, свердлом спіральним 8, зенкером 9, розверткою 10. Весь комплект інструменту з циліндричним хвостовиком. Закріплення інструментів здійснюється в цангових патронах. Зміна інструменту здійснюється за допомогою автоматизованої системи заміни інструменту, якою оснащений верстат моделі DMTG VDL600A.

Враховуючи великосерійний тип виробництва, заготовка встановлюється в спеціальному пристрої на опори 4, запресовані в корпус пристрою 3. В горизонтальній площині орієнтування та фіксація положення кришки здійснюється призмами 2 та 6. Призма 6 – нерухомо закріплюється на корпусі 3 пристрою. Призма 5 – рухома. Її переміщення при затисканні заготовки забезпечується обертанням гвинта 1.

Після обробки гвинт 1 обертається в зворотному напрямку, рухома призма 2 переміщується вліво і заготовку 5 можна вийняти з пристрою та встановити наступну.

Перед поданням РГР здобувач вищої освіти повинен старанно і ретельно перевірити правильність наведених розрахунків, логічність висновків та тверджень, відповідність оформлення роботи вищенаведеним вимогам та методичним вказівкам і підтвердити це своїм підписом на титульному аркуші.

Перелік посилань

1. Руденко П.О. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин: навчальний посібник /Руденко П.О., Харламов Ю.Ю., Шустик О.Г. – К.: ІСДО, 1993. – 304 с.
2. Руденко П.О. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: підручник/ Руденко П.О., Плескач В.М., Харламов Ю.О., за ред. В.М. Плескача. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 1999. – 254с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування: Проектування та виробництво заготовок : Підруч. для машинобуд. спец. вищ. навч. закладів / Л.І. Боженко. – Львів : Світ, 1996. – 366с.
4. Технологія машинобудування: Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: навч. посібник / [І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський]/ Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.
5. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: навч. посібник / С.Г. Бондаренко – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
6. Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>
7. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. / С.Г. Бондаренко – Чернігів: ЧДТУ, 2005. – 567 с.
8. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / [М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залого, Ю.К. Новосолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура.] – 3-є вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.
9. Сапон С. П. Проектування литої заготовки. [Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування і виробництво заготовок» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування» всіх форм навчання.] / С.П. Сапон. – Чернігів: НУЧП, 2021. – 62 с.
10. ДСТУ 8981:2020 Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічне оброблення. – [Чинний від 2021-05-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 55 с.
11. Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски і ковальські напуски: ГОСТ 7505-89. – [Чинність документа в Україні відновлена з 15.10.2020

Методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи до 01.01.2023 згідно з наказом від 12.10.2020 № 272]. – М.: Видавництво стандартів, 1990. – 54 с.

12. Сапон С.П. Проектування і виробництво заготовок. [Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” всіх форм навчання] /Сапон С.П. – Чернігів: ЧНТУ, 2015.– 64 с.
13. Мікротех [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://microtech-ua.com/index.php>
14. Сілтек інжиніринг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.siltech.com.ua/index.php/kataloh-tovariv/category/55-vimiryuvalnij-instrument>

Додаток А

(рекомендований)

Керівні матеріали до вибору способу отримання вихідної заготовки

Таблиця А.1 – Вибір способу лиття залежно від типу виробництва

Спосіб лиття	Тип виробництва				
	Оди- ничне	Дрібно- серійне	Середньо- серійне	Велико- серійне	Масове
В піщано-глиняні форми	***	***	**	*	*
В оболонкові форми	-	*	**	***	***
За витоплюваними моделями	-	*	**	**	***
В кокіль	-	*	**	**	***
Відцентрове лиття	*	*	**	**	***
Лиття під тиском	-	-	*	**	***
Штампування рідкого металу	-	-	*	**	***

Примітка: *** - переважне застосування; ** - застосування можливе;

* - застосовується рідко; - - не застосовується

Таблиця А.2 – Вибір способу лиття залежно від матеріалу заготовки

Спосіб лиття	Матеріал заготовки					
	Чавун	Вуглецева сталь	Легована сталь	Алюмініє ві сплави	Цинкові сплави	Мідні сплави
В піщано-глиняні форми	**	**	*	**	*	*
В оболонкові форми	**	**	**	**	*	*
За витоплюваними моделями	*	**	**	*	*	*
Кокільне лиття	**	*	*	**	-	**
Відцентрове лиття	**	**	**	*	-	-
Лиття під тиском	*	*	*	*	**	**
Штампування рідкого металу	-	*	**	**	**	**

Примітка: ** - рекомендується; * - можливе застосування; - - не рекомендується

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

Таблиця А.3 – Технологічні можливості способів лиття залежно від точності заготовки

Спосіб лиття	Квалітет точності									
	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
В піщано-глиняні форми	■	■	■	■						
В оболонкові форми			■	■	■	■				
За витоплюваними моделями				■	■	■	■			
Кокільне лиття			■	■	■	■				
Відцентрове лиття			■	■	■					
Лиття під тиском					■	■	■	■	■	
Штампування рідкого металу							■	■	■	■

Таблиця А.4 – Технологічні можливості способів лиття по забезпеченню шорсткості поверхонь заготовки

Спосіб лиття	Параметр шорсткості Ra, мкм														
	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8,0	6,3	5,0	4,0	3,2
В піщано-глиняні форми	■	■	■	■	■										
В оболонкові форми				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
За витоплюваними моделями										■	■	■	■	■	■
Кокільне лиття							■	■	■	■	■	■	■		
Відцентрове лиття							■	■	■	■	■	■			
Лиття під тиском										■	■	■	■	■	■
Штампування рідкого металу										■	■	■	■	■	■

Таблиця А.5 – Порівняльна характеристика і галузі раціонального застосування основних способів штампування

Спосіб штампування	Характеристика способу штампування		Тип виробництва	Характеристики кованок	
	технологічні особливості, галузь застосування	зусилля штампування		маса	конструктивні особливості
Штампування на молотах	Невисока продуктивність праці, невисока точність розмірів кованок (допуск досягає кількох міліметрів), великі витрати металу на напуски від штампувальних нахилів внаслідок обмеженого застосування виштовхувачів. Молоти мають малий ККД (не більше 30%). Вони неекономічні в експлуатації при виготовленні дрібних та середніх кованок.	1,600...63 МН	Середньо-серійне	до 60кг	Невисока точність розмірів кованок (допуск досягає кількох міліметрів),
Штампування на горизонтально кувальних машинах (ГКМ)	Основною ознакою штамів ГКМ є наявність двох взаємно перпендикулярних площин рознімання. Кованки, що виготовляються на ГКМ, за припусками і допусками ближчі до молотових, ніж до кованок, що виготовляються на КГШП. Продуктивність цих машин приблизно однакова. Переваги: висока продуктивність устаткування, можливість виготовлення кованок з отворами без перемичок, без штампувальних нахилів, висока ступінь придатності до механізації та автоматизації. Недоліки: обмежені номенклатура (тіла обертання) і маса (до 150 кг) кованок, необхідність застосування як вихідного матеріалу прокату підвищеної точності, або каліброваного; при коліваннях об'єму вихідної заготовки через допуск на розміри перерізу прокату звичайної точності штампування в закритих і відкритих рівчаках неможливе або практично нераціональне	5...125 МН.	Середньо-серійне - масове	до 150 кг	Кованки форми тіл обертання з прямою віссю, спрямованою по осі вихідної заготовки типу: -стрижень суцільного перерізу з одним чи кількома потовщеннями; -стрижень з наскрізним отвором. За припусками і допусками кованки на ГКМ ближчі до молотових, ніж до кованок, що виготовляються на КГШП. За рахунок роз'ємної матриці можна уникнути штампувальних нахилів і облою.
Штампування на кривошипних гаряче штампувальних пресах (КГШП)	Конструкція штамів забезпечує меншу величину зміщення частин штампа, зменшення припусків, напусків, штампувальних нахилів (у 2...3 рази), допусків. Висока продуктивність, собівартість кованок знижується на 10...30% за рахунок зменшення витрат металу та експлуатаційних витрат. Недоліки: висока вартість КГШП (у 3-4 рази вища, ніж у молотів); менша універсальність; гірше заповнення глибоких порожнин через малу швидкість деформації; більш складні конструкція, регулювання та експлуатація штамів.	6,3...100 МН.	Велико-серійне, масове	до кількох сот кілограмів	Кованки складної форми, близькі за формою до готової деталі, з точними розмірами допустиме ексцентричне розташування рівчаків у штампі.

Продовження таблиці А.5

Спосіб штампування	Характеристика способу штампування		Тип виробництва	Характеристики кованок	
	технологічні особливості, галузь застосування	зусилля штампування		маса	конструктивні особливості
Штампування на гвинтових фрикційних пресах	<p>На гвинтових пресах можна виконувати штампування за кілька ударів, як і на молоті, однак кількість ударів в 2 рази менша. Преси малопридатні для багаторівнякового штампування оскільки значні ексцентричні навантаження тут недопустимі. Застосовують переважно для однорівнякового торцевого штампування у відкритих і закритих штампах. Наявність великого ходу у цих пресів (200... 710 мм) дозволяє штампувати високі кованки. Тривалий контакт нижньої частини штампа з кованкою спричиняє перегрівання і зниження стійкості штампів, тому сталеві кованки на цих пресах штамнують рідко.</p> <p>Застосовується при штампуванні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - крупних кованок з площиною проєкції до 2,5м², масою більше 350 кг, які не можна одержати на іншому обладнанні через брак потужності.; - заготовок з малопластичних металів, що не допускають великих швидкостей деформації (титанові сплави, деякі жароміцні сталі і сплави); - металів і сплавів з невеликою температурою початку штампування (алюмінієві та магнієві сплави); - при необхідності дуже великого робочого ходу пуансона; <p>Особливістю пресів є можливість забезпечити стабільне зусилля штампування протягом тривалого відрізу часу незалежно від деформування.</p> <p>Недоліком способу є порівняно низька стійкість штампів, зумовлена довготривалим контактом з гарячим металом кованки.</p>	0,4...16МН	Дрібносерійне	50-100кг	Кованки малих і середніх розмірів, досить складної конфігурації з малопластичних сталей і сплавів, які важко деформуються.
Штампування на гідравлічних пресах	<p>Застосовується при штампуванні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - крупних кованок з площиною проєкції до 2,5м², масою більше 350 кг, які не можна одержати на іншому обладнанні через брак потужності.; - заготовок з малопластичних металів, що не допускають великих швидкостей деформації (титанові сплави, деякі жароміцні сталі і сплави); - металів і сплавів з невеликою температурою початку штампування (алюмінієві та магнієві сплави); - при необхідності дуже великого робочого ходу пуансона; <p>Особливістю пресів є можливість забезпечити стабільне зусилля штампування протягом тривалого відрізу часу незалежно від деформування.</p> <p>Недоліком способу є порівняно низька стійкість штампів, зумовлена довготривалим контактом з гарячим металом кованки.</p>	50...750 МН	Всі типи виробництва	до 3т	Кованки складні за формою та великі за масою і розмірами, а також кованки важко деформованих матеріалів

Примітка. Для штампування високолегованої сталі і сплавів перевагу слід віддавати пресам, а не молотам. Внаслідок малої швидкості деформування при штампуванні на пресах малопластичні високолеговані сталі і сплави повністю проходять процеси знеміцнення і рекристалізації.

Додаток Б

(довідковий)

Рекомендований набір інструментів для обробки отворів

Таблиця Б.1 – Рекомендований набір інструменту для обробки отворів Ø1,5-11мм з точністю 7-12 квалітетів

Номинальний діаметр отвору	7 квалітет			9 (8) квалітет		11 квалітет		12 квалітет
	Свердло	Розвертка		Свердло	Розвертка	Свердло	Напівчистовий зенкер , повалка	Свердло
		чорнова	чистова					
1,5	1,4	1,47	1,5H7	1,4	1,5H9(8)	1,4	1,5H11	1,5H12
1,8	1,7	1,77	1,8H7	1,7	1,8H9(8)	1,7	1,8H11	1,8H12
2,0	1,9	1,97	2H7	1,9	2H9(8)	1,9	2H11	2H12
2,2	2,1	2,17	2,2H7	2,1	2,2H9(8)	2,1	2,2H11	2,2H12
2,5	2,4	2,47	2,5H7	2,4	2,5H9(8)	2,4	2,5H11	2,5H12
2,8	2,7	2,77	2,8H7	2,7	2,8H9(8)	2,7	2,8H11	2,8H12
3,0	2,9	2,97	3H7	2,9	3H9(8)	2,9	3H11	3H12
3,5	3,4	3,46	3,5H7	3,4	3,5H9(8)	3,4	3,5H11	3,5H12
4,0	3,9	3,96	4H7	3,9	4H9(8)	3,9	4H11	4H12
4,5	4,2	4,46	4,5H7	4,2	4,5H9(8)	4,2	4,5H11	4,5H12
5	4,8	4,96	5H7	4,8	5H9(8)	4,8	5H11	5H12
6	5,8	5,96	6H7	5,8	6H9(8)	5,8	6H11	6H12
7	6,7	6,96	7H7	6,7	7H9(8)	6,7	7H11	7H12
8	7,8	7,95	8H7	7,8	8H9(8)	7,8	8H11	8H12
9	8,7	8,95	9H7	8,7	9H9(8)	8,7	9H11	9H12
10	9,7	9,95	10H7	9,7	10H9(8)	9,8	10H11	10H12
11	10,7	10,95	11H7	10,7	11H9(8)	10,7	11H11	11H12

Таблиця Б.2 - Рекомендований набір інструменту для обробки отворів Ø12-80мм з точністю 7-14 класів

Номинальний діаметр отвору	Отвори діаметром 12 – 80 мм															
	6 – 7 класів				8 – 10 класів				11 класів				12 – 14 класів			
	В суцільному матеріалі				Лиття чи гаряче штампування				В суцільному матеріалі				Лиття чи гаряче штампування			
	Свердло		Розвертка		Зенкер		Розвертка		Напівчистий зенкер		Чистова		Свердло		Зенкер	
12	10.7	-	11.8	11.95	12Н7	-	-	10.7	-	11.8	-	-	12Н11	-	-	12Н12
13	11.7	-	12.8	12.95	13Н7	-	-	11.7	-	12.8	-	-	13Н11	-	-	13Н12
14	12.7	-	13.8	13.95	14Н7	-	-	12.7	-	13.8	-	-	14Н11	-	-	14Н12
15	13.7	-	14.8	14.95	15Н7	-	-	13.7	-	14.8	-	-	15Н11	-	-	15Н12
16	14.25	-	15.8	15.95	16Н7	-	-	14.25	-	15.8	-	-	16Н11	-	-	16Н12
17	15.25	-	16.8	16.95	17Н7	-	-	15.25	-	16.8	-	-	17Н11	-	-	17Н12
18	16.25	-	17.8	17.95	18Н7	-	-	16.25	-	17.8	-	-	18Н11	-	-	18Н12
19	16.5	-	18.75	18.9	19Н7	-	-	16.5	-	18.75	-	-	19Н11	-	-	19Н12
20	17.5	-	19.75	19.9	20Н7	-	-	17.5	-	19.75	-	-	20Н11	-	-	20Н12
21	18.5	-	20.75	20.9	21Н7	-	-	18.5	-	20.75	-	-	21Н11	-	-	21Н12
22	19.5	-	21.75	21.9	22Н7	-	-	19.5	-	21.75	-	-	22Н11	-	-	22Н12
23	20.5	-	22.75	22.9	23Н7	-	-	20.5	-	22.75	-	-	23Н11	-	-	23Н12
24	21.5	-	23.75	23.9	24Н7	-	-	21.5	-	23.75	-	-	24Н11	-	-	24Н12
25	22.5	-	24.75	24.9	25Н7	-	-	22.5	-	24.75	-	-	25Н11	-	-	25Н12
26	23.5	-	25.75	25.9	26Н7	-	-	23.5	-	25.75	-	-	26Н11	-	-	26Н12
28	25.5	-	26.75	27.9	28Н7	-	-	25.5	-	27.75	-	-	28Н11	-	-	28Н12
30		27.5	29.75	29.9	30Н7	28	29.75	27.5	29.75	30Н9(8)	28	29.75	30Н11	28	30Н11	30Н12
32		29	31.7	31.9	32Н7	30	31.7	29	31.7	32Н9(8)	30	31.7	32Н11	30	32Н11	32Н12
34		31	33.7	33.9	34Н7	32	33.7	31	33.7	34Н9(8)	32	33.7	34Н11	32	34Н11	34Н12
35	20	32	34.7	34.9	35Н7	32	34.7	20	34.7	35Н9(8)	34	34.7	35Н11	32	35Н11	35Н12
36		33	35.7	35.9	36Н7	34	35.7	33	35.7	36Н9(8)	36	35.7	36Н11	34	36Н11	36Н12
38		35	37.7	37.9	38Н7	36	37.7	35	37.7	38Н9(8)	38	37.7	38Н11	36	38Н11	38Н12
40		37	39.7	39.9	40Н7	38	39.7	37	39.7	40Н9(8)	40	39.7	40Н11	38	40Н11	40Н12
42		39	41.7	41.9	42Н7	40	41.7	39	41.7	42Н9(8)	42	41.7	42Н11	40	42Н11	42Н12
44		41.5	43.7	43.9	44Н7	42	43.7	41.5	43.7	44Н9(8)	42	43.7	44Н11	42	44Н11	44Н12
45		42	44.7	44.9	45Н7	42	44.7	42	44.7	45Н9(8)	44	44.7	45Н11	42	45Н11	45Н12
46		44	45.7	45.9	46Н7	44	45.7	44	45.7	46Н9(8)	46	45.7	46Н11	44	46Н11	46Н12
48		45	47.7	47.9	48Н7	46	47.7	45	47.7	48Н9(8)	48	47.7	48Н11	46	48Н11	48Н12
50	25	46	49.7	49.9	50Н7	48	49.7	25	49.7	50Н9(8)	50	49.7	50Н11	48	50Н11	50Н12
52		48	51.5	51.9	52Н7	50	51.5	48	51.5	52Н9(8)	52	51.5	52Н11	50	52Н11	52Н12
55		51	54.5	54.9	55Н7	52	54.5	51	54.5	55Н9(8)	55	54.5	55Н11	52	55Н11	55Н12
58		54	57.5	57.9	58Н7	55	57.5	54	57.5	58Н9(8)	58	57.5	58Н11	55	58Н11	58Н12
60		56	59.5	59.9	60Н7	55	59.5	56	59.5	60Н9(8)	58	59.5	60Н11	55	60Н11	60Н12
62		58	61.5	61.9	62Н7	60	61.5	58	61.5	62Н9(8)	60	61.5	62Н11	60	62Н11	62Н12
65		61	64.5	64.9	65Н7	62	64.5	61	64.5	65Н9(8)	62	64.5	65Н11	62	65Н11	65Н12
68		63	67.5	67.9	68Н7	65	67.5	63	67.5	68Н9(8)	65	67.5	68Н11	65	68Н11	68Н12
70		65	69.5	69.9	70Н7	68	69.5	65	69.5	70Н9(8)	68	69.5	70Н11	68	70Н11	70Н12
72	35	68	71.5	71.9	72Н7	70	71.5	35	71.5	72Н9(8)	70	71.5	72Н11	70	72Н11	72Н12
75		71	74.5	74.9	75Н7	72	74.5	71	74.5	75Н9(8)	72	74.5	75Н11	72	75Н11	75Н12
78		72	77.5	77.9	78Н7	75	77.5	72	77.5	78Н9(8)	75	77.5	78Н11	75	78Н11	78Н12
80		75	79.5	79.9	80Н7	78	79.5	75	79.5	80Н9(8)	78	79.5	80Н11	78	80Н11	80Н12

Таблиця Б.3 – Рекомендований діаметр свердел для отворів під різь

Номінальний діаметр різі	Крок різі	Діаметр свердла		Номінальний діаметр різі	Крок різі	Діаметр свердла	
1	0,2	0,80*	0,82**	8	0,5	7,50*	7,60**
	0,25	0,75	0,80		0,75	7,25	7,30
1,1	0,2	0,90	0,92		1	7,00	7,10
	0,25	0,85	0,90		1,25	6,80	6,90
1,2	0,2	1,00	1,05	9	0,5	8,50	8,60
	0,25	0,95	1,0		0,75	8,25	8,30
1,4	0,2	1,0	1,25		1	8,00	8,10
	0,3	1,1	1,15		1,25	7,80	7,90
1,6	0,2	1,40	1,45	10	0,5	9,50	9,60
	0,35	1,25	1,30		0,75	9,25	9,30
1,8	0,2	1,60	1,65		1	9,00	9,10
	0,35	1,45	1,50		1,25	8,80	8,90
2	0,25	1,75	1,80	11	0,5	10,50	10,60
	0,4	1,60	1,65		0,75	10,25	10,30
2,2	0,25	1,95	2,00		1	10,00	10,10
	0,45	1,75	1,80		1,5	9,50	9,70
2,5	0,35	2,15	2,20	12	0,5	11,50	–
	0,45	2,05	2,10		0,75	11,25	11,30
3	0,35	2,65	2,70		1	11,00	11,10
	0,5	2,50	2,60		1,25	10,80	10,90
3,5	0,35	3,15	3,20		1,5	10,50	10,70
	0,6	2,90	2,95		1,75	10,20	10,40
4	0,5	3,50	3,60	14	0,5	13,50	–
	0,7	3,30	3,40		0,75	13,25	13,30
4,5	0,5	4,00	–		1	13,00	13,10
	0,75	3,75	3,90		1,25	12,80	–
5	0,5	4,50	4,60		1,5	12,50	12,70
	0,8	4,20	4,30		2	12,00	12,20
5,5	0,5	5,00	5,10	15	1	14,00	–
		5,00	5,10		1,5	13,50	13,70
6	0,5	5,50	5,60	16	0,5	15,50	–
	0,75	5,25	5,30		0,75	15,25	–
7	1	5,00	5,10		1	15,00	–
	0,5	6,50	6,60		1,5	14,50	–
	0,75	6,25	6,30	17-52	2	14,00	14,20
	1	6,00	6,10		<i>P</i>	<i>d – P</i>	–

Примітки: 1. Дані таблиці рекомендовані за додатком до ГОСТ 19257 – 73.

2. * Обробка отворів у сірому чавуні (ГОСТ 1412 –85), сталях (ГОСТ 380 –71, ГОСТ 1050 –74, ГОСТ 4543 –71, ГОСТ 10702 –63, ГОСТ 5632 –72, крім сплавів на нікелевій основі, ГОСТ 1412 –70); у алюмінієвих ливарних сплавах (ГОСТ 2685 – 63); у міді (ГОСТ 859–66).

3. ** Обробка отворів в матеріалах підвищеної в'язкості: сплавах магнію (ГОСТ 804–72), алюмінія (ГОСТ 4784 – 74), латуні (ГОСТ 15527 – 70); титанових сплавах, сталях та сплавах високолегованих, корозійностійких, жаростійких, жаротривких на нікелевій основі (ГОСТ 5632 – 72 та ГОСТ 20072 – 74).

Додаток В

(рекомендований)

Додаткові технологічні вимоги до конструкції типових деталей

Додаткові вимоги до конструкції корпусних деталей

1. Оброблювані поверхні слід, по можливості, розташовувати паралельно або перпендикулярно одна до одної та основних баз деталі.
2. Оброблювані площини слід розташовувати на одному рівні, що дає можливість їх обробки за один робочий хід продуктивними методами: торцевим фрезеруванням, плоским шліфуванням та протягуванням, дає можливість обробки декількох заготовок одночасно і спрощує контроль.
3. Можливість наскрізної та одночасної обробки декількох поверхонь та обробки на прохід.
4. Відсутність глухих отворів і торців відрізуваних з внутрішніх боків.
5. Відсутність площин і отворів розташованих не під прямим кутом.
6. Можливість багатошпindelної обробки отворів відповідно до відстані між вісями отворів.
7. У ступінчастих отворах найточнішу ступінь слід виконувати наскрізною, що сприяє зниженню трудомісткості обробки, підвищенню точності і стійкості різального інструменту та спрощення його конструкції.
8. Необхідно уникати глухих різевих отворів, віддаючи перевагу наскрізним отворам з можливістю роботи різевого інструменту на прохід.
9. Розташування отворів повинно давати можливість використання інструменту нормальної довжини.
10. Необхідно уникати отворів зі складною формою твірної та внутрішньої різі великого діаметра.

Додаткові вимоги до валів

1. Можливість обробки поверхонь прохідними різцями.
2. Для спрощення обробки зменшувати діаметральні розміри шийок до кінців валів, або до однієї її сторони.
3. Шпонкові пази по можливості передбачати відкритими, а при кількох на одному валу - однаковими за шириною і в одній площині.
4. Відсутність різких перепадів діаметрів у місцях обробки шпонкових пазів.

5. Відношення довжини до діаметра не повинне перевищувати 10 для валів з точністю розмірів за 6...7 квалітетами і 15 - для валів 8 квалітету і більше. При багаторізцевій обробці через одночасну дію кількох сил останнє відношення повинно дорівнювати 10. Якщо жорсткість вала недостатня, треба розглянути можливість штучного підвищення жорсткості застосуванням люнетів, додаткових опор і т.ін.

Додаткові вимоги до дисків

1. Простота форми зовнішнього контуру і центрального отвору, одностороннє розташування маточини.
2. Відсутність довгих маточин у протягуваних отворах.
3. Можливість багаторізцевого точіння.
4. Відсутність співвісних отворів, оброблюваних з різних боків.
5. Відсутність глухих шліцевих отворів, оскільки їх можна отримати лише малопродуктивним довбанням.

Додаткові вимоги до циліндрів

1. Можливість наскрізної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь.
2. Відсутність глухих отворів і торців, що підрізуються з внутрішніх боків.
3. Відсутність отворів, розташованих не під прямим кутом до осей.
4. Товщина стінок циліндра повинна забезпечувати достатню жорсткість для застосування високопродуктивних методів обробки.
5. Відсутність великої різностінності.
6. Відношення довжини циліндра до його діаметра не повинно перевищувати 10.

Додаткові вимоги до важелів

1. Наявність поверхонь, зручних для базування.
2. Відсутність оброблюваних поверхонь складного контуру.
3. Відсутність місць різкої зміни форми і різких перепадів розмірів поверхонь.
4. Відсутність глухих і ексцентричних отворів, особливо невеликих діаметрів.
5. Відсутність колін важелів і отворів, розташованих не під прямими кутами.
6. Можливість багатоінструментної обробки.

Додаткові вимоги до зубчастих коліс

1. Відсутність маточини або її однобічне розташування.
2. Достатня точність баз для зубообробки.
3. Кут нахилу зубців вінців з внутрішніми зубцями або закритих вінців повинен відповідати параметрам уніфікованих інструментів і верстатів.
4. Кількість зубчастих вінців на багатовінцевих колесах та їх відносне розташування повинне відповідати параметрам уніфікованих інструментів і верстатів.
5. По можливості, виключати зубчасті вінці, точність яких може бути забезпечена тільки зубошліфуванням.
6. Розміри канавок для виходу зубонарізного інструменту в закритих зубчастих колесах повинні бути пов'язані з величиною модуля.
7. Твердість матеріалу (вихідного чи після термообробки) для зубчастих коліс з оброблюваними отворами, точними різями, отворами у вінцях, не повинна перевищувати HRC_e 36...47.

Додаток Г

Приклад оформлення титульного аркуша до РГР

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ	
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»	
кафедра технологій машинобудування і деревообробки	
Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Технологічні основи машинобудування»	
Виконав:	<i>здобувач вищої освіти гр. ТМ-221 Студент Р.М.</i>
Перевірив:	<i>канд. техн. наук, доцент Сапон С.П.</i>
ЧЕРНІГІВ 2023	

Додаток Д

Приклад оформлення індивідуального завдання до РГР

1 Завдання

За кресленням деталі здійснити аналіз технологічності, обґрунтовано вибрати вихідну заготовку та призначити припуски на обробку. Для кожної з оброблюваних поверхонь вибрати метод та кількість переходів обробки, обладнання, технологічне оснащення, різальний та вимірювальний інструмент. Для обробки отвору $\varnothing 72H7^{(+0.03)}$ мм і обробки верхньої площини корпусу, витримуючи розмір $115_{-0.1}$ мм, зобразити схеми обробки поверхонь. Тип виробництва – великосерійний.

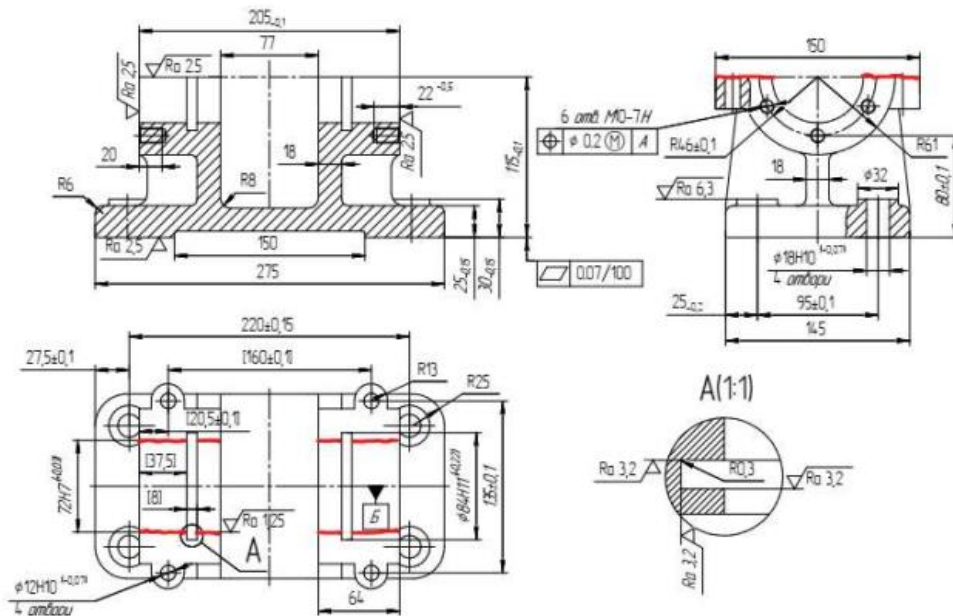




Рисунок 1.1 – Завдання

					РГР.ТОМ.171.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Завдання	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Гориславський							
Провер.	Салон							
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.					ЧНТУ			

Додаток Е

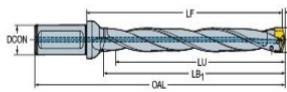
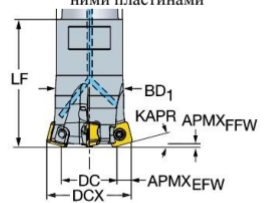
Приклад оформлення таблиці вибору інструменту

Таблиця 5.1 – Обладнання, різальний інструмент, допоміжний інструмент та засоби контролю

Оброблювана поверхня, мм	Параметри точності	Значення параметрів	Перелік технологічних переходів	Модель верстата	Різальний інструмент	Допоміжний інструмент	Вимірювальний інструмент
Ø72Н7 ^(+0.03)	Точність розміру На довжину Шорсткість	Ø72Н7 ^(+0.03) мм 64 мм Ra 1.25 мкм	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове 3. Розточування тонке	Горизонтальний оброблюючий центр моделі КН63G.	Для чорнового та чистового розточування – головка розточувальна CoroBore 820-80CC09-C5, матеріал різальної частини – сплав GC3215  Для чорнового розточування Ø77мм Для чистового розточування Ø79,5мм Функціональна довжина (LF) – 85 мм Для тонкого розточування – головка розточувальна CoroBore 825-56TC09-C4, Ø80 мм, матеріал різальної частини – сплав PF 4325  Функціональна довжина (LF) – 90 мм	Адаптер перехідний. Заготовка закріплюється в спеціальному пристрої	Електронний штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 Для вимірювання шорсткості оброблених поверхонь – профілограф моделі TR 200

РПР.ТОМ.171.051.005

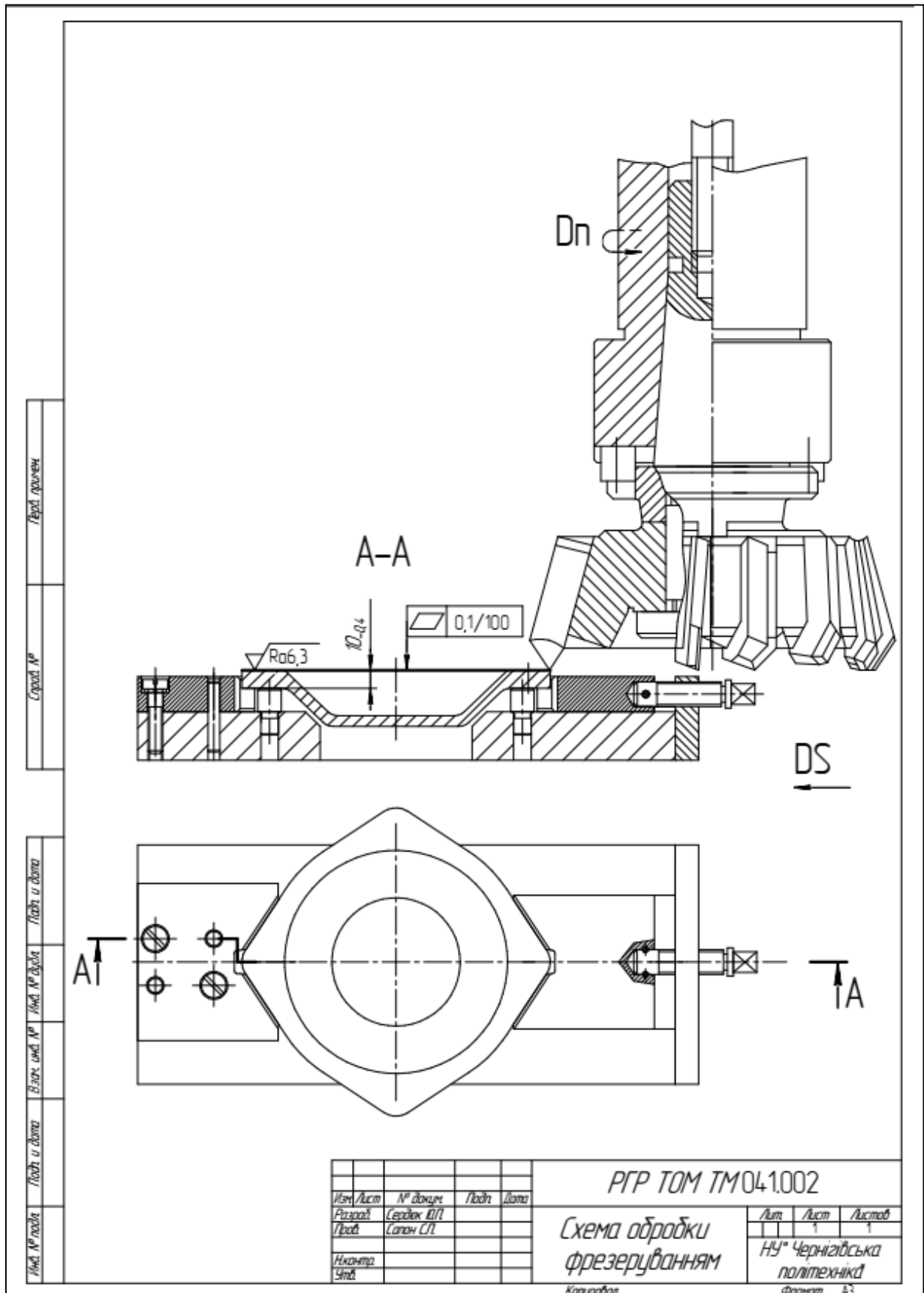
Продовження таблиці 5.1

Ø12Н10 ^(+0.07)	Точність розміру На глибину	Ø12Н10 ^(+0.07) мм 27 мм	1.Свердління	Вертикально-свердильний верстат 2Н118.	Свердло CoroDrill® 870 зі змінною головкою  Матеріал - 870-1200-10L16-10 Міні діаметр різання (DCN) - 12 мм; Робоча довжина (LU) - 50 мм; Функціональна довжина (LF1) – 120мм мм; точність отвору (ТЧНА) – Н10	Патрон цанговий. Заготовка закріплюється в спеціальному пристрої	Мікрометричний нутромір ГМ 100-1 ГОСТ 7470-92 З межею вимірювань до 100 мм
115 _{0.1}	Точність розміру Шорсткість	115 _{0.1} Ra 2,5 мкм	1.Фрезерування чорнове 2.Фрезерування чистове	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6Р13Ф3	Торцева фреза CoroMill® 415 зі змінними пластинами  Матеріал - A415-25EH25-07М; довжина різання (DC) - 14 мм; Мах діаметр різання (DCX) - 25,4 мм; Головний кут в плані (KAPR) - 15°; Функціональна довжина (LF) - 40 мм	Перехідна оправка-адаптер Заготовка закріплюється в спеціальному пристрої	Електронний штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 Для вимірювання шорсткості оброблених поверхонь – профілограф моделі TR 200

РПР.ТОМ.171.051.005

Додаток Ж

Приклади виконання і оформлення схем обробки поверхонь



Technical drawing illustrating the manufacturing process of a valve stem (Ø11H7) and its assembly into a valve body (Ø60H9/k9).

The drawing shows four sequential views of the stem being drilled with a diameter of 11H7. A detailed cross-section A-A shows the stem's profile with a diameter of 11H7, a chamfered end with a radius of R1.25, and a length L. The main view shows the stem installed in a valve body with a diameter of 60H9/k9.

Table 1: Title Block

РПР ТОМ ТМ04.1002		Лист	Лист	Листов
Схема обробки отворів ф11Н7		Лист	Лист	Листов
Копирова		НУ "Чернігівська політехніка"		
Формат А3				

Table 2: Revision Table

№ змін	№ докум.	Лист	Дата
Розроб.	Середок ВП		
Лист	Лист		

Table 3: Metadata Table

№ змін	№ докум.	Лист	Дата
Варіант	№ змін	№ змін	№ змін
Лист	Лист	Лист	Лист