

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання **розрахунково-графічної роботи**
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
зі спеціальності 131 – **Прикладна механіка**
за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»
всіх форм навчання

Затверджено на засіданні
кафедри технологій
машинобудування та
деревообробки
протокол №6 від 11.01.2022 р.

ЧЕРНІГІВ 2022

Проектування технологічного оснащення. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування» всіх форм навчання. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – 47 с.

Укладач: САПОН СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за видання: ЄРОШЕНКО Андрій Михайлович, завідувач кафедри технологій машинобудування та деревообробки, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент: ІВАНОВ ВІТАЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування верстатів та інструментів Сумського державного університету

© Сапон С.П.

© НУ «Чернігівська політехніка»

Зміст

Вступ.....	4
1 Загальні методичні рекомендації.....	5
1.1 Індивідуальне завдання та організація виконання і захисту розрахунково-графічної роботи.....	5
1.2 Вимоги до обсягу та оформлення РГР	6
1.2.1 Структура РГР	6
1.2.2 Титульний аркуш РГР.....	7
1.2.3 Вимоги до оформлення пояснювальної записки РГР	7
1.2.4 Складання переліку посилань.....	10
1.2.5 Вимоги до оформлення графічної частини РГР	12
1.2.6 Критерії оцінювання знань при виконанні РГР	14
2 Методичні рекомендації до виконання окремих розділів РГР.....	16
2.1 Технологічне проектування.....	16
2.1.1 Інформація про вихідну заготовку	16
2.1.2 Маршрут обробки деталі.....	18
2.1.3 Режими і зусилля різання для заданої операції.....	19
2.2 Функціональне призначення пристрою.....	19
2.3 Технічне завдання на проектування пристрою	21
2.4 Конструкторський розділ	25
2.4.1 Розробка принципової схеми пристрою	26
2.4.2 Розрахунок зусилля затиску заготовки	27
2.4.4 Проектування затискного механізму пристрою	29
2.4.5 САЕ-аналіз елементів технологічного оснащення	30
2.4.6 Розрахунок параметрів точності пристрою	30
2.4.7 Рекомендації щодо формулювання описання конструкції та принципу роботи пристрою	33
2.4.8 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації пристрою.....	34
3 Методичні рекомендації з розробки складального кресленника пристрою	36
4 Заключні рекомендації	38
Рекомендована література.....	39
Додатки.....	41
Додаток А Приклад оформлення титульного аркуша до РГР	41
Додаток Б Приклад оформлення індивідуального завдання до РГР	42
Додаток В Приклад оформлення технічного завдання на проектування засобів технологічного оснащення.....	43
Додаток Г Приклад оформлення складального кресленника пристрою	47

Вступ

Підвищення продуктивності праці та поліпшення показників якості випускаємої продукції є найважливішими задачами машинобудування. Вирішення задач, які стоять перед машинобудуванням нерозривно пов'язано з необхідністю як удосконалення, так і проєктування нового високотехнологічного оснащення механоскладального виробництва.

Технологічне оснащення в широкому розумінні - це додаткові допоміжні пристрої, які значною мірою розширюють функціональні можливості технологічного обладнання. Технологічне оснащення в машинобудуванні - це верстатні, складальні, контрольні пристрої та допоміжний інструмент, що забезпечують взаємну орієнтацію, контроль положення та закріплення елементів технологічної системи при різних видах обробки, складання або контролю.

Отримання знань з основ створення високотехнологічних конструкцій засобів технологічного оснащення механоскладального виробництва передбачено при вивченні дисципліни «Проєктування технологічного оснащення».

Метою виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проєктування технологічного оснащення» є закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних здобувачами вищої освіти (ЗВО) за час навчання та їх застосування при проєктуванні за допомогою сучасних CAD- та CAE-систем верстатного пристрою для конкретної деталі та певної операції технологічного процесу механічної обробки.

1 Загальні методичні рекомендації

1.1 Індивідуальне завдання та організація виконання і захисту розрахунково-графічної роботи

Вихідними даними до виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) є індивідуальне завдання у вигляді кресленника або натуральної деталі та величина партії деталей або тип виробництва. Кількість деталей та інші особливості індивідуального завдання кожен здобувач вищої освіти формує спільно з викладачем, залежно від оцінки на яку претендує при підсумковій атестації з дисципліни «Проектування технологічного оснащення».

В окремих випадках індивідуальне завдання може бути пов'язане з іншими видами технологічного оснащення для механоскладального виробництва або операцій контролю. Враховуючи, що виконання даної РГР є також етапом підготовки до виконання дипломного проєкту, матеріали даної РГР можуть використанні в дипломному проєктуванні.

На основі індивідуального завдання ЗВО розробляється технічне завдання (ТЗ) на пристрій, яке розміщується у першому розділі розрахунково-пояснювальної записки (детально методика розробки ТЗ на проєктування наведена у підрозділі 2.3 даних методичних вказівок).

Виконання РГР здійснюється протягом одного семестру. Індивідуальні завдання здобувачам вищої освіти видаються на першому тижні навчання. Приступати до виконання РГР необхідно негайно після отримання завдання. Незрозумілі питання, що виникають при виконанні роботи потрібно з'ясовувати на консультаціях.

З метою забезпечення ритмічного та поетапного виконання РГР проводяться рубіжні контролю виконання розділів РГР. Рубіжний контроль здійснюється керівником РГР, а день проведення попередньо узгоджується зі здобувачами вищої освіти. В результаті рубіжних контролів керівник РГР виявляє стан виконання розділів РГР. ЗВО, які вчасно або з випередженням виконують РГР, отримують заохочувальні рейтингові бали.

Виконана та оформлена відповідно до вимог даних методичних вказівок РГР здається на перевірку не пізніше, ніж за три дні до початку екзаменаційної сесії згідно затвердженого графіку навчального процесу. За бажанням, здобувач вищої освіти може додатково представити виконану РГР у вигляді мультимедійної презентації обсягом 7-15 слайдів, за яку також додатково нараховуються заохочувальні рейтингові бали.

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

Без своєчасно зданої РГР здобувач вищої освіти не допускається до підсумкового контролю з дисципліни «Проектування технологічного оснащення». Несвоєчасно виконаною вважається РГР, здана після передекзаменаційної консультації або заліку.

1.2 Вимоги до обсягу та оформлення РГР

1.2.1 Структура РГР

Розрахунково-графічна робота складається з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини. Зміст пояснювальної записки наступний:

Індивідуальне завдання

1. Загальний розділ

1.1 Технологічне проектування

1.1.1 Інформація про вихідну заготовку

1.1.2 Маршрут обробки деталі

1.1.3 Режими і зусилля різання для заданої операції

1.2 Службове призначення пристрою

1.3 Технічне завдання на проектування

1.3.1 Мета проектування

1.3.2 Вихідні дані для проектування

1.3.3 Очікувані кінцеві результати реалізації проекту

1.3.4 Етапи проектування і терміни їх виконання

1.3.5 Вимоги до матеріалів, які подають під час закінчення проекту та його окремих етапів.

2. Конструкторський розділ

2.1 Розробка принципової схеми пристрою

2.2 Силовий розрахунок пристрою

2.2.1 Розрахунок зусилля затиску заготовки

2.2.2 Проектування затискного механізму пристрою

2.3 Розрахунки елементів пристрою на міцність

2.4 Розрахунок параметрів точності пристрою

2.5 Опис конструкції та принципу роботи пристрою

2.6 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації пристрою

Перелік посилань.

Графічна частина РГР складається з наступних аркушів:

- кресленик деталі;

- складальний кресленик пристрою (формат А2 - А1);

- специфікація складального кресленника пристрою;
- кресленики оригінальних деталей пристрою (формат А4-А2).

1.2.2 Титульний аркуш РГР

Титульний аркуш є першою сторінкою РГР, яка не нумерується.

Титульний аркуш виконується за встановленим зразком, що наведений у додатку А. Після титульного аркуша розміщується індивідуальне завдання до РГР, приклад оформлення якого наведено в додатку Б.

1.2.3 Вимоги до оформлення пояснювальної записки РГР

Викладання матеріалу в пояснювальній записці (ПЗ) повинно відповідати вимогам ДСТУ 3008-2015.

Текст ПЗ друкують на принтері шрифтом 14 пт через 1,5 міжрядкові інтервали з одного боку аркушу формату А4 з обмежувальними рамками і основними надписами за формою 2 (ГОСТ 2.105-95). В штампі обмежувальної рамки всіх аркушів РГР вказується її шифр:

РГР.ПТО МТМ201,027.002

				<u>Номер текстової частини</u>
				<u>Порядковий номер ЗВО в списку групи</u>
				<u>Індекс академічної групи</u>
				<u>«Проектування технологічного оснащення»</u>
				<u>Розрахунково-графічна робота</u>

Зміст розташовують безпосередньо після індивідуального завдання до РГР, починаючи з нової сторінки. До змісту вносять послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають 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.

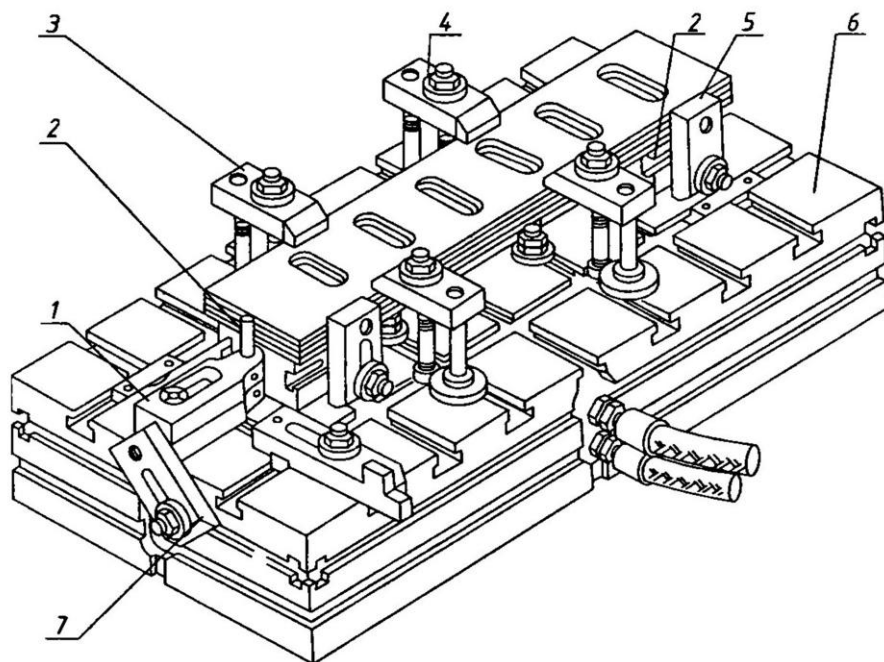
Матеріал ПЗ потрібно викладати коротко в логічній послідовності. В тексті повинні бути пояснення, розрахунки, ескізи, рисунки. **Не допускається** переписування з книг та інших інформаційних ресурсів відомих положень та інформації без відповідних посилань на їх номер у переліку посилань вміщений у квадратних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

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 розшифровка 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

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.

Приклад:

Можливий кут повороту заготовки визначається, як:

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

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.

Таблиці нумеруються послідовно арабськими цифрами. Номер таблиці вказується над таблицею зліва і повинен складатися з номера розділу та

порядкового номеру таблиці розділених крапкою. Наприклад: *Таблиця 2.1* (перша таблиця другого розділу). Якщо таблиця переноситься на іншу сторінку її позначають так: *Продовження таблиці 2.1*. Кожна таблиця повинна мати заголовок. 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.

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>	

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>

1.2.4 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 чинних стандартів 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»;

- ДСТУ 3582-97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила».

Посилання на деякі основні літературні джерела рекомендовано оформлювати наступним чином:

Книжки, навчальні посібники, підручники:

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.

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-е вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.

Методичні вказівки (рекомендації):

Сапон С.П. Проектування технологічного оснащення. [Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування» всіх форм навчання.] / С.П. Сапон – Чернігів: ЧНТУ, 2020.– 42 с.

Стандарти:

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

Інформаційні інтернет-ресурси

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

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.
– № у 201506272; заявл. 25.06.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

1.2.5 Вимоги до оформлення графічної частини РГР

Графічна частина РГР повинна відповідати вимогам діючих стандартів ЕСКД і ЕСТД, правилам нарисної геометрії та технічного креслення.

Рекомендації з розробки креслеників типових деталей наведено в довідниках і посібниках з конструювання деталей машин.

Формат аркушів повинен бути таким, щоб створювалось цілком повне враження і була вся інформація, необхідна для роботи з креслениками. Кількість проєкцій і перерізів повинна бути такою, яка б давала повне і однозначне уявлення про конструкцію. Не слід прагнути до надмірного збільшення або зменшення зображень на аркушах. Масштаб повинен бути таким, щоб неозброєним оком можна було розгледіти зображені на аркуші конструктивні елементи деталі, складальної одиниці, технологічні позначення тощо. Перевага віддається масштабу 1:1.

На кресленику деталі необхідно обов'язково відобразити :

- деталь в необхідній кількості видів та проєкцій для повного і чіткого уявлення про її форму та конструктивні особливості;
- габаритні розміри деталі;
- розміри (з допусками), що визначають форму, розміри та положення базових (основні і допоміжні бази) та виконавчих поверхонь;
- вільні розміри, що уточнюють розміри та положення конструктивних елементів деталі;
- допуски форми (при необхідності) базових і виконавчих поверхонь;
- допуски розташування (при необхідності), що визначають положення базових і виконавчих поверхонь;
- розміри фасок, канавок, радіусів скруглень;
- довідкові розміри (на креслениках їх позначають *);
- шорсткість поверхонь;
- технічні умови до деталі.

На складальному кресленику пристрою необхідно обов'язково відобразити:

- пристрій в необхідній кількості видів та проєкцій для повного і чіткого уявлення про його конструктивні особливості;

- габаритні розміри;
- установчі розміри, що визначають спосіб встановлення та закріплення складальної одиниці при її монтажі у вузлі, машині тощо;
- приєднувальні розміри (з допусками), що визначають розміри та конструктивні особливості поверхонь деталей даної складальної одиниці, до яких будуть приєднуватись інші деталі при монтажі у вузлі, машині тощо; наприклад розміри кінців вхідного і вихідного валів редуктора або розміри отворів для приєднання трубопроводів;
- розміри з посадками всіх рухомих та нерухомих з'єднань, окрім різевих, які будуть утворюватися в процесі складання;
- довідкові розміри (на креслениках їх позначають *);
- технічні вимоги.

Приклад виконання складального кресленика пристрою наведено в додатку Г.

Специфікація до складального кресленика пристрою виконується у відповідності з вимогами ЕСКД і підшивається в кінці пояснювальної записки.

Перед поданням креслеників на перевірку викладачеві студент повинен самостійно старанно перевірити правильність їх оформлення, відповідність вимогам і підтвердити це своїм підписом.

Перевірку слід проводити, відповідаючи на запитання:

1. Чи достатньо ясно представлена конструкція на кресленику, чи не має необхідності в додаткових перерізах, видах?
2. Чи не захаращений кресленик зайвими проекціями та зображеннями?
3. Чи всі необхідні технічні характеристики відображені в технічних вимогах? Чи не треба доповнень?
4. Чи відповідає діючим стандартам, правилам та рекомендаціям нанесення розмірів, допусків, шорсткості та інших позначень?
5. Чи відповідають вибрані посадки характеру з'єднань деталей в СО?
6. Чи є зайві, недостаючі або такі, що повторюються розміри та літерні позначення?
7. Чи забезпечена технологічність деталей?
8. Чи відповідають призначені класи шорсткості поверхонь квалітетам їх точності?
9. Чи необхідна і вірно призначена термообробка?
10. Чи правильно заповнено штамп кресленика?

11. Наявність підпису виконавця.

1.2.6 Критерії оцінювання знань при виконанні РГР

При виконанні РГР оцінка знань здійснюється за наступною системою.

Для підтвердження мінімального та достатнього рівня знань та умінь (**60 балів**) РГР необхідно виконати в мінімально необхідному обсязі наведеному в п. 1.2.1 та відповідно до далі наведених рекомендацій щодо оформлення окремих розділів РГР.

Для підтвердження більш високого рівня знань та умінь (**більше 60 балів**) необхідно виконати РГР в мінімально необхідному обсязі, а необхідну кількість додаткових балів здобувач вищої освіти обирає особисто, виконуючи види робіт з нижче наведеного переліку в таблиці 1.1.

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.

Таблиця 1.1 – Види додаткових завдань до РГР

Вид додаткових робіт	Кількість балів
Розробка іншого варіанту конструкції пристрою для обраної операції обробки заданої деталі	10
Розробка пристрою для іншої операції обробки заданої деталі	20
Розробка пристрою для обробки іншої деталі	40
Розробка кресленника оригінальної деталі пристрою	5-10

При виконанні РГР заохочується креативність та новизна технічних рішень, запропонованих особисто здобувачем вищої освіти. 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**. Кількість заохочувальних балів визначається виходячи з цінності та новизни запропонованих технічних рішень. Категорично не рекомендується занижувати оцінку (знецінювати) креативність та прагнення здобувача вищої освіти проявити свої здібності та бажання виконувати завдання нетрадиційно.

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 ЗВО не може самостійно знайти і виправити помилки, він може звернутися за допомогою до викладача. Після виправлення помилок ЗВО повторно подає РГР на перевірку викладачу. РГР, що містить помилки вважається не виконаною до тих пір, поки всі помилки не будуть виправлені.

2 Методичні рекомендації до виконання розділів РГР

2.1 Технологічне проєктування

2.1.1 Інформація про вихідну заготовку

Спосіб отримання вихідної заготовки визначає її точність і об'єм механічної обробки. Слід максимально наближати форму і розміри вихідної заготовки до форми і розмірів готової деталі, тобто до найбільшого коефіцієнту використання матеріалу, що має значний вплив на собівартість виготовлення деталі в цілому.

Відповідно до кількості деталей, типу виробництва, характеристик матеріалу (його ливарних та пластичних властивостей), з врахуванням конструктивних особливостей і розмірів деталі, використовуючи знання і навички, отримані при вивченні дисципліни «Проектування і виробництво заготовок» вибирають вид і спосіб отримання вихідної заготовки.

В цьому розділі РГР необхідно коротко і обґрунтовано пояснити чому саме цей спосіб отримання заготовки було обрано для виготовлення заданої 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 вилівок.

...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.....

При проєктуванні виливків, штампованих чи кованих заготовок на оброблювані поверхні деталі необхідно призначити припуски. Для виливків припуски визначаються за стандартом ГОСТ 26645-85.

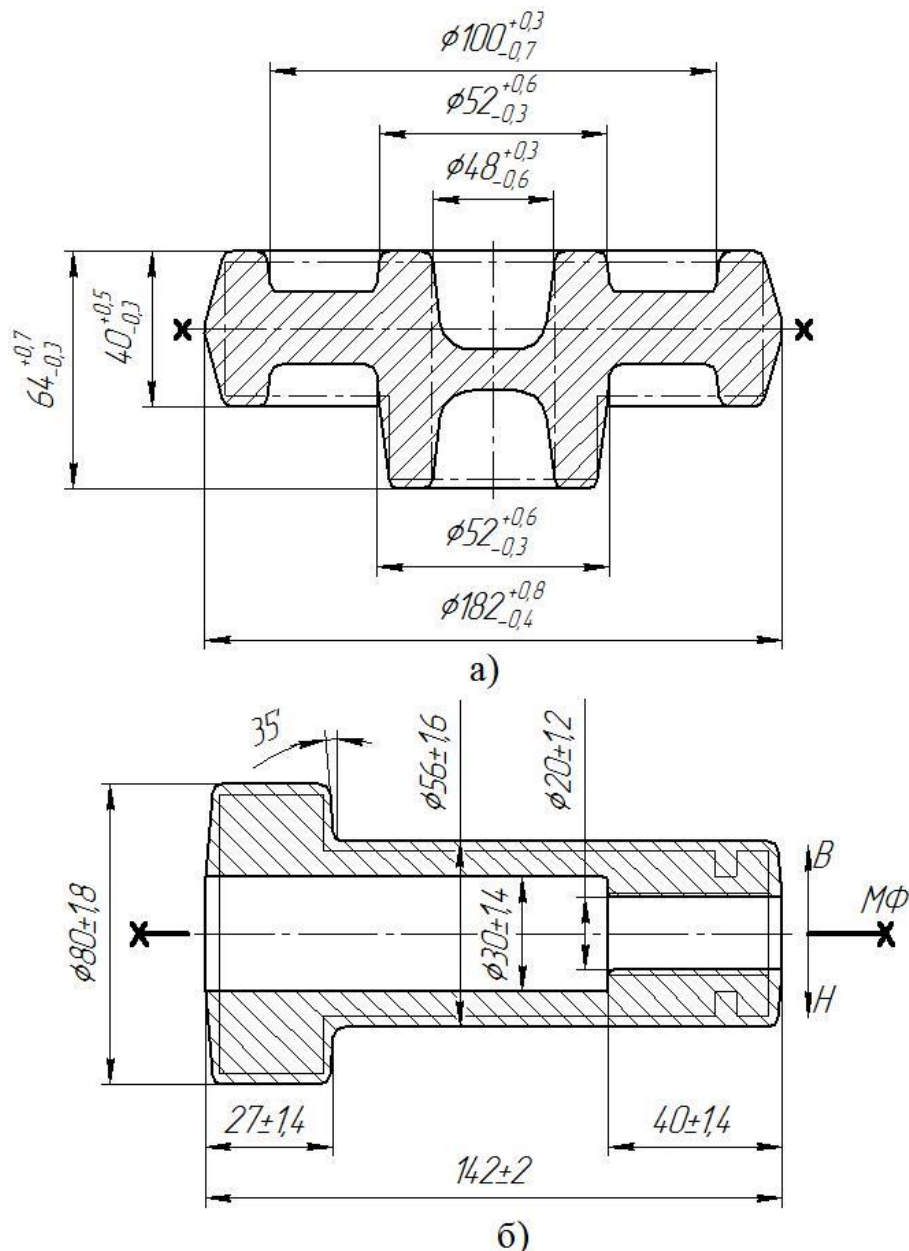
Для кованок з вуглецевої та легованої сталі круглого чи квадратного перерізу з виступами і виїмками, що виготовляють куванням на молотах призначають припуски за стандартом ГОСТ 7829-70.

Припуски для сталевих кованок, отримуваних гарячим об'ємним штампуванням на різних видах ковальсько-пресового обладнання наведено в стандарті ГОСТ 7505-89.

Для кованок з вуглецевої та легованої сталі, отримуваних вільним куванням на пресах призначають припуски за стандартом ГОСТ 7062-90.

Стандарти ГОСТ 7062-90, ГОСТ 7829-70, ГОСТ 7505-89 містять приклади призначення припусків для заготовок різної конфігурації.

В пояснювальній записці наводиться ескіз вихідної заготовки, виконаний відповідно до встановлених вимог та правил технічного креслення (рисунок 2.1). Зображення заготовки потрібно виконувати в розрізах і перерізах на мінімально необхідній кількості проєкцій.



a – приклад виконання ескізу кованки,

б – приклад виконання ескізу виливка

Рисунок 2.1 – Приклади виконання ескізів вихідних заготовок

2.1.2 Маршрут обробки деталі

Виходячи з інформації, приведеної на робочому кресленнику деталі, та умов заданого виробництва необхідно розробити або представити існуючий маршрут виготовлення деталі. Представлення в роботі маршруту обробки деталі необхідно для:

- розуміння місця операції, для якої проектується пристрій, в структурі технологічного процесу;
- інформації про стан поверхонь, в якому заготовка надходить на операцію, для якої проектується пристрій;
- інформації про схему базування заготовки на заданій операції та про поверхні, які можливо обробляються разом із заданою поверхнею.

Маршрут обробки деталі рекомендується представити у вигляді таблиці 2.1, в якій необхідно привести номер операції, короткий зміст операції та операційний ескіз. На ескізі потрібно вказати всі необхідні параметри, які витримуються при обробці, а також умовне позначення опор та затискачів за ГОСТ 3.1107-81.

Таблиця 2.1 – Маршрут механічної обробки корпусу

<i>Зміст операції</i>	<i>Операційний ескіз</i>	<i>Верстат</i>
Операція 005 Вертикально-фрезерна		
<i>Фрезерувати торець заготовки, витримуючи розмір $30_{-0,25}$ мм, шорсткість $Rz\ 40$ мкм</i>		<i>Вертикально-фрезерний 6P13</i>
Операція 010 Вертикально-фрезерна		
....	
Операція 040 Вертикально-свердлильна		
....	

Представлення маршруту обробки деталі можна в будь-якій довільній формі, але обов'язково має бути наведена вся інформація, представлена в таблиці 2.1.

Для операції, для якої проектується пристрій, окремо слід детально написати послідовність виконання переходів обробки, верстат та різальний інструмент, який використовується.

2.1.3 Режими і зусилля різання для заданої операції

Залежно від обраного комплексу способів обробки, для заданої операції, враховуючи характеристики оброблюваного та інструментального матеріалів, а також геометричні параметри різального інструменту, необхідно розрахувати за формулами або вибрати за нормативами режими різання та силові параметри процесу обробки. Режими та зусилля різання дозволяється визначати не для всіх технологічних переходів обробки даної операції, а лише для тих, де потенційно можуть бути найбільші значення зусиль різання.

2.2 Функціональне призначення пристрою

Функціональне призначення пристрою – максимально уточнена і чітко сформульована задача, для розв'язання якої призначений пристрій.

Розробка функціонального призначення пристрою ґрунтується на аналізі вихідної інформації про операцію технологічного процесу, для якої проектується пристрій та умов, в яких експлуатуватиметься пристрій.

Формулювання функціонального призначення пристрою є дуже відповідальним етапом процесу його проектування. Помилки, допущені при виявленні та уточненні функціонального призначення, призводять до створення неякісних пристроїв, зайвих витрат праці при їх виготовленні та експлуатації. Тому розробці функціонального призначення пристрою повинні передувати глибоке вивчення задач, для розв'язання яких призначений пристрій і точне формулювання його функцій.

При формулюванні функціонального призначення пристрою, не можна обмежуватись загальними фразами. Необхідно якомога глибше уточнити призначення пристрою і виразити ці уточнення кількісно. Глибина формулювання функціонального призначення міститься саме в уточненнях.

Формулювання функціонального призначення пристрою повинне містити приблизно наступний зміст:

- найменування пристрою та його загальне призначення;
- основні і допоміжні функції пристрою;
- перелік умов, в яких пристрій має працювати (режим роботи і стан навколишнього середовища).

Найменування пристрою та його загальне призначення повинні містити конкретну інформацію про галузь застосування пристрою.

Основна функція (ОФ) пристрою – ознака, яка визначає його сутність, призначення, для реалізації якої створюється пристрій і без якої він, як виріб, втрачає свою споживчу вартість, корисність.

Зазвичай основними функціями верстатного пристрою є:

- забезпечити необхідну точність розташування заготовки відносно різального інструменту в процесі обробки на верстаті;
- забезпечити надійне затискання заготовки.

Допоміжна функція (ДФ) пристрою – ознака (ознаки) яка доповнює, розвиває і уточнює основну функцію. ДФ може принципово не впливати на його ОФ, але забезпечує певні умови функціонування.

Допоміжними функціями верстатного пристрою, наприклад, можуть бути:

- забезпечити необхідну швидкість встановлення і зняття обробленої заготовки (продуктивність обробки);
- забезпечити заданий рівень стандартизації та уніфікації конструкції пристрою;
- забезпечити необхідні і достатні показники надійності;
- безпечність експлуатації та обслуговування пристрою;
- забезпечити вимоги ергономічності;
- забезпечити задану обмежену величину витрат на проєктування, виготовлення та експлуатацію пристрою.

Формулювання основних і допоміжних функцій верстатного пристрою є дуже важливим моментом в його проєктуванні. Знання основних і допоміжних функцій пристрою в подальшому, в технічному завданні на проєктування, допомагає сформулювати задачі, які необхідно конструктору вирішити при проєктуванні пристрою. В матеріалах, які подаються за підсумками виконання проєкту повинно обов'язково відображатись яким чином конструктивно чи іншими способами забезпечено виконання верстатним пристроєм своїх основних та допоміжних функцій.

Основні і допоміжні функції в подальшому доповнюються уточненнями, які відображаються в технічному завданні на проєктування.

Перелік умов, в яких пристрій має працювати повинен відображати режим роботи пристрою і стан навколишнього середовища, в якому експлуатуватиметься пристрій. Це дуже важлива інформація при виборі конструкційних матеріалів для виготовлення деталей пристрою.

Правильно і чітко сформульоване функціональне призначення пристрою є запорукою виконання ним всіх покладених на нього функцій з необхідними показниками якості.

Приклад формулювання функціонального призначення пристрою:

Пристрій призначений для базування та закріплення попередньо обробленої заготовки при обробці торця на вертикально-фрезерувальному верстаті моделі 6P12.

Основні функції (ОФ):

ОФ₁ – забезпечити точність базування заготовки відносно різального інструменту в процесі обробки на верстаті.

ОФ₂ – забезпечити надійне затискання заготовки.

Допоміжні функції (ДФ):

ДФ₁ – забезпечення норми часу на встановлення і зняття обробленої заготовки $t_{вст}=0,3хв$;

ДФ₂ – забезпечити задані показники надійності для обробки 3000 заготовок протягом 60 місяців (5 років);

ДФ₃ – забезпечити 100% стандартизацію конструкції пристрою;

ДФ₄ – забезпечити величину витрат на проектування та виготовлення пристрою в межах 1000 грн.

ДФ₅ – забезпечити вимоги ергономічності та безпеки експлуатації.

Пристрій призначений для експлуатації в механо-складальному цеху. Кліматичне виконання і категорія розміщення пристрою УХЛ 4.2 за ГОСТ 15150-69, для районів з помірним і холодним кліматом. Умови експлуатації: температура повітря $20\pm 10^{\circ}C$, відносна вологість $75\pm 10\%$.

2.3 Технічне завдання на проектування пристрою

Технічне завдання (ТЗ) є основним вихідним документом для розробки будь-якого виду продукції та технічної документації на неї.

При розробці технічного завдання на проектування пристрою необхідно: узагальнити всі необхідні відомості про оброблювану заготовку та розробити тактико-технічні та техніко-організаційні вимоги до пристрою.

Технічне завдання на проектування в загальному випадку доцільно сформулювати з наступних пунктів:

- 1) Мета проектування
- 2) Вихідні дані для проектування
- 3) Очікувані кінцеві результати реалізації проекту
- 4) Етапи проектування і терміни їх виконання

5) Вимоги до матеріалів, які подають під час закінчення проекту та його окремих етапів.

У розділі «**Мета проєктування**» наводять коротку характеристику та оцінку стану проблеми, що її вирішують. Визначають мету проєкту, його актуальність та обґрунтування необхідності виконання.

У розділі «**Вихідні дані для проєктування**» зазначають, що проєкт виконується вперше або є продовженням попередніх робіт та наводять перелік документів, які необхідно або рекомендовано використовувати під час проєктування. Перелік може містити стандарти та нормативні документи України, національні стандарти інших країн, міжнародні стандарти, нормативну і технічну документацію, науково-технічну літературу, довідники, каталоги тощо.

Також в цьому розділі наводяться наступні вихідні дані:

- відомості про заготовку або стан виробу, в якому він надходить на операцію, для якої проєктується пристрій (матеріал, складові виробу, стан технологічних баз. Бажано цю інформацію відобразити у вигляді ескіза заготовки (виробу) в тому стані, в якому він потрапляє на дану операцію (рисунок 2.2);

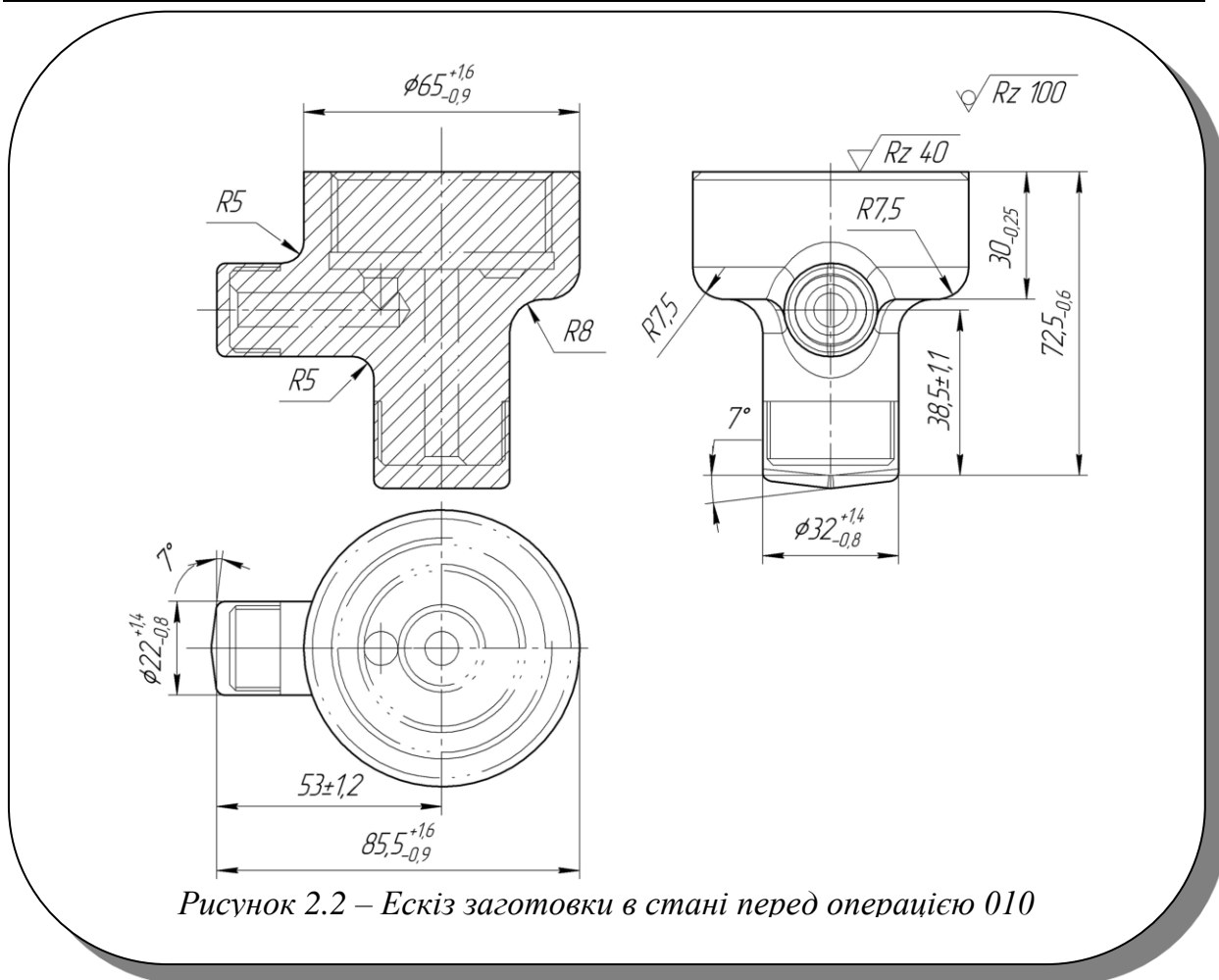
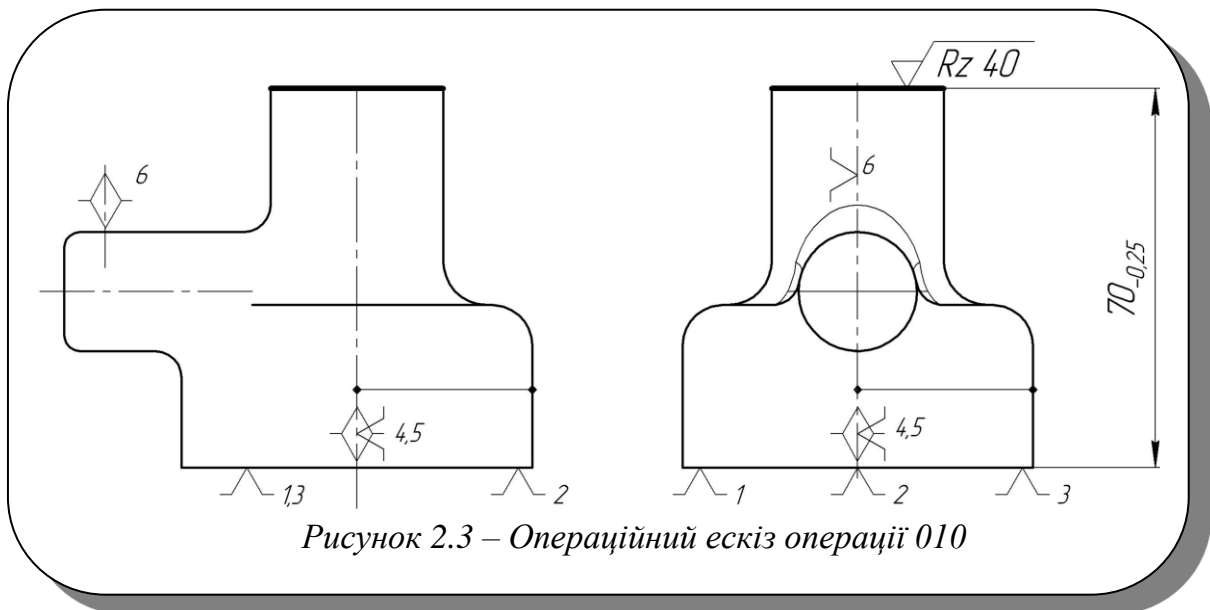


Рисунок 2.2 – Ескіз заготовки в стані перед операцією 010

- інформацію про схему базування заготовки, відомості про поверхні, які повинні бути оброблені та усі параметри, витримувані при обробці, містить операційний ескіз (рисунок 2.3). Оброблювані поверхні на операційному ескізі позначаються потовщеною лінією). За необхідністю рисунок, на якому наведений операційний ескіз, може бути доповнений поясненнями, керівними матеріалами щодо особливостей здійснення обробки даної заготовки та рекомендаціями щодо типу пристрою;



- тип виробництва, величина партії деталей та періодичність їх виготовлення. Ця інформація важлива з огляду вибору типу пристрою за ступенем спеціалізації (універсальний, спеціалізований або спеціальний).
- верстат, на якому виконується операція (назва, модель);
- передбачаємий спосіб або варіанти встановлення пристрою або установчо-затискних засобів технологічного оснащення на верстаті;
- різальний інструмент, який використовується для обробки на технологічних переходах з потенційно найбільшими зусиллями різання (тип, ГОСТ, основні розмірні параметри);
- режими та зусилля різання, які виникають (V , S , t , P_z , P_x , P_y);
- умови експлуатації пристрою та орієнтовний строк експлуатації.

Окремі вимоги (величини), які не можуть бути визначені під час розробки ТЗ, записують в такій редакції: «Остаточні вимоги (величини) ... уточнюють у процесі виконання проєкту і узгоджують із ... на етапі ... ».

У розділі **«Очікувані кінцеві результати реалізації проєкту»** конкретно з використанням вимірюваних показників та критеріїв описуються результати, які очікують від проєктування оснащення. Кінцеві результати повинні корелюватися з основними та допоміжними функціями пристрою. Рекомендований перелік показників та критеріїв, які потрібно забезпечити, як кінцевий результат проєктування наступні:

- вимоги до показників точності, які потрібно забезпечити із застосуванням пристрою що проєктується (удосконалюється);

- приблизна норма часу на встановлення і зняття заготовки (пристрою), яка визначає необхідну продуктивність операції. Від цієї норми часу залежить вибір затискних та інших елементів пристрою.
- передбачаємий тип затискного механізму (при наявності);
- рівень уніфікації та стандартизації деталей пристрою;
- показники надійності і довговічності пристрою;
- кількість одночасно встановлюваних і закріплюваних в пристрої заготовок;
- основні технічні вимоги до пристрою:
 - а) вимоги безпечності роботи, зручності і простоти обслуговування пристрою;
 - б) вимоги до зовнішнього виду, естетичні вимоги (при необхідності);
 - в) вимоги до рівня шуму;
 - г) коефіцієнт корисної дії (при необхідності).
- інші якісні і кількісні показники, які мають бути досягнуті у процесі виконання проекту.

У розділі «*Етапи проектування і терміни їх виконання*» на основі інформації попередніх пунктів ТЗ формулюється перелік завдань, які необхідно вирішити в проекті для досягнення поставленої мети та конкретних кінцевих результатів. На основі сформульованих завдань визначають необхідні етапи виконання проекту, склад робіт за кожним етапом, терміни їх виконання і виконавців.

У розділі «*Вимоги до матеріалів, які подають під час закінчення проекту та його окремих етапів*» наводять конкретний перелік звітної документації та інших технічних і організаційно-методичних документів, які повинні бути розроблені за підсумками закінченого проекту та його окремих етапів. Крім того, визначають спосіб виконання, форму представлення та кількість комплектів документації.

ТЗ підписується виконавцем та затверджується на кафедрі керівником проекту.

Приклад оформлення технічного завдання на проектування засобів технологічного оснащення наведено у додатку В.

2.4 Конструкторський розділ

На даному етапі виконують всі необхідні розрахунки конструкції

пристрою та вибирають його окремі елементи. Обґрунтовують технічну (з точки зору забезпечення потрібної точності) і економічну доцільність реалізації можливих варіантів технічних та схемних рішень конструкції пристрою.

2.4.1 Розробка принципової схеми пристрою

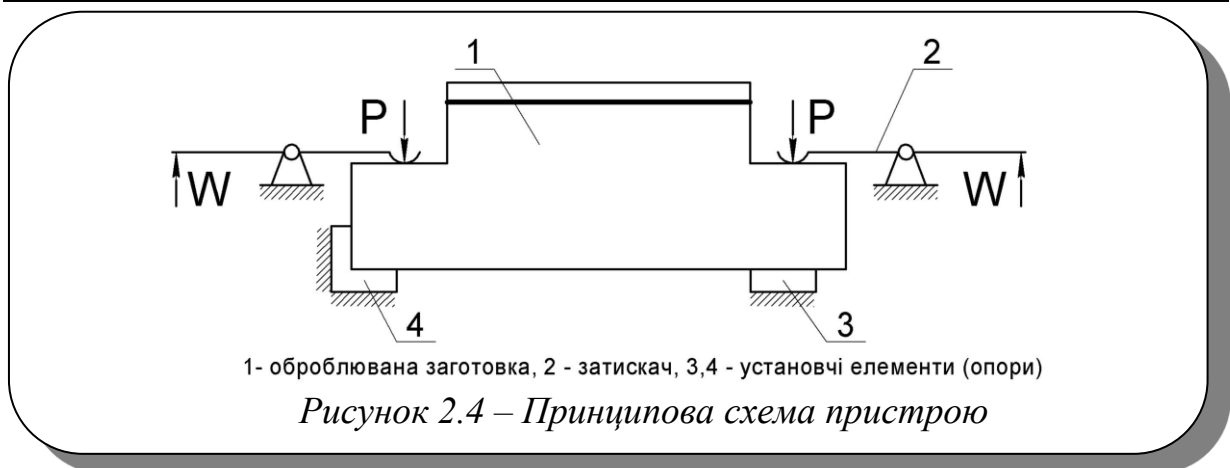
Принципова схема пристрою відображається за допомогою умовних позначень та повинна містити:

- схему розташування установчих елементів,
- схему прикладання сил затиску заготовки,
- кінематику передачі зусилля від привода до затискних елементів.

Тип, розміри, кількість та взаємне розташування установочних елементів пристрою визначають зі схеми базування заготовки та інформації про стан та форму її технологічних баз. При розробці принципової схеми вибирають найбільш раціональне розташування установчих елементів у кожній координатній площині. Наприклад, для базування заготовки на установчу базу остання повинна мати три установчих елементи. Розташувати їх на заданій площині можна по різному. Добирають таку схему розташування елементів, при якій були б забезпечені найвища точність встановлення та найбільша стійкість заготовки, що базується.

При виборі схеми прикладання сил затиску заготовки оцінюють схему сил і моментів, що діють на заготовку під час обробки, та згідно з обраною схемою розташування установчих елементів вирішують, на які поверхні з комплекту баз спрямувати силове замикання і скільки сил діятиме на базу - одна чи кілька. Наприклад, на установчу базу може бути спрямована одна сила або три сили, тобто на кожний установчий елемент. Коли прикладається одна сила, точка її прикладання має бути рівновіддаленою від кожного з установчих елементів. На цьому ж етапі визначають потребу в додаткових опорах.

Після розробки схем розташування установчих елементів та сил затиску визначають кінематичну схему механізму передачі зусилля від силового привода до затискних елементів. У результаті отримують принципову схему пристрою (рисунок 2.4).



Принципову схему пристрою дозволяється відображати в одній проекції, але обов'язково повинні бути показані лініями-виносками: оброблювана заготовка, установчі елементи, елементи затискного механізму. Обов'язково потрібно відобразити напрям дії сил затиску заготовки. Після відображення в пояснювальній записці РГР принципової схеми пристрою, необхідно навести короткий опис принципу роботи пристрою, в якому необхідно відобразити таку інформацію:

- як пристрій встановлюється на верстаті (на заготовці чи виробі);
- як здійснити базування заготовки (виробу) в пристрої;
- які типи затискного механізму та силового приводу використовуються для закріплення заготовки в пристрої;
- як працює затискний механізм та силовий привод пристрою;
- як зняти заготовку (пристрій) після обробки.

2.4.2 Розрахунок зусилля затиску заготовки

Визначають систему сил, що діють на заготовку (по визначенням при розрахунку режимів різання силам різання), вибирають місця прикладання і напрям дії затискного зусилля, розраховують його величину.

Для розрахунку затискної сили, що потрібна для надійного затиску заготовки при обробці будують розрахункову схему. Розрахункова схема будується на основі розробленої принципової схеми (ескізного компонування пристрою), на якій позначаються всі діючі на заготовку сили й моменти, точки їх прикладання та відстані між ними. Як правило, на розрахунковій схемі відображаються сили і моменти різання, затискні зусилля, реакції опор і сили тертя (рисунок 2.5).

Багато на розрахунковій схемі спрощено позначити установчі і притискні елементи з вказанням їх основних розмірів та відстаней між ними.

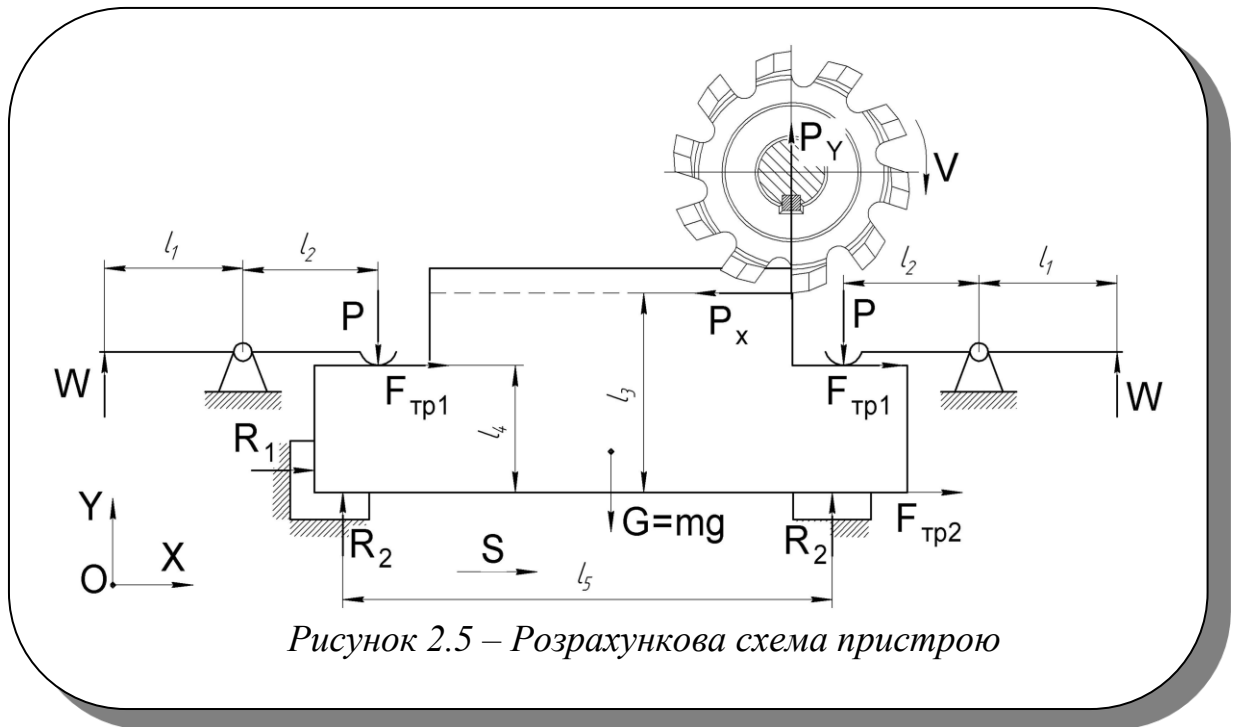


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема пристрою

Оскільки зусилля і моменти різання не залишаються постійними при обробці заготовки ні за величиною, ні за точкою прикладання, то при побудові розрахункової схеми необхідно розглядати найбільш несприятливий випадок, коли їх значення будуть найбільшими, що відповідно призводить до необхідності прикладання найбільших зусиль закріплення.

Потрібні затискні зусилля визначаються з умов рівноваги діючих на заготовку сил і моментів, тобто сили і моменти різання, що виникають при обробці заготовки (виробу) мають врівноважуватись силами і моментами, що створюються затискними елементами пристрою. Величина зусилля затиску визначається шляхом розв'язання системи рівнянь рівноваги заготовки, одержаних на основі розрахункової схеми. В загальному випадку таких рівнянь шість:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \\ \sum M_x = 0 \\ \sum M_y = 0 \\ \sum M_z = 0 \end{array} \right.$$

З шести можливих рівнянь статички вибираються ті, що можуть бути застосовані для конкретного випадку. Рівняння рівноваги записуються в загальному вигляді з використанням умовних позначень сил, моментів і відстаней, вказаних на розрахунковій схемі.

2.4.4 Проектування затискного механізму пристрою

За величиною зусилля затиску та кількістю місць його прикладання вибирають тип затискного механізму, розраховують його параметри та величину необхідного зусилля, розвиваємого силовим приводом.

Виходячи з необхідної величини зусилля силового приводу та регламентованого часу на затискання і звільнення обробленої заготовки вибирають тип силового приводу та при необхідності розраховують його розміри. За стандартами, довідниками, каталогами вибирають конструкцію силового приводу.

Особливості вибору типу затискного механізму та його силового приводу розглянуті в літературних джерелах [5 - 11].

Розрахунок силового приводу, як правило, зводиться до визначення сили, яку необхідно прикласти до рукоятки (або ключа), щоб затиснути заготовку. Максимально допустима сила, яку необхідно прикласти до рукоятки, не повинна бути більшою 150 Н. При розрахунках сили, яку необхідно прикласти до рукоятки, необхідно враховувати, що між рукояткою, до якої прикладає зусилля робітник і точкою прикладання затискної сили до заготовки можуть бути декілька механізмів (гвинтових, клинових, важільних і т. ін.)

2.4.5 CAE-аналіз елементів технологічного оснащення

За методиками і формулами, що вивчалися в попередніх дисциплінах конструкторської підготовки, з використанням сучасних CAE – систем інженерного аналізу розраховуються на міцність та зносостійкість найбільш навантажені елементи пристрою. Розрахунки на міцність (зносостійкість) дозволяють оцінити здатність пристосування і його деталей витримувати прикладені до них зовнішні навантаження та сили тертя.

Перевірка виконується на найбільш небезпечних перерізах і найнавантаженіших елементах. За допомогою розрахунків на міцність можна визначити раціональні розміри різних деталей пристроїв, передавальних сил або крутних моментів.

Найбільш слабкими місцями пристроїв на базі деталей та складальних одиниць універсально-складуваної переналагоджуваної оснастки з кутовими пазами УСП-К2 є шпильки та гайки. В інструкції по експлуатації УСП-К2 сказано, що сили, які сприймаються гайками та шпильками не повинні бути більшими відповідно 46000 Н і 34000 Н. В зв'язку з цим розрахунок елементів пристрою на міцність зводиться до визначення сил, які сприймають гайки та шпильки. Якщо ці сили не більші допустимих, то міцність пристрою буде задовільною.

2.4.6 Розрахунок параметрів точності пристрою

Розрахунок точнісних параметрів розпочинається з виявлення параметрів пристрою, які впливають на точність розмірів або розташування поверхонь деталі, які будуть оброблені на операції, для якої призначений пристрій.

Метою розрахунку пристрою на точність є визначення необхідної точності виготовлення пристрою по вибраному параметру і встановлення допусків розмірів деталей і елементів пристрою. Розрахунок, як правило, повинен складатися з наступних етапів:

- 1) виявлення всіх параметрів точності деталі, які мають бути забезпечені при обробці на даній операції та залежать від пристрою;
- 2) вибір одного або декількох найбільш важливих параметрів точності деталі, виходячи з яких буде розраховуватись точність пристрою;
- 3) встановлення одного або декількох параметрів точності пристрою, які впливають на точність положення заготовки

4) ухвалення порядку розрахунку і вибір розрахункових параметрів;
5) визначення необхідної точності виготовлення пристрою за вибраними параметрами шляхом розрахунку допустимої похибки пристрою;

6) розподілення допуску на виготовлення пристрою на допуски розмірів або відносного розташування поверхонь деталей пристрою, які безпосередньо впливають на точність пристрою за певним параметром та відповідно є ланками розмірного ланцюга, які формують цей параметр точності пристрою;

7) відображення на складальному кресленні пристрою інформації про параметри точності пристрою, які необхідно витримати, та конкретної настанови щодо забезпечення точності пристрою. Наприклад, обробкою в зборі при неможливості або економічній недоцільності забезпечення отриманого розрахунком допуску розміру пристрою шляхом виготовлення з відповідною точністю деталей пристрою та їх складання.

Пристрій розраховується на точність по одному параметру у випадку, якщо при обробці заготовки розміри витримуються в одному напрямі, і по декількох параметрах, якщо на заготовці витримуються розміри в декількох напрямках. **Напрямок розрахункового параметра пристрою повинен співпадати з напрямом витримуваного розміру або норми точності відносного розташування поверхонь деталі.** При отриманні на оброблюваній заготовці розмірів в декількох напрямках пристрій доцільно розраховувати тільки по одному параметру в напрямку найточнішого по допуску і найвідповідальнішого по кресленню деталі розміру (норми точності відносного розташування поверхонь).

Найчастіше розрахунковий параметр визначає точність положення робочих поверхонь установчих елементів (їх робочих поверхонь) пристрою відносно основних баз корпусу, за допомогою яких пристрій з'єднується із столом або шпинделем верстата. Іншими словами, **розрахунковий параметр повинен зв'язувати по точності відносного розташування поверхні пристрою, що контактують із заготовкою і з верстатом.**

При виявленні точнісних параметрів пристрою певну допомогу можуть надати типові технічні вимоги до пристроїв [12]. Для цього необхідно знайти в типових технічних вимогах схему пристрою, аналогічну розроблюваному пристрою і, орієнтуючись на типові технічні

вимоги, сформулювати за аналогією точнісні технічні вимоги до розроблюваного пристрою.

Допустима похибка пристрою визначає частку пристрою в балансі точності обробки. Допустима похибка пристрою характеризує точність розташування заготовки в пристрої та залежить від низки факторів, які проявляються виходячи зі схеми пристрою і його похибок, схем базування і закріплення заготовки тощо. Враховуючи випадковий характер складових похибки пристрою, в загальному випадку вона визначається за формулою:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k \cdot \sqrt{(\kappa_1 \cdot \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{зміщ}^2 + \varepsilon_{уст.}^2 + \varepsilon_{спрац.}^2 + \varepsilon_n^2 + (\kappa_2 \cdot \omega)^2}$$

де δ – допуск відповідного (найбільш точного) розміру або параметру точності розташування поверхонь деталі, який забезпечується при обробці в пристрої;

k – коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від закону нормального розподілу окремих складових, $k = 1 \dots 1,2$ (залежно від кількості значущих доданків формули, чим їх більше, тим ближче до одиниці слід вибирати значення коефіцієнта);

k_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах, $k_1 = 0,8-0,85$ - в умовах серійного виробництва;

ε_0 – похибка базування заготовки в пристрої;

ε_3 – похибка, що виникає в результаті деформації заготовки при її закріпленні в пристрої; $\varepsilon_3 = 0$, коли сили, які виникають при закріпленні заготовки не впливають на точність розмірів, витримуваних при обробці, в інших випадках приблизне значення ε_3 вибирають за таблицями, наведеними в [7,13]

$\varepsilon_{зміщ}$ – похибка зміщення заготовки при її встановленні, що виникає внаслідок наявності зазорів в рухомих з'єднаннях пристрою (враховується вибірково, якщо при обробці заготовка переміщується за рахунок рухомих елементів пристрою і це впливає на точність витримуваних при обробці параметрів);

$\varepsilon_{уст.}$ – похибка установки пристрою на верстаті (враховується вибірково, якщо розташування пристрою на верстаті впливає на точність витримуваних при обробці параметрів);

ε_n – похибка виготовлення пристрою по параметру, що визначає положення установочних або напрямних елементів пристрою, наприклад:

- похибка установки і зміщення різального інструменту на верстаті, яка виникає внаслідок неточності виготовлення елементів пристрою, направляючих різальний та допоміжний інструменти;
- похибка пристрою, що визначається величиною найбільшого допустимого биття установочної поверхні оправки відносно її основної бази.

k_2 – коефіцієнт, що враховує частку похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які не залежать від пристрою, $k_2=0,6\dots 0,8$ (більшого значення коефіцієнт набуває при меншій кількості значущих величин, залежних від пристосування);

ω – значення похибки обробки, виходячи з економічної точності даного способу обробки;

$\varepsilon_{спрац}$ – похибка, що виникає в результаті спрацювання деталей пристрою (зазвичай установочних або напрямних елементів пристрою);

Величину похибки спрацювання $\varepsilon_{спрац}$ установочних елементів пристрою рекомендується розраховувати за формулою:

$$\varepsilon_{спрац} = \frac{\beta \cdot N \cdot n}{1000}$$

де β – коефіцієнт, який залежить від виду установочного елемента і умов контакту заготовки з установочними елементами;

N – кількість контактів заготовки з установочними елементами за рік;

n – строк служби пристрою в роках.

Готові чисельні значення похибки спрацювання установочних елементів можна знайти в [12].

2.4.7 Рекомендації щодо формулювання описання конструкції та принципу роботи пристрою

При формулюванні описання конструкції та принципу роботи спроектованого пристрою необхідно відобразити наступну інформацію:

- класифікація пристрою (універсальний спеціальний, тощо);
- для закріплення яких заготовок та на яких технологічних операціях використовується пристрій;
- перелік основних вузлів, з яких складається пристрій;
- як здійснити транспортування пристрою та його встановлення на верстаті (на заготовці чи виробі);
- як здійснити базування заготовки в пристрої;

- як закріпити заготовку в пристрої;
- як працює затискний механізм пристрою, його конструкція і дія на заготовку;
- як працює силовий привод пристрою (для гідравлічного і пневматичного приводу навести опис механізму подачі робочої рідини або повітря);
- як видалити заготовку з пристрою після обробки;
- як працюють допоміжні елементи конструкції пристрою, при їх наявності;
- як здійснити налагодження, регулювання і ремонт пристрою з метою заміни зношених деталей.

Також в описі необхідно відобразити інші особливості конструкції пристрою, особливі деталі і вузли, реалізовані технічні рішення тощо.

Текст описання конструкції і принципу роботи пристрою слід формулювати таким чином, щоб в ньому було посилання на конкретні деталі і вузли пристрою у вигляді посилань на відповідні позиції складального кресленика і специфікації на пристрій. Якщо в пояснювальній записці є рисунок, що ілюструє конструкцію пристрою, то допустимо посилатися на позиції, вказані на цьому рисунку з відповідним посиланням на сам рисунок.

Текст описання рекомендується розбивати на абзаци. В кожному з абзацив має відображатись інформація про конструкцію пристрою, яка описується відповідно до вищенаведених пунктів.

2.4.8 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації пристрою

При механічній обробці матеріалів мають місце шкідливі та небезпечні фактори впливу на здоров'я людини. Серед таких факторів є, наприклад:

- різальні кромки інструменту;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- непередбачені переміщення або обертання виконавчих органів верстатів, технологічного оснащення при наладці, регулюванні або ремонті;
- небезпека ураження електричним струмом внаслідок дотику до струмопровідних не струмоведучих елементів обладнання, які опинились під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;

- запиленість повітря робочої зони;
- високий рівень шуму і вібрації;
- недостатнє освітлення робочої зони і підвищена пульсація світлового потоку.

Всі названі фактори, а також інші призводять до травмування та виникнення професійних захворювань.

В даному розділі необхідно навести інженерні рішення та рекомендації щодо безпечної експлуатації та обслуговування засобу технологічного оснащення, який проектується.

Інженерні рішення з безпечної експлуатації повинні містити конкретні конструкторські та експлуатаційні рішення або рекомендації зі зниження або повного усунення впливу вище наведених (та інших) факторів на здоров'я робітника, який експлуатуватиме технологічне оснащення.

3 Методичні рекомендації з розробки складального кресленника пристрою

Складальний кресленик пристрою розробляється методом послідовного креслення окремих його елементів і певній послідовності.

1) Виконують зображення оброблюваної заготовки в трьох (рідше в 2-х) проекціях. Заготовку креслять тонкими лініями в тому стані, в якому вона поступає на дану операцію. Пунктирною лінією показують поверхні заготовки, утворені після обробки на операції для якої розробляється пристрій. Заготовка на складальному кресленні невидима, прозора і не може робити невидимими будь-які конструктивні елементи пристрою, які при встановленні в пристрій реальної заготовки виявляються невидимими. При розробці складального кресленника пристрою заготовка показується в затисненому положенні.

2) Креслять установочні елементи пристрою так, щоб базові поверхні оброблюваної заготовки знаходились з ними в контакті.

3) Наносять на креслення елементи пристрою для направлення різального інструменту (при наявності). При цьому витримують відстань від напрямних елементів до поверхні заготовки (відстань від торця кондукторної втулки до оброблюваної заготовки). Зразу ж визначається потрібна товщина корпусу або кондукторної плити в місці встановлення втулок.

4) Креслять елементи (деталі) затискних механізмів та приводи.

5) Накреслюють допоміжні елементи пристрою.

6) Конструктивно оформляють корпус пристрою з врахуванням раціонального розташування на ньому елементів пристрою.

7) Остаточо оформляють кресленик пристрою. Проставляють необхідні розміри та граничні відхилення.

8) Розробляють специфікацію та технічні вимоги до пристрою

Постановка розмірів, допусків та посадок на складальних кресленниках пристрою

На складальному кресленнику пристрою необхідно вказати деякі розміри з допусками та норми точності відносного розташування виконавчих поверхонь пристрою. По точності виконання ці розміри можна розбити на три групи.

До першої групи відносять:

а) розміри або норми точності відносного розташування тих з'єднань, координуючих розмірів або поверхонь, від яких залежить точність

виконуваної в пристрої обробки (наприклад, точність розташування установчих елементів пристрою, відстань між осями отворів кондукторних втулок тощо.);

б) розміри установчих елементів (пальці, опорні штирі тощо), від точності яких залежить положення заготовки в пристрої.

Кількість розмірів цієї групи, що підлягають обов'язковому врахуванню при розробці пристрою, визначається на основі аналізу технологічних розмірних ланцюгів (ТРЛ) по кожному показнику точності, витримуваному на операції, для якої проектується пристрій. В цих розмірних ланцюгах розміри пристрою є складовими ланками. Точність цих розмірів визначається розрахунком ТРЛ.

Допуски на розміри цієї групи беруть в 2 - 3 рази точнішими за допуски на розміри, що витримуються при обробці.

До другої групи відносяться розміри з допусками тих з'єднань, від яких точність обробки в пристрої безпосередньо не залежить. Ці розміри визначають розташування і умови роботи окремих механізмів пристрою. Звичайно ці розміри характеризують посадки у всіх рухомих і нерухомих з'єднаннях пристрою за виключенням різевих з'єднань. Точність цих з'єднань, а відповідно і розмірів, які їх характеризують, призначають виходячи з необхідності забезпечити нормальну роботу механізмів пристрою.

Допуски на розміри цієї групи визначають залежно від призначення механізму, а також характеру і умов роботи певного з'єднання. Звичайно тут допуски беруть за 7 - 9 квалітетами.

До третьої групи відносять габаритні і довідкові розміри. Точність цих розмірів на кресленику не обмежується (14-17 квалітети).

Таким чином, на складальному кресленику пристрою обов'язково вказують:

- габаритні, довідкові, приєднувальні розміри пристрою, аналогічно іншим складальним кресленикам;
- розміри з посадками всіх рухомих та нерухомих з'єднань, окрім різевих, які будуть утворюватися в процесі складання пристрою;
- координуючі розміри з відхиленнями, які визначають точність взаємного розташування елементів пристрою, що визначають точність розташування поверхонь заготовок оброблюваних в пристрої.

4 Заключні рекомендації

Не дивлячись на лінійність поданої методики, процес проєктування і розрахунку пристрою часто не є таким. Іноді при його виконанні можуть здійснюватися повернення на попередні етапи, наприклад для уточнення схеми установаження заготовки (виробу), заміни установочних і затискних елементів пристроїв, зміни вимог до деталей пристрою та його складання тощо.

Причиною таких повернень може бути недостатня точність пристрою, недостатня міцність його елементів, недопустимі габаритні розміри, неможливість виготовлення корпусу або окремих деталей, дуже велике значення сили закріплення, яку складно реалізувати в конструкції пристрою тощо.

Рекомендована література

1. Кузнєцов Ю. М. Теорія розв'язання творчих задач / Ю.М. Кузнєцов.– К.: ТОВ «ЗМОК» – ПП «ГНОЗИС», 2003. – 294с.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества / Половинкин А.И. – М.: Машиностроение, 1988. – 216 с.
3. Чус А.В. Основы технического творчества /Чус А.В., Данченко В.И. – Киев: Вища школа, 1983. – 184 с.
4. Блюмберг В. А. Какое решение лучше? : Метод расстановки приоритетов/ Блюмберг В. А. .Глущенко В.Ф. – Л. : Лениздат , 1982. – 160 с.
5. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков/ М.А.Ансеров, изд. 4-е испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
6. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник./ А.І.Боровик – К.: „Кондор”, 2008. – 726с.
7. Горохов М.М. Проектирование и расчет приспособлений/ М.М.Горохов.- М.: Машиностроение, 1987. – 234с.
8. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій: навчальний посібник/ Дичковський М.Г. – Херсон: Олді-плюс, 2008 – 328с.
9. Станочные приспособления. Справочник в 2-х т. /Под ред. Б.Н.Вардашкина и др. - М.: Машиностроение, 1984. –Т.1. – 592 с.
10. Станочные приспособления. Справочник в 2-х т. /Под ред. Б.Н.Вардашкина и др. - М.: Машиностроение, 1984. –Т.2. – 656 с.
11. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов/ Корсаков В.С. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
12. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении/ В.В.Микитянский – М.: Машиностроение, 1984. – 128с.
13. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: навч. посібник/ Бондаренко С.Г. - Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
14. Кузнєцов, В. С. Универсально-сборные приспособления [Текст]: альбом монтажных чертежей / В. С. Кузнєцов, В. А. Пономарев. – М.: Машиностроение, 1974. – 156 с.
15. Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам, Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности: ГОСТ 31.111.41 – 93 – [Введен в действие с 1996-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 39 с.
16. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений с пазами 8 мм. (УСП-8). – М.: НИИМАШ, 1975. – 59 с.

17. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений с пазами 12 мм. (УСП-12). – М.: НИИМАШ, 1975. – 72с.

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

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств". Т. 5 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 571 с.

20. Универсально – сборная переналаживаемая оснастка с угловыми пазами для оснащения универсальных свердильно-фрезерно-расточных станков, станков с ЧПУ, ГП-модулей и построенных на их основе ГПС. УСПО-У2. Каталог. – М.: МГКТИтехноснастки, 1991. – 80 с.

21. Технологическая оснастка [текст]: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям / В. Е. Антонюк, Э. М. Дечко, Ж. А. Мрочек, А. С. Скороходов. – Минск: Издательство Гревцова, 2011. – 376 с.

Додатки

Додаток А Приклад оформлення титульного аркуша до РГР

<i>Міністерство освіти і науки України</i>	
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка»</i>	
<i>Кафедра технологій машинобудування і деревообробки</i>	
<h1>Розрахунково-графічна робота</h1>	
<i>з дисципліни:</i> <i>«Проектування технологічного оснащення»</i>	
<i>Виконав:</i>	<i>здобувач вищої освіти гр. МТМ-211 Шеремет С.М.</i>
<i>Перевірів:</i>	<i>к.т.н., доцент Сапон С.П.</i>
<i>Чернігів 2022</i>	

Додаток Б Приклад оформлення індивідуального завдання до РГР

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Розробити пристрій на базі УЗП для закріплення вала при обробці лиски, витримуючи розміри $48^{+0,1}$ мм, $46_{-0,2}$ мм.

Матеріал: сталь 45 ГОСТ 1050-88

Рисунок – Ескіз деталі

Матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Тип виробництва – одиничний

Величина партії випуску 10 деталей протягом 1 місяця.

					РГР ПТО МТМ201.021.001		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Петров П.П.			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Сапон С.П.					
Н. контр.					Індивідуальне завдання НУЧП		
Затвердж.							

Додаток В Приклад оформлення технічного завдання на проектування засобів технологічного оснащення

Технічне завдання на проектування

1. Мета проектування. Метою проектування є набуття практичних навичок проектування за допомогою сучасних CAD- та CAE-систем верстатного пристрою для деталі корпус клапанного пневмоапарата для операції 010 вертикально-фрезерної.

2. Вихідні дані для проектування:

2.1. Проект виконується вперше.

2.2. Заготовкою є ковanka з матеріалу сталь 40X ГОСТ 4543-71 з попередньо обробленими технологічними базами. Кількість одночасно оброблюваних заготовок – одна. Ескіз заготовки в тому стані, як вона поступає на обробку зображено на рисунку 3.1.

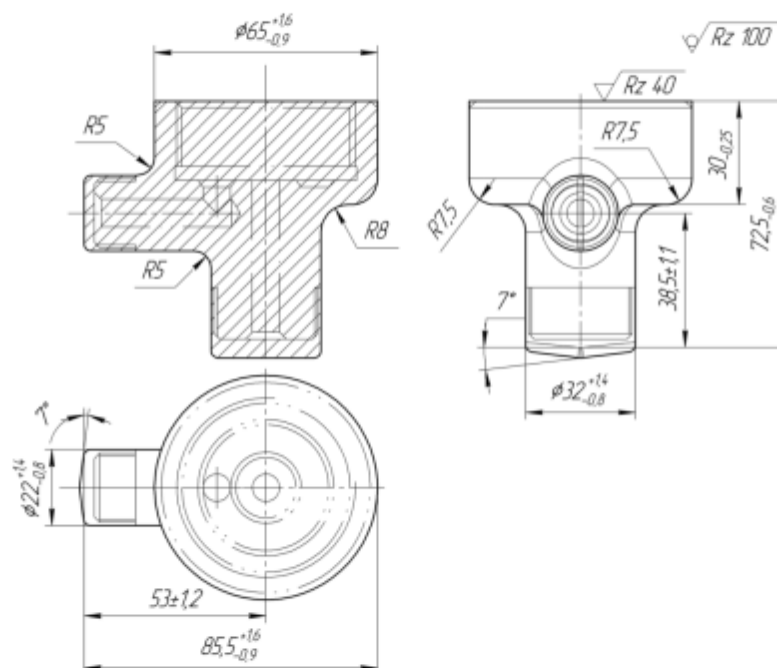


Рисунок 3.1 – Ескіз заготовки в тому стані, як вона поступає на операцію 010

2.3 Теоретична схема базування заготовки на даній операції зображена на рисунку 3.2, оброблювані поверхні позначені потовщеною лінією.

2.4. Тип виробництва – дрібносерійний, річна програма випуску $N=300$ шт, величина операційної партії $n_p = 25$ шт, періодичність запуску – один раз на 20 днів.

2.5. Операція виконується на вертикально фрезерному верстаті моделі 6P12.

						Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

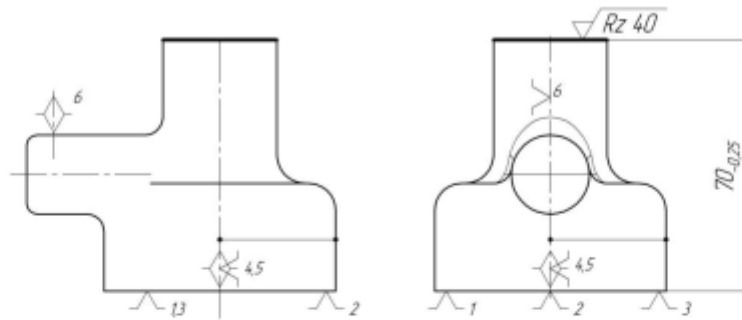


Рисунок 3.2 – Теоретична схема базування заготовки на операції 010

2.6. Принципова схема базування пристрою на верстаті наведена на рисунку 3.3.

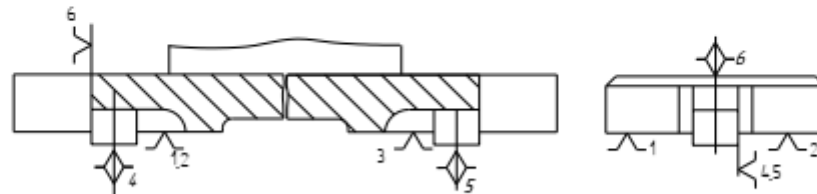


Рисунок 3.3 – Принципова схема базування пристрою на верстаті

2.7. Різальний інструмент, який використовується для обробки: фреза кінцева з конічним хвостовиком $\varnothing 40$ мм оснащена пластинами з твердого сплаву ВК6, $z=6$, ГОСТ 17026-71.

2.8 Відповідно до даних розрахунків режимів різання максимальні зусилля різання, які діють на оброблювану заготовку виникають при чорновому фрезеруванні: $P_z = 1340$ Н. Величини решти складових сили різання визначаються:

$$P_H = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1,34 = 0,536 \text{кН}$$

$$P_V = 0,85 \cdot P_z = 0,85 \cdot 1,34 = 1,14 \text{кН}$$

$$P_Y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1,34 = 0,536 \text{кН}$$

$$P_X = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 1,34 = 0,67 \text{кН}$$

2.9 Умови експлуатації пристрою та орієнтовний строк експлуатації: пристрій експлуатується в механічному цеху при температурі повітря $20 \pm 10^\circ\text{C}$ та відносній вологості $70 \pm 5\%$, термін експлуатації пристрою 1 рік.

3. Очікувані кінцеві результати реалізації проекту:

3.1 Вимоги до показників точності, які потрібно забезпечити із застосуванням пристрою що проектується: точність розміру $70_{0,25}$ мм, шорсткість $Rz20$ мкм.

3.2. Норма часу на встановлення та зняття заготовки: $T_{вст.} = 1,5$ хв.

						Арх.
Зм	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3.3. Передбачаємий тип затискного механізму – ручний.
- 3.4 Рівень уніфікації та стандартизації деталей пристрою – не менше 80%;
- 3.5. Довговічність пристрою при дотриманні всіх вищенаведених вимог повинна становити не менше 1 року або 2000±40 годин машинного часу.
- 3.6. Кількість одночасно оброблюваних заготовок – 1 (одна).
- 3.7. Основні технічні вимоги до пристрою:
- контроль пристрою по забезпеченню точності обробки проводити через кожні 160 годин експлуатації;
 - поверхнева твердість поверхонь установчих опор HRCe 54...63;
 - відкриті механічно не оброблені поверхні нестандартних деталей пристрою фарбувати в колір технологічного обладнання;
 - відкриті оброблені поверхні нестандартних деталей пристрою оксидувати;
 - на зовнішніх поверхнях деталей пристрою не допускається наявність гострих кромки для забезпечення безпеки при складанні та експлуатації;
 - на поверхнях деталей пристрою не повинно бути слідів корозії, тріщин та інших механічних пошкоджень, які погіршують міцність, експлуатаційні властивості та зовнішній вигляд;
 - інші вимоги безпечності роботи та обслуговування пристрою повинні відповідати вимогам техніки безпеки до верстатних пристроїв.

4. Етапи проектування і терміни їх виконання

Таблиця 3.1 – Етапи проектування і терміни виконання проекту

№ з/п	Етапи проектування	Терміни виконання
1	Службове призначення пристрою	25.03.21
2	Технічне завдання на проектування	30.03.21
3	Розробка принципової схеми пристрою	07.04.21
4	Силовий розрахунок пристрою	20.04.21
5	Міцнісні розрахунки елементів пристрою	01.05.21
6	Розрахунок точнісних параметрів пристрою	05.05.21
7	Опис конструкції та принципу роботи пристрою	10.05.21
8	Загальне оформлення розрахунково-пояснювальної записки	20.05.21
9	Вимоги до техніки безпеки при експлуатації пристрою	23.05.21
10	Складальний кресленик пристрою (формат А1)	25.05.21
11	Специфікація складального кресленика пристрою	03.06.21

						Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Вимоги до матеріалів, які подають під час закінчення проекту та його окремих етапів

Під час закінчення проекту мають бути представлені:

- складальний кресленик пристрою (формат А1);
- специфікація пристрою;
- розрахунково-пояснювальна записка.

Складальний кресленик пристрою повинен відповідати вимогам стандартів ЄСКД та загальним вимогам до складальних креслеників. Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити пункти відповідно до наведених в таблиці 3.1 етапів. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки повинно відповідати вимогам ДСТУ 3008-95.

Виконавець проекту

Керівник проекту

Кузнецов В.І.

Сапон С.П.

« ____ » _____ 2021 р.

« ____ » _____ 2021 р.

						Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

