

**Державний вищий навчальний заклад  
«Сумський державний університет»**

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення патрону 3282.44.32

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Шевчун О.В

(прізвище та ініціали)

Керівник: Гуманова Ю.В

(прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ПАТРОНУ 3282.44.32**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Шевчун С.І.

Керівник

Туманова Ю.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Державний вищий навчальний заклад**

**«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Напрямок підготовки 6.050502 Інженерна механіка (Технології машинобудування)  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів  
та інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Шевчун Олександр Валерійович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення патрону 3282.44.32

керівник проекту Туманова Юлія Володимирівна  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

*Креслення деталі «патрон 3282.44.32»*

*Річний обсяг випуску деталей –1300шт*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі*

*4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі*

*4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації*

*4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі*

*4.5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї*

*4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

*4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях*

## 5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>		
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки</i>		
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Шевчун О.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Туманова Ю.В.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: сторінок 70, рисунків 11, таблиць 17, літератури 18.

Об'єкт дослідження – патрон 3282.44.32.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення патрона 3282.44.32.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та самої деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, її технологічність та спосіб отримання заготовки.

У роботі розроблені дві операційні технології для двох операцій технологічного процесу. Також для них розраховані режими різання та виконано нормування часу, вибрані верстатні пристрої та ріжучий інструмент для обробки даної деталі на аналізованих технологічних операціях.

Виконаний розрахунок припусків на механічну обробку для найточнішої поверхні – внутрішня циліндрична поверхня  $\varnothing 55H8^{(+0,046)}$ , який було проведено на ЕОМ за допомогою програми. За результатами розрахунків була побудована схема розташування припусків та допусків.

ПАТРОН, ЗАГОТОВКА, БАЗУВАННЯ, ПРИПУСК, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ЗАНУЛЕННЯ.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації .....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	12
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі .....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї .....	20
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу .....	27
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки ....	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	35
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	36
6.5 Розрахунки режимів різання .....	37
6.6 Технічне нормування операції.....	56
7 Проектування верстатного пристрою .....	59
Висновки .....	65
Список літератури.....	66
Додаток А.....	68
Додаток Б .....	69

					ТМ 17090065-00 ПЗ					
					Проектування технологічного процесу виготовлення патрона 3282.44.32					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Шевчун							4	71
Перевір.		Туманова						КІСумДУ, ТМ – 61к		
Н. Контр.										
Затверд.										

## ВСТУП

Технологія машинобудування – це наукова дисципліна, що вивчає переважно процес механічної обробки деталей та збирання машин і що попутно піднімає питання вибору заготовок і методи їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей з необхідною точністю і якістю їх поверхонь досягається в основному шляхом механічної обробки, оскільки інші способи обробки не завжди можуть забезпечити виконання цих технічних вимог.

Машинобудування є головною галуззю народного господарства, яка визначає можливість розвитку інших галузей та забезпечує виготовлення нових і вдосконалення наявних машин. Відмінною особливістю сучасного машинобудування є суттєва зміна експлуатаційних характеристик машин.

Нові форми управління промисловістю, заходи щодо поліпшення планування та посилення економічного стимулювання також сприятимуть ще більш успішному розвитку індустрії та самому повному прояву творчої ініціативи всіх її працівників.

Основні напрямки розвитку сучасної технології наступні: перехід до автоматизованих технологічних процесів, що забезпечує необхідну якість продукції; впровадження безвідходної і маловідходної технології для найбільш повного використання матеріалів, енергії, палива; створення гнучких виробничих систем; широке використання промислових робіт та робототехнологічних комплексів.

Технологія машинобудування розвивалася та розвивається за багатьма напрямками видатними вченими, працівниками промислових підприємств і дослідних інститутів. Вирішальна роль у прискоренні технічного переоснащення машинобудування належить верстатостроительній промисловості.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# **1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації**

Службове призначення консольного вертикально-фрезерного верстата моделі 6P13Ф3

У сучасному світі важко уявити машинобудівне підприємство на якому не має фрезерного верстата.

Фрезерування є одним з найпоширеніших способів механічної обробки. Цим способом здійснюють чорнову, напівчистову і чистову обробку простих та фасонних поверхонь заготовок зі сталі, чавуну, кольорових металів і пластмас.

Фрезерні верстати призначені для фрезерування поверхонь планок, важелів, кришок, корпусів та кронштейнів простої конфігурації; контурів складної конфігурації; поверхонь корпусних деталей. Технологічні можливості верстатів фрезерної групи визначаються конструкцією, компонованням, класом точності верстата і технічною характеристикою системи ЧПУ.

Фрезерування характеризується високою продуктивністю та дозволяє отримувати поверхні правильної геометричної форми. Застосовуючи фрези, оснащені сучасними ріжучими матеріалами (синтетичними надтвердими, мінералокерамікою), фрезеруванням можна обробляти загартовані до високої твердості (60HRC3) матеріали, замінюючи при цьому шліфування.

Фрезерні верстати поділяють на дві основні групи: верстати загального призначення та спеціалізовані. До першої групи відносять верстати консольні, безконсольні, поздовжньо-фрезерні та безперервного фрезерування (карусельні і барабанні). До другої групи належать верстати копіювально-фрезерні, зубофрезерні, різьбофрезерні, шпоночно-фрезерні, шліцефрезерні та ін. Типорозміри верстатів відрізняються площею робочої поверхні столу або розмірами оброблюваної заготовки (при зубо- і різьбообробці).

Для виконання більшої частини фрезерних робіт використовуються вертикально-фрезерні верстати. З їх допомогою виробляються найпоширеніші роботи: свердління, зенкування, виточування отворів на металевих деталях.

									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ



Вертикально-фрезерні верстати також дозволяють працювати з пластмасою і сплавами металів, як для серійного, так і для одиничного виробництва. Крім того, нерідко вони доповнюються такими елементами, завдяки яким значно розширюється область їх застосування. Вертикально-фрезерний верстат в цьому випадку набуває великі технічні можливості. Устаткування даного типу також використовується для обробки вертикальних і горизонтальних площин, спіральних деталей, пазів, зубчастих коліс, штампів та інших деталей. Навіть сталь і чавун з легкістю піддаються обробці на вертикально-фрезерному верстаті.

Вертикально-фрезерні верстати мають ручне, автоматизоване чи управління з системою ЧПК. В такому верстаті головний рух задає фреза, а заготовка обертається в міру необхідності інтенсивності її обробки. Рух заготовки, закріпленої на столі, може бути криволінійним і прямолінійним, воно і називається фрезерування. Вертикально-фрезерний верстат отримав свою назву через вертикально розташованого шпинделя, який в деяких моделях може зміщуватися уздовж своєї осі і обертатися навколо горизонтальної осі. При цьому значно зростають його технічні характеристики.

Для обробки особливо великих деталей призначені вертикально-фрезерні верстати без консолей. Також вони незамінні для обробки вертикальних і похилих поверхонь. Зважаючи на відсутність консолі, вертикально-фрезерний верстат переміщається за допомогою салазок та станини, яка встановлена на фундамент. Така конструкція забезпечує йому особливу міцність і надійність з більш точної обробкою будь-яких деталей.

У промисловості також широко використовують такі фрезерні верстати: поздовжньо-фрезерні – для обробки великих і важких заготовок з великою довжиною оброблюваної поверхні; копіювально-фрезерні – для обробки заготовок, що мають різний складний профіль зовнішніх і внутрішніх поверхонь: гравірувальні – для гравіювання написів і візерунків, а також для виконання дрібних копіювально-фрезерних робіт; спеціалізовані різьбофрезерні; з числовим програмним керуванням – для обробки заготовок деталей складних площинних і

									Арк.
									7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

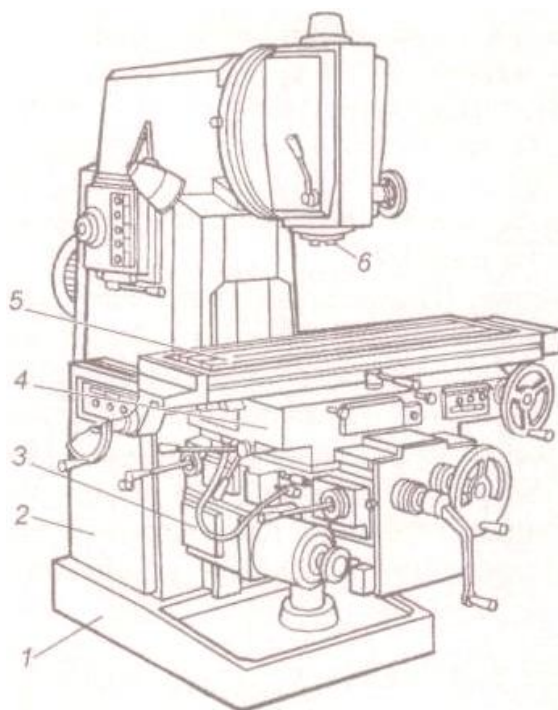
ТМ 17090065-00 ПЗ

просторових форм. Застосування цих верстатів дає можливість набагато скоротити час обробки та час на підготовку виробництва, так як відпадає необхідність у виготовленні спеціального дорогого оснащення (шаблонів, копіїв), а також трудомісткого ручного доопрацювання та доведення деталей.

#### Пристрій консольного вертикально-фрезерного верстата

На вертикально-фрезерних верстатах можна обробляти горизонтальні і похилі плоскі поверхні, пази, кути, рамки та ін. Нижче розглянемо будову консольного вертикально-фрезерного верстата моделі 6Р13Ф3.

Основними вузлами верстата моделі 6Р13Ф3 (див. рис. 1.1) є: основа 7, станина 2, консоль 3, стіл 5 з салазками 4 та шпиндельна головка зі шпинделем 6.



1 – основа; 2 – станина; 3 – консоль; 4 – салазки; 5 – стіл; 6 – шпиндель

Рисунок 1.1 – Консольний вертикально-фрезерний верстат

Станина 2 жорсткої конструкції має вертикальні напрямні, по яких переміщається консоль 3. У лівій ніші станини 2 змонтована коробка швидкостей з пристроєм перемикання частоти обертання шпинделя 6. Перемикання здійснюється тільки вручну: рукоятку, розташовану на коробці, опускають вниз (до виведення з фіксуючого паза) і відводять від себе до упору; повертаючи лімб, встановлюють необхідну частоту обертання шпинделя

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ



## Службове призначення патрону

Деталь патрон 3282.44.32 являє собою тіло обертання та відноситься до класу «втулка». Дана деталь складається з двох ступенів. Найбільший діаметр даної деталі  $\varnothing 165$  мм висотою 70 мм, на якому розміщено дві фаски. Перша ступінь представлена у вигляді шестигранника, ширина якого 104 мм висота 40 мм. Всередині деталь «Патрон» розміщується канавка діаметром  $\varnothing 55$  мм глибиною 10 мм, також є отвір з різьбою М48. Всередині більшого діаметра є карман діаметром  $\varnothing 141,7$  мм, по краям якого знаходиться закруглена канавка з фаскою радіусом R10,6 мм. Всередині кармана знаходяться 8 отворів М10 7Н.

Матеріал патрона – Ст 5 ГОСТ 380-94. Ст 5 належить до вуглецевої сталі звичайної якості. Вуглецева сталь відрізняється підвищеною міцністю та високою твердістю. Область застосування вуглецевої сталі досить широка – вона використовується для виготовлення інструментів, несучих конструкцій механізмів, елементів машинобудування таких, як: болтів, гайок, ручки, тяги, втулки, ходові валики, стержні, зірочки, трубні решітки, фланці та інші деталі, що працюють при температурі від 0 до 425°C.

Хімічний склад матеріалу відображений в таблиці 1.1, механічні властивості матеріалу відображені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст 5 ГОСТ 380-94

Хімічний склад у % матеріалу сталь Ст 5 ГОСТ 380-94								
C	Si	Mn	Cr	P	Ni	Cu	S	
			не більше					
0,28-0,37	0,05-0,15	0,5-0,8	0,3	0,04	0,3	0,3	0,05	

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі Ст 5 ГОСТ 380-94

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	НВ
255-295	490-630	17-20	117

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

Деталь має просту геометричну форму та складається з таких конструктивних елементів:

- зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 165h9$  мм;
- шестигранник 90 мм;
- внутрішня циліндрична поверхня M48-6H мм;
- 8 різьбових отворів M10-7H;
- торці: 10 мм, 40 мм, 110 мм;
- фаски:  $3\times 45^\circ$ ,  $4\times 30^\circ$ ,  $2,5\times 45^\circ$ ;
- внутрішня канавка  $\varnothing 55H8\times 10$ .

Всі поверхні патрона можна поділити на виконавчі, базові та вільні (рис.1.3).

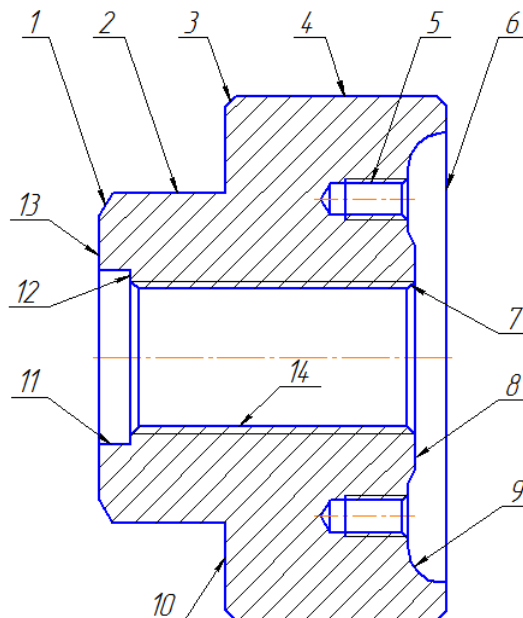


Рисунок 1.3 – Ескіз патрона з класифікацією поверхонь.

Основна поверхня, до неї відносяться основні робочі поверхні за допомогою яких визначається положення деталі у виробі – це поверхні 5-9;

Допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної – це поверхні 12 та 14;

Виконавча поверхня, яка вказує службове призначення даного виробу – поверхня 11;

Вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою – 1-4, 10, 13.

										Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090065-00 ПЗ

## 2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Деталь «Патрон» має просту геометричну форму, її поверхні складаються із поверхонь обертання, торцевих поверхонь та шестигранника. Всі поверхні легкодоступні для обробки лезвійним інструментом.

Дана конфігурація деталі не вимагає складної форми заготовки. Матеріал задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

Для обробки патрону не потрібно виготовляти спеціальної оснастки, різального та вимірювального інструменту.

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішою поверхнею є внутрішня циліндрична поверхня  $\varnothing 55^{+0.046}H8$ .

До заданої деталі висуваються такі вимоги:

- точність зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 165$  не гірше 9-го квалітету точності;

- точність внутрішньої циліндричної поверхні M48 – не гірше 6-го квалітету точності;

- шорсткість внутрішньої ступені торця  $\varnothing 55H8$   $Ra=1,6\mu m$ ;

- шорсткість внутрішньої різьби M48-6H  $Ra=3,2\mu m$ ;

- шорсткість канавки торця  $\varnothing 69,4$   $Ra=1,6\mu m$ ;

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

Дана деталь може вважатися технологічною оскільки не потребує додаткових затрат для її виготовлення.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи

Тип виробництва – класифікаційна характеристика виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску виробів. У машинобудуванні розрізняють одиничне, серійне і масове виробництво.

Тип виробництва визначають на початку проектування технологічних процесів, оскільки від нього залежать усі наступні організаційно-технічні характеристики.

Вихідні дані:

- річна програма випуску  $N = 1300$  шт.;
- режим роботи підприємства – 2 зміни на добу;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання  $F_d = 4029$  годин [2], с. 22, таблиця. 2.1.

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операції  $K_{з.о.}$ , який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, що виконуються чи тих, що підлягають виконанню, підрозділами на протязі місяця, до числа робочих місць.

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F_d \times \eta_{з.н}}, \text{ шт} \quad (3.1)$$

де  $N$  – річна програма, шт.;

$T_{шт}$  – штучний час, хв.;

$F_d$  – дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н}$  – нормативний коефіцієнт загрузки обладнання, для дрібносерійного виробництва  $\eta_{з.н} = 0,8 \div 0,9$  [2], с. 20. Для розрахунків приймаємо  $\eta_{з.н} = 0,8$ .

$$m_p = \frac{1300 \times 3,43}{60 \times 4029 \times 0,8} = 0,02$$

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ





Отримавши всі необхідні дані ми, розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{P}, \quad (3.4)$$

де  $\sum O$  – сумарне число різних операцій;

$P$  – число робочих підрозділів, що виконують різні операції.

Підставляємо значення:

$$K_{з.о.} = \frac{275}{7} = 39,3$$

Так як  $20 < K_{з.о.} < 40$ , отже виробництво дрібносерійне.

Визначаємо форму організації виробництва:

Визначаємо добовий випуск деталей ([2], с. 22) за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N}{251}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

$$N_{доб} = \frac{1300}{251} = 6 \text{ шт}$$

де  $N$  – річна програма випуску, шт.;

251 дні – кількість робочих днів у році [2], с. 22.

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% ([2], с. 22) розраховується за формулою:

$$Q = \frac{F_{доб}}{T_{ср}} \times 0,6, \text{ шт} \quad (3.6)$$

де  $F_{доб}$  – добовий фонд часу роботи устаткування, хв;

$T_{ср}$  – середня трудомісткість механічних операцій, хв.

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування ([2], с. 22) за формулою:

$$F_{доб} = \frac{60 \times F_{д}}{251}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \times 4029}{251} = 963 \text{ хв}$$

Розраховуємо середня трудомісткість механічних операцій ([2], с. 22) за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ум}}}{m}, \text{ хв} \quad (3.8)$$

де  $m$  – число операцій.

Підставляємо значення:

$$T_{\text{ср}} = \frac{34,58}{7} = 4,94 \text{ хв}$$

Отже, добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{963}{4,94} \times 0,6 = 117 \text{ шт}$$

При порівнянні  $N_{\text{доб}} = 6 \text{ шт.} < Q = 117 \text{ шт.}$  бачимо, що добовий випуск деталей набагато більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском партій, тому визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску за формулою:

$$n = \frac{N_{\text{річ}} \times a}{251}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де  $a = 24$  дні – періодичність запуску деталей у виготовлення.

$$n = \frac{1300 \times 24}{251} = 125 \text{ шт}$$

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

Дрібносерійне виробництво – виробництво обмеженої номенклатури однорідної продукції серіями або партіями, кількість яких залежить від

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090065-00 ПЗ				

замовлення чи угоди. Зміна серій продукції зумовлена зміною технологічної схеми, структури виробничого процесу, тривалості циклу із зміною серп можуть змінюватися умови виробництва, що, у свою чергу, потребує переналадки процесу. Якщо обладнання переналагоджується протягом робочої зміни один або декілька разів, то таке виробництво – дрібносерійне виробництво.

Дрібносерійне виробництво характеризується:

- виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями (серіями), що повторюються через певні проміжки часу;

- технологічне обладнання універсальне, в тому числі верстати з ЧПК, також може застосовуватися універсальне технологічне обладнання із спеціальним оснащенням.

Обладнання з ЧПК – це обладнання з числовим програмним керуванням. В умовах серійного виробництва його використання є найбільш ефективним. Обладнання з ЧПК дозволяє швидко і оперативно перейти на випуск інших деталей шляхом введення іншої керуючої програми для виконавчих органів обладнання, тим самим забезпечуючи достатню продуктивність в умовах наявності достатньо широкої номенклатури виробів;

- кваліфікація працівників в умовах серійного виробництва різна. Внаслідок широкого діапазону характеристик серійного виробництва і різноманітності обладнання тут використовується і висококваліфікована праця робітників, наладчиків, і праця низькокваліфікованих робітників, які працюють на спеціалізованому обладнанні;

- за продуктивністю і собівартістю продукції серійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим.

Серійне виробництво є найбільш поширеним у промисловості. Більшість продукції машинобудування, приладобудування, легкої промисловості є продукцією серійного виробництва.

									Арк.
									17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ



Також в середині даного карману розташовані 8 різьбових отворів М10, для їх свердління потрібна досить висока кваліфікація робітника.

Під час виготовлення деталі, механічній обробці підлягають всі поверхні, що являється нетехнологічним, так як деталь має поверхні, які під час роботи механізму, не контактують з іншими поверхнями та до яких не ставляться особливі вимоги в їх обробці.

Загалом деталь має просту конфігурацію. Майже всі поверхні розташовуються одна відносно іншої паралельно або перпендикулярно. Всі поверхні можна обробляти стандартним інструментом.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї

У машинобудуванні основними видами заготовок для деталей є сталеві та чавунні виливки, виливки з кольорових металів та сплавів, штамповки та різноманітні профілі прокату.

Спосіб отримання заготовки повинен бути найбільш економічним при заданому об'ємі випуску деталей.

При призначенні способу виготовлення вихідної заготовки технолог повинен враховувати таке:

- тип виробництва;
- матеріал деталі;
- габаритні розміри деталі, її складність та такі характерні параметри, як товщина стінок, перепад діаметрів ступеневого валу тощо.

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів одержання заготовки.

Перший метод – отримання заготовки методом штампування.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі, дані заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок припусків заготовки (штамповка)

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.149 табл.12	Допуск [2], с.32 табл.3.5	Розмір заготовки
Ø165	9	6,3	2×2,0	+1,4 -0,8	Ø169 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
Ø141,7	10	6,3	2×2,0	+1,4 -0,8	Ø137,7 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
M48 (Ø42,7)	6	3,2	2×1,8	+1,3 -0,7	Ø39,1 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>
10	14	1,6	2,2-2,2	+1,1 -0,5	10 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>
40	14	6,3	2,2-2,2	+1,3 -0,7	40 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>
104	9	6,3	2×2,2	+1,4 -0,8	Ø108,4 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
110	14	6,3	2×2,2	+1,4 -0,8	114,4 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>

										Арк.
										20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090065-00 ПЗ					







$Q$  – маса заготовки, кг;

$q$  – маса деталі, кг. 22.72

$$S_{заг} = \left( \frac{28500}{1000} \times 15,61 \times 1,0 \times 0,75 \times 0,87 \times 1,0 \times 0,8 \right) - (15,61 - 11,7) \times \frac{5810}{1000} = 209,51 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{вм} = \frac{q}{Q}, \quad (5.5)$$

Підставляємо значення:

$$K_{вм} = \frac{11,7}{15,61} = 0,75$$

Розглянемо другий варіант отримання заготовки це заготовка одержана методом прокату.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (прокат). Дані заносимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок заготовки отриманої методом прокату

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [5], с.584, табл.3	Допуск [4], с.169, табл.62	Розмір заготовки
Ø165	9	6,3	2×2,5	+0,8 -2,0	Ø170 <sup>+0,8</sup> <sub>-2,0</sub>
110	14	6,3	2×5,0	+0,5 -1,3	120 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,3</sub>

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом прокату (див. рисунок 5.2).

Визначаємо загальний об'єм за формулою:

$$V_{заг} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times l, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

Підставляємо значення:

$$V_{заг} = \frac{3,14 \times 170^2}{4} \times 120 = 2722380 \text{ мм}^3$$

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090065-00 ПЗ				



виготовлення деталі за формулою:

$$M = Q \times S - (Q - q) \times \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де  $Q$  – маса заготовки, кг;

$q$  – маса деталі, кг;

$S$  – ціна одного кілограма матеріалу, грн;

$S_{\text{отх}}$  – ціна однієї тони відходів, грн.

Основний час на відрізку визначаємо за формулою:

$$T_o = 0,19 \times D^2, \text{ хв} \quad (5.10)$$

де  $D$  – діаметр заготовки, мм;

$$T_o = 0,19 \times 170^2 = 5491 \times 10^{-3} \text{ хв}$$

Штучний час визначаємо за формулою:

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \quad (5.11)$$

де  $\varphi_k$  – коефіцієнт, який залежить від обладнання та виду виробництва:

$$T_{\text{шт}} = 1,51 \times 5491 \times 10^{-3} = 8,29 \text{ хв}$$

Підставляємо значення:

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{2500 \times 8,29}{60 \times 100} = 3,45 \text{ грн}$$

Отже, затрати на матеріал заготовки становлять:

$$M = \frac{21,4 \times 28500}{1000} - (21,4 - 11,7) \times \frac{5810}{1000} = 553,54 \text{ грн}$$

Вартість заготовки становить:

$$S_{\text{заг}} = 553,54 + 3,45 = 556,99 \text{ грн}$$

									Арк.
									25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ



## 6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

На основі розробленого технологічного процесу для найточнішої поверхні –  $\text{Ø}55^{+0.046}$  Н8 визначаємо міжопераційні розміри.

Технологічна послідовність розробки поверхні проходить в 3 етапи:

- розточування:

чорнове;

напівчистове;

чистове.

Визначаємо висоту мікронерівностей Rz та глибину дефектного шару T:

а) для заготовки Rz = 200; T = 250 мкм, по табл.4.3, с.63, [2];

б) для переходів по табл.4.5, с.64, [1]:

- чорнове розточування Rz = 40; T = 50 мкм;

- напівчистове розточування Rz = 20; T = 20 мкм;

- чистове розточування Rz = 5; T = 15 мкм.

Сумарне відхилення розташування штампування визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{ексц}^2}, \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де  $\rho_{зм}$  – величина відхилення розташування, мкм;  $\rho_{зм} = 1000$  мкм;

$\rho_{ексц}$  – величина відхилення розташування заготовки в 3-х кулачковому патроні, мкм;  $\rho_{ексц} = 1400$  мкм.

$$\rho = \sqrt{1000^2 + 1400^2} = 1720 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{заг} = k_y \times \rho_z, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $k_y$  – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [1], с.73.

- для чорнового розточування  $k_y = 0,06$

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

- для напівчистового розточування  $k_y=0,05$

- для чистового розточування  $k_y=0,04$

Розраховуємо  $\rho$  для кожного переходу:

$$\rho_{\text{чор}} = 0,06 \times 1720 = 103 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{напівчис}} = 0,05 \times 1720 = 86 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 0,04 \times 1720 = 69 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де  $\varepsilon_\delta$  – похибка базування, мкм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення заготовки, мкм. [1] табл.4.10, с.76.

При зміщенні технологічної і вимірювальної баз похибка базування  $\varepsilon_\delta = 0$ .

Визначаємо похибку установки для закріплення деталі в пневматичному патроні: для чорного розточування  $\varepsilon_3=380$ мкм; для напівчистового розточування  $\varepsilon_3=80$ мкм; для чистового розточування  $\varepsilon_3=40$ мкм.

$$\varepsilon_{y_{\text{чор}}} = \sqrt{0^2 + 380^2} = 380 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{напівчис}}} = \sqrt{0^2 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{чис}}} = \sqrt{0^2 + 40^2} = 40 \text{ мкм}$$

Отримані вихідні дані вводимо в програму на ЕОМ, яка виконує підрахунки припусків та міжопераційних розмірів результати представлені в таблиці 6.1.

									Арк.
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 6.1 – Результати підрахунку на ЕОМ припусків та міжопераційних розмірів на  $\varnothing 55^{+0.046}H8$

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	47.477	47.4	48.1	+1.300	47.4	49.4	-	-	-
					-0.700					
4423	6423	53.909	53.9	54.05	+0.150	53.9	54.2	4500	6500	6800
					-0.150					
441	741	54.656	54.65	54.65	+0.074	54.65	54.724	450	750	824
					0					
270	344	55	55	55	+0.046	55	55.046	276	350	396
					0					

На основі підрахунків будуюмо схему розташування припусків та допусків, зображену на рисунку 6.1, яку потім розміщуємо на кресленні заготовки.

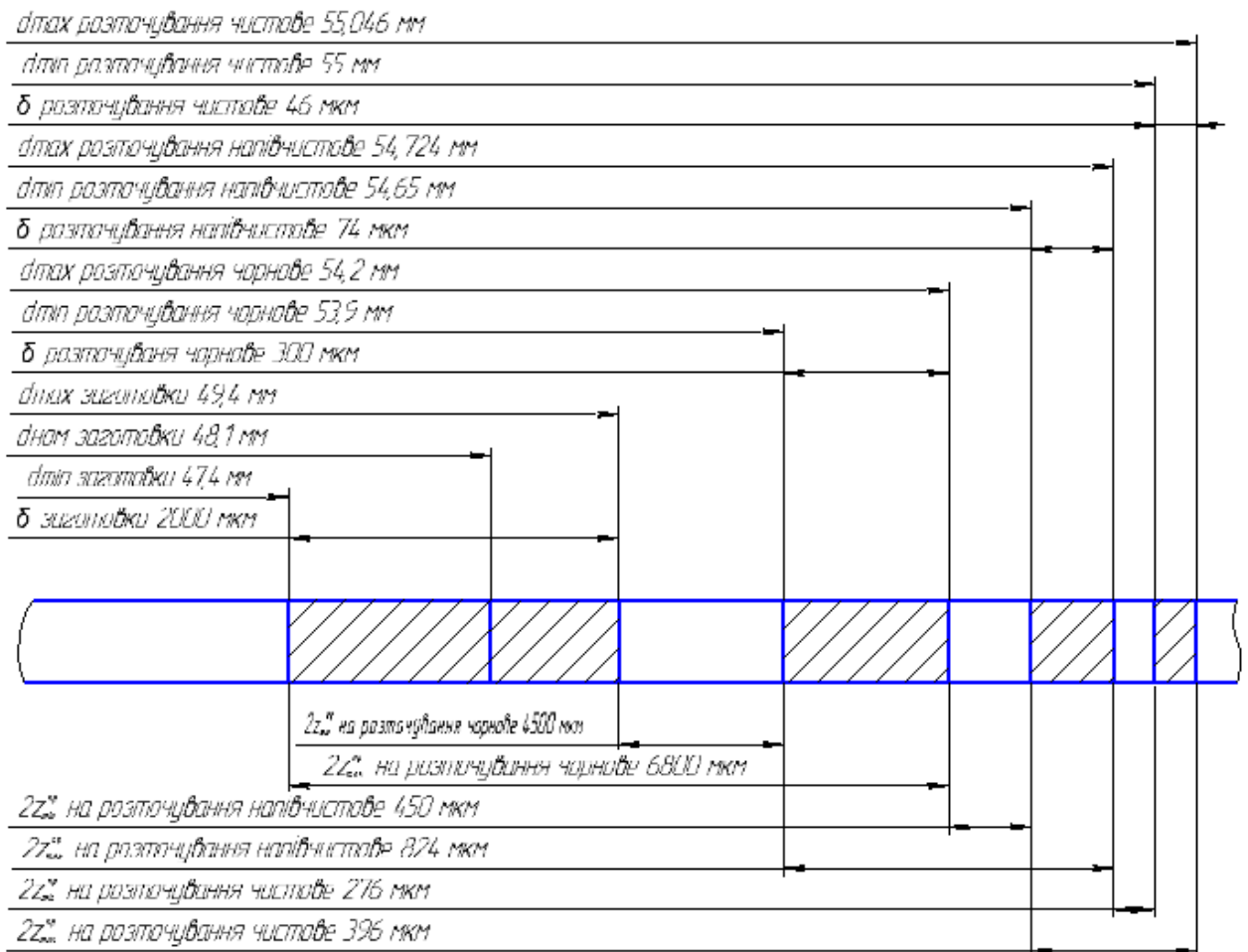


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків та допусків на  $\varnothing 55^{+0.046}H8$

										Арк.
										29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090065-00 ПЗ





Операція 005 токарно-револьверна.

На операції 005 (рисунок 6.2) відбувається: підрізання торця  $\varnothing 41/\varnothing 108$  мм, підрізання торця  $\varnothing 108/\varnothing 169$  мм, точіння зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 108$  мм, розточування внутрішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 41$  мм та  $\varnothing 54$  мм, підрізання торця  $\varnothing 41/\varnothing 54$  мм. Параметр шорсткості становить Ra 6,3. Обробка відбувається на токарно-револьверному верстаті моделі 1Д316.

Вибір методу установки та закріплення заготовки на верстаті визначається конфігурацією заготовки, серійністю виготовлення і прийнятими методами обробки. Методи установки та закріплення заготовки на столі верстата суттєво впливають на точність, якість поверхонь, що оброблюються та на загальну тривалість обробки.

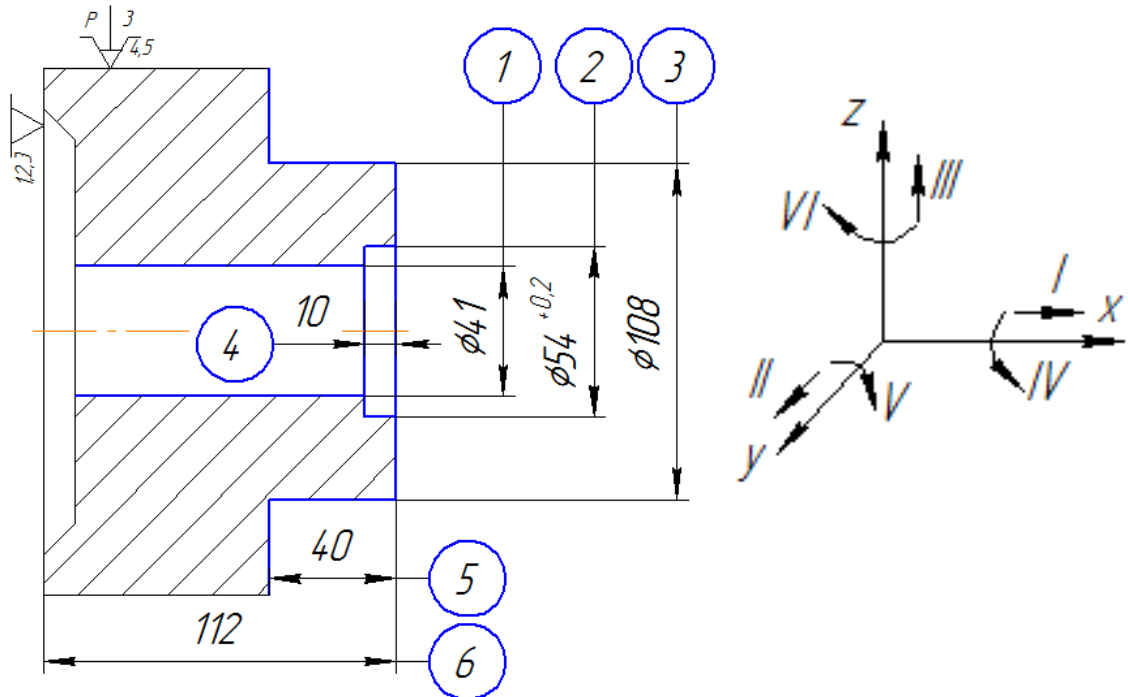


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на операції №005

На даній операції заготовку можна встановити та закріпити лише одним способом – в трьохкулачковому патроні по зовнішній циліндричній поверхні, що виступає подвійною опорною базою, яка позбавляє заготовку 2-х ступенів вільності разом з упором в лівий торець, який виступає установчою базою та позбавляє заготовку 3-х ступенів вільності.

									Арк.
									31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця відповідностей та матриця зв'язків представлені в таблиці 6.3 та таблиці 6.4.

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I,V,VI	УБ
4,5	II,III	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	$\alpha$	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	1	0	0

Операція 025 вертикально-свердлильна.

На операції 025 (рисунок 6.3) відбувається свердління та зенкування 8-ми отворів  $\varnothing 8,5$  мм. Обробка відбувається на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н150.

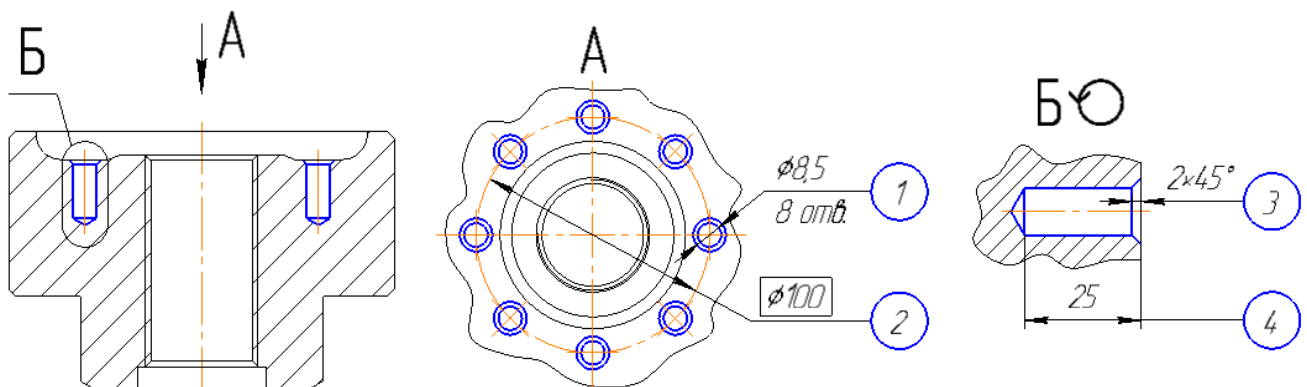


Рисунок 6.3 – Ескіз вертикально-свердлильної операції №025

										Арк.
										32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090065-00 ПЗ







На операції 025 доцільно буде застосувати вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н150. Пропоную порівняти його з верстатом цієї ж групи – 2Г175 (див. табл. 6.8).

Таблиця 6.8– Порівняння параметрів фрезерних верстатів

Модель верстата	2Н150	2Г175
Найбільший умовний діаметр свердління в сталі, мм	50	75
Найбільша відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм	800	850
Число швидкостей шпинделя	12	12
Частота обертання шпинделя, об/хв	22-1000	18-800
Подача револьверної головки, мм/об	0,05-2,24	0,018-4,5
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	7,5	11

Як бачимо, дані верстати схожі між собою, але надаємо перевагу верстату 2Н150 по тій причині, що при свердлінні 8-ми отворів діаметром 8,5 мм нам вистачить і максимального діаметру свердління на верстаті в 50 мм, а також потужність електродвигуна привода головного руху верстата 2Н150 менша ніж потужність верстата 2Г175.

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатного пристрою пов'язаний з типом виробництва і конфігурацією деталі.

На операції 005 застосовуємо патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80.

На операції 025 застосовуємо пристосування спеціальне.

При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



5. Розточити внутрішню циліндричну поверхню  $\varnothing 41$  мм;
6. Розточити внутрішню циліндричну поверхню  $\varnothing 54$  мм;
7. Підрізати торець  $\varnothing 41 / \varnothing 54$  мм.

Операцію 005 розраховуємо аналітичним методом.

Розраховуємо режими різання на підрізання торця  $\varnothing 41 / \varnothing 108$  мм:

Визначаємо глибину різання:

$$t = 1,7 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 0,6-1,2$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_{\varnothing} = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S_{\varnothing}^y} \times K_{V, \text{хв}} \quad (6.4)$$

де  $C_V$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$  – коефіцієнт та показники степеня [4], с.270, табл.17:

$$C_V = 340;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45;$$

$$m = 0,2;$$

$T = 60$  хв – період стійкості;

$K_V$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_V = K_{m_V} \times K_{n_V} \times K_{H_V} \times K_{\varphi_V} \times K_{r_V}, \quad (6.5)$$

де  $K_{n_V} = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує стан заготовки, [4], с.263, табл.5;

$K_{H_V} = 1,15$  – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту,

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



[4], с.263, табл.6;

$K_{\phi_v} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця, [4], с.271, табл.18;

$K_{r_v} = 0,94$  – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, [4], с.271, табл.18;

$K_{m_v}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, [4], с.261, табл.1;

$$K_{m_v} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.6)$$

де  $K_r, n_v$  – коефіцієнт та показник степеня [4], с.262, табл.2:

$$K_r = 1,0;$$

$$n_v = 1,0.$$

Отже, коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу становить:

$$K_{m_v} = 1,0 \times \left( \frac{750}{550} \right)^{1,0} = 1,36$$

Тоді, значення поправочного коефіцієнта на швидкість різання становить:

$$K_v = 1,36 \times 0,8 \times 1,15 \times 1,0 \times 0,94 = 1,18$$

Отже, швидкість різання становить:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \times 1,7^{0,15} \times 1,2^{0,45}} \times 1,18 = 150,5 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об/хв} \quad (6.7)$$

де  $D$  – діаметр заготовки;  $D = 110,4$ мм;

Отже, частота обертання шпинделя становить:

$$n = \frac{1000 \times 150,5}{3,14 \times 110,4} = 434 \text{ об/хв}$$

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-револьверного верстата моделі 1Д316.

$$n_o = 400 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n_o}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.8)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 110,4 \times 400}{1000} = 138,7 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V_\phi^n \times K_p, \text{ Н} \quad (6.9)$$

де  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коефіцієнт та показники степеня [4], с.273, табл.22:

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15;$$

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{m_p} \times K_{\phi_p} \times K_{\gamma_p} \times K_{\lambda_p} \times K_{r_p}, \quad (6.10)$$

де  $K_{m_p}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [4], с.264, табл. 9;

$K_{\phi_p}$ ,  $K_{\gamma_p}$ ,  $K_{\lambda_p}$ ,  $K_{r_p}$  – коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця, відповідно головний кут в плані  $\phi$ , переднього кута  $\gamma$ , кута нахилу різальної кромки  $\lambda$  та радіуса при вершині різця  $r$  [4], с.275, табл.23:

$$K_{\phi_p} = 1,0;$$

$$K_{\gamma_p} = 1,1;$$

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\lambda_p} = 1,0;$$

$$K_{r_p} = 0,93.$$

$$K_{m_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.11)$$

$$K_{m_p} = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79$$

Тоді, значення коефіцієнта становить:

$$K_p = 0,79 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 \times 0,93 = 0,81$$

Отже, сила різання становить:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,7^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 138,7^{-0,15} \times 0,81 = 2259,2 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.12)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{2259,2 \times 138,7}{1020 \times 60} = 5,12 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-револьверного верстата моделі 1Д316. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

де  $N_{\text{ун}}$  – потужність на шпинделі верстата кВт;

$$N_{\text{ун}} = N_{\delta} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

де  $N_{\delta} = 7,5$  – потужність двигуна, кВт;

$\eta = 0,75$  – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{ун}} = 7,5 \times 0,75 = 5,625 \text{ кВт}$$

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$5,12 \text{ кВт} < 5,625 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою:

$$L_{PX} = l_o + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм} \quad (6.14)$$

де  $l_o$  – довжина оброблюваної поверхні;

$l_1$  – довжина підводу інструмента;

$l_2$  – довжина врізання інструменту;

$l_3$  – довжина перебігу інструменту.

$$L_{PX} = 35,65 + 3 + 2 + 2 = 42,65 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{PX} \times i}{S_o \times n_o}, \text{ хв} \quad (6.15)$$

де  $i$  – кількість проходів.

$$T_o = \frac{42,65 \times 1}{1,2 \times 400} = 0,09 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на підрізання торця  $\varnothing 108 / \varnothing 169$  мм:

Визначаємо глибину різання:

$$t = 1,7 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 0,6-1,2$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.4:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \times 1,7^{0,15} \times 1,2^{0,45}} \times 1,18 = 150,5 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 150,5}{3,14 \times 169} = 283,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-револьверного верстата моделі 1Д316.

$$n_o = 250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 169 \times 250}{1000} = 132,7 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою 5.6:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,7^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 132,7^{-0,15} \times 0,81 = 2275,2 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 5.9:

$$N_{\text{різ}} = \frac{2275,2 \times 132,7}{1020 \times 60} = 4,93 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-револьверного верстата моделі 1Д316. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$4,93 \text{ кВт} < 5,625 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою 6.14:

$$L_{\text{рх}} = 29,3 + 3 + 2 + 0 = 34,3 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.15:

$$T_o = \frac{34,3 \times 1}{1,2 \times 250} = 0,11 \text{ хв}$$

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо режими різання на обточування зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 108$  мм:

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де  $d$  – діаметр деталі;  $d = 108$  мм;

Отже, глибина різання становить:

$$t = \frac{110,4 - 108}{2} = 1,2 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 0,6 - 1,2$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_{\phi} = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 5.1:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \times 1,2^{0,15} \times 1,2^{0,45}} \times 1,18 = 158,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 158,6}{3,14 \times 110,4} = 457,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-револьверного верстата моделі 1Д316.

$$n_{\phi} = 400 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 110,4 \times 400}{1000} = 138,7 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

Визначаємо силу різання за формулою 6.9:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,2^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 138,7^{-0,15} \times 0,81 = 1595,4 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.12:

$$N_{\text{різ}} = \frac{1595,4 \times 138,7}{1020 \times 60} = 3,62 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-револьверного верстата моделі 1Д316. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$3,62 \text{ кВт} < 5,625 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою 6.14:

$$L_{\text{рх}} = 40 + 3 + 2 + 2 = 47 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.15:

$$T_o = \frac{47 \times 1}{1,2 \times 400} = 0,1 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на розточування внутрішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 41$  мм:

Визначаємо глибину різання за формулою 5.16:

$$t = \frac{41 - 39,1}{2} = 0,95 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 0,6-1,2$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,0 \text{ мм/об}$$

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.15:

$$T_o = \frac{111,4 \times 1}{1,0 \times 1250} = 0,09 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на розточування внутрішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 54$  мм:

Визначаємо глибину різання за формулою 6.16:

$$t = \frac{54 - 41}{2 \times 3} = 2,2 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 0,6-1,2$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 0,9 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.4:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \times 2,2^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 1,18 = 164,8 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 164,8}{3,14 \times 54} = 971,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-револьверного верстата моделі 1Д316.

$$n_o = 800 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 54 \times 800}{1000} = 135,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою 6.9:

$$P_z = 10 \times 300 \times 2,2^{1,0} \times 0,9^{0,75} \times 135,6^{-0,15} \times 0,81 = 2365,1 \text{ Н}$$

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-револьверного верстата моделі 1Д316.

$$n_o = 1000 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 54 \times 1000}{1000} = 169,6 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання за формулою 6.9:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,5^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 169,6^{-0,15} \times 0,81 = 645 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.12:

$$N_{\text{різ}} = \frac{645 \times 169,6}{1020 \times 60} = 1,79 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-револьверного верстата моделі 1Д316. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{унт}}, \text{ кВт}$$

$$1,79 \text{ кВт} < 5,625 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою 6.14:

$$L_{\text{рх}} = 6,5 + 3 + 2 + 0 = 11,5 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 5.15:

$$T_o = \frac{11,5 \times 1}{1,2 \times 1000} = 0,01 \text{ хв}$$

Для зручності занесемо результати розрахунків до таблиці 6.9.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.9 – Режими різання на операції 005

Параметри	t,	S <sub>o</sub> ,	V,	n,	N,	T <sub>o</sub>
Розмір	мм	мм/об	м/хв	об/хв	кВт	хв
торець Ø41/Ø108 мм	1,7	1,2	138,7	400	5,12	0,09
торець Ø108/Ø169 мм	1,7	1,2	132,7	250	4,93	0,11
Ø108 мм	1,2	1,2	138,7	400	3,62	0,1
Ø41 мм	0,95	1,0	160,9	1250	2,83	0,09
Ø54 мм	2,2	0,9	135,6	800	5,24	0,06
торець Ø41/Ø54 мм	0,5	1,2	169,6	1000	1,79	0,01
						ΣT <sub>o</sub> =0,46

Операція 025 свердлильна складається з:

1. Установити, закріпити, зняти;
2. Свердлити 8 отворів Ø8,5 мм;
3. Зенкувати 8 отворів Ø8,5 мм.

Розраховуємо режими різання при свердлінні 8 отворів Ø8,5 мм табличним методом:

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = 0,5 \times D, \text{ мм} \quad (6.17)$$

де  $D$  – діаметр отвору,  $D = 8,5$  мм.

Отже, глибина різання становить:

$$t = 0,5 \times 8,5 = 4,25 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу за формулою:

$$S_{\phi} = S_T \times K_{os}, \text{ мм/об} \quad (6.18)$$

де  $S_T = 0,26 - 0,32$  мм/об – табличне значення подачі [4], с.277, табл.25;

$K_{os} = 0,5$  – поправочний коефіцієнт [4], с.277, табл.25.

Отже, подача становить:

$$S_{\phi} = 0,3 \times 0,5 = 0,15 \text{ мм/об}$$

										Арк.
										50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090065-00 ПЗ					

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v, \text{ м/хв} \quad (6.19)$$

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $m$  – коефіцієнт та показники степеня [4], с.278, табл.28:

$$C_v = 7;$$

$$q = 0,4;$$

$$y = 0,7;$$

$$m = 0,2;$$

$$T = 35 \text{ хв} - \text{період стійкості};$$

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{m_v} \times K_{H_v} \times K_{t_v}, \quad (6.20)$$

де  $K_{t_v} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, [4], с.280, табл.31;

$K_{H_v} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, [4], с.263, табл.6;

$K_{m_v}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, [4], с.261, табл.1;

$$K_{m_v} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.21)$$

де  $K_r$ ,  $n_v$  – коефіцієнт та показник степеня [4], с.262, табл.2:

$$K_r = 1,0;$$

$$n_v = 0,9.$$

Отже, коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу становить:

$$K_{m_v} = 1,0 \times \left( \frac{750}{550} \right)^{0,9} = 1,32$$

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Тоді, значення поправочного коефіцієнта на швидкість різання становить:

$$K_v = 1,32 \times 1,0 \times 1,0 = 1,32$$

Отже, швидкість різання становить:

$$V = \frac{7 \times 8,5^{0,4}}{35^{0,2} \times 0,15^{0,7}} \times 1,32 = 40,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 40,3}{3,14 \times 8,5} = 1510 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н150.

$$n_o = 1420 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 8,5 \times 1420}{1000} = 37,9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу за формулою:

$$S_{xв} = S_o \times n_o, \text{ мм/хв} \quad (6.22)$$

Підставляємо значення:

$$S_{xв} = 0,15 \times 1420 = 213 \text{ мм/хв}$$

Визначаємо крутний момент та осьову силу різання за формулами:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times s^y \times K_p, \text{ Н}\times\text{м} \quad (6.23)$$

$$P_O = 10 \times C_p \times D^q \times s^y \times K_p, \text{ Н} \quad (6.24)$$

де  $C_M$ ,  $C_p$ ,  $y$ ,  $q$  – коефіцієнти та показники степеня [4], с.281, табл. 32:

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_M = 0,0345;$$

$$y = 0,8;$$

$$q = 2,0;$$

$$C_p = 68;$$

$$q = 1,0;$$

$$y = 0,7;$$

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу визначається за формулою:

$$K_p = K_{m_p}, \quad (6.25)$$

де  $K_{m_p}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [4], с.264, табл. 9:

$$K_{m_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.26)$$

Підставляємо значення:

$$K_{m_p} = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

Отже, крутний момент та осьова сила різання становить:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 8,5^2 \times 0,15^{0,8} \times 0,8 = 4,4 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$P_o = 10 \times 68 \times 8,5^{1,0} \times 0,15^{0,7} \times 0,8 = 1225,4 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \times n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.27)$$

Отже, потужність різання становить:

$$N_{різ} = \frac{4,4 \times 1420}{9750} = 0,64 \text{ кВт}$$

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо чи достатня потужність приводу вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н150. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$0,64 \text{ кВт} < 1,125 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L \times i}{S_{\text{хв}}}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де  $i$  – кількість проходів,  $i = 8$ ;

$L$  – довжина робочого ходу інструмента:

$$L = l_o + l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}}, \text{ мм} \quad (6.29)$$

де  $l_o$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_{\text{ер}}$  – довжина врізання, мм;

$l_{\text{пер}}$  – довжина переходу, мм.

$$l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}} = 4 \text{ мм} [6], \text{ с.369, лист 1, дод. 4}$$

Отже, довжина робочого ходу інструмента становить:

$$L = 28 + 4 = 32 \text{ мм}$$

Тоді, основний час обробки становить:

$$T_o = \frac{32 \times 8}{213} = 1,2 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання при зенкуванні 8 отворів  $\varnothing 8,5$  мм табличним методом:

Глибина різання становить:

$$t = 2 \text{ мм}$$

									Арк.
									54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ



Подача становить:

$$S_T = 0,1 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання становить:

$$V_T = 10 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 10}{3,14 \times 8,5} = 375 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н150.

$$n_o = 400 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 8,5 \times 400}{1000} = 10,7 \text{ м/хв}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.15:

$$T_o = \frac{7 \times 8}{0,1 \times 400} = 1,4 \text{ хв}$$

Для зручності занесемо результати розрахунків до таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Режими різання на операції 005

Параметри	t,	So,	V,	n,	To
Розмір	мм	мм/об	м/хв	об/хв	хв
Свердління 8 отворів Ø8,5 мм	4,25	0,15	37,9	1420	1,2
Зенкування 8 отворів Ø8,5 мм	2,0	0,1	10,7	400	1,4
					∑To=2,6

## 6.6 Технічне нормування операції

Для операції 005 виконуємо технічне нормування, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.11.

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де  $T_{уст}$  – допоміжний час на установку та зняття деталі [6], карта 13, с.76,  
 $T_{уст} = 0,6$  хв;

$T_{пер}$  – допоміжний час, який зв'язаний з переходом (операцією) [6], карта 14 с.79;

$$T_{пер} = T_{пер1} + T_{пер2} + T_{пер3} + T_{пер4} + T_{пер5} + T_{пер6} = 0,06 + 0,06 + 0,08 + 0,03 + 0,04 + 0,05 = 0,32 \text{ хв}$$

$T_{вим}$  – допоміжний час на технічні вимірювання [6], карта 15, с.80 – 89;

$$T_{вим} = T_{вим1} + T_{вим2} + T_{вим3} + T_{вим4} + T_{вим5} + T_{вим6} = 0,05 + 0,05 + 0,08 + 0,056 + 0,084 + 0,06 = 0,38 \text{ хв}$$

Сумарний допоміжний час становить:

$$T_d = 0,6 + 0,32 + 0,38 = 1,3 \text{ хв}$$

Оскільки даний патрон виготовляється в умовах середньосерійного виробництва розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п.з} / N_{зап}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де  $N_{зап}$  – кількість деталей в партії запуску,  $N_{зап} = 125$  шт;

$T_{шт}$  – норма штучного часу;

$T_{п.з}$  – підготовчо-заключний час, [6], додаток 6.3, с.215.

Розраховуємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{тех.обсл} + T_{орг.обсл} + T_{відп}, \text{ хв} \quad (6.32)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, час необхідний для зміни форми, розмірів заготовки, а також для виконання допоміжних операцій, хв;

										Арк.
										56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090065-00 ПЗ

$T_{\text{тех.об}}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, 3,5 % від  $T_{\text{оп}}$ ;

$T_{\text{о.об}}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, 4,3 % від  $T_{\text{оп}}$ ;

$T_{\text{відп}}$  – час на перерви, відпочинок та особисті потреби працівника, 2,2 %

від  $T_{\text{оп}}$ .

Операційний час визначаємо за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.33)$$

Підставляємо значення:

$$T_{\text{оп}} = 0,46 + 1,3 = 1,76 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,76 + 0,06 + 0,08 + 0,04 = 1,94 \text{ хв}$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{\text{шт-к}} = 1,94 + 23/125 = 2,12 \text{ хв}$$

Таблиця 6.11 – Нормування операції 005

Перехід	$T_{\text{о}}$ , хв	$T_{\text{д}}$ , хв	$T_{\text{оп}}$ , хв	$T_{\text{техн.обсл}}$ , хв	$T_{\text{орг.обсл}}$ , хв	$T_{\text{відп}}$ , хв	$T_{\text{шт}}$ , хв	$T_{\text{п.з}}$ , хв	$T_{\text{шт-к}}$ , хв
1 Встановити, закріпити, зняти	-	0,6	-	3,5 % від $T_{\text{оп}}$	4,3% від $T_{\text{оп}}$	2,2% від $T_{\text{оп}}$	-	-	-
2 Підрізати торець $\varnothing 41/\varnothing 108$ мм	0,09	0,11	-				-	-	-
3 Підрізати торець $\varnothing 108/\varnothing 169$ мм	0,11	0,11	-				-	-	-
4 Точити зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 108$ мм	0,1	0,16	-				-	-	-
5 Розточити внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 41$ мм	0,09	0,086	-				-	-	-
6 Розточити внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 54$ мм	0,06	0,124	-				-	-	-
7 Підрізати торець $\varnothing 41/\varnothing 54$ мм	0,01	0,11	-				-	-	-
Разом	0,46	1,3	1,76	0,06	0,08	0,04	1,94	23	1,97

Для операції 025 виконуємо технічне нормування, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.12.

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою 6.30:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв}$$

де  $T_{уст}$  – допоміжний час на установку та зняття деталі [6], карта 13, с.76,  
 $T_{уст} = 0,47$  хв;

$T_{пер}$  – допоміжний час, який зв'язаний з переходом (операцією) [6], карта 14 с.79;

$$T_{пер} = T_{пер1} + T_{пер2} = 0,13 + 0,14 = 0,27 \text{ хв}$$

$T_{вим}$  – допоміжний час на технічні вимірювання [6], карта 15, с.80 – 89;

$$T_{вим} = T_{вим1} + T_{вим2} = 0,11 + 0,13 = 0,24 \text{ хв}$$

Сумарний допоміжний час становить:

$$T_d = 0,47 + 0,27 + 0,24 = 0,98 \text{ хв}$$

Оперативний час знаходимо за формулою 6.33:

$$T_{оп} = 2,6 + 0,98 = 3,58 \text{ хв}$$

Штучний час знаходимо за формулою 6.32:

$$T_{шт} = 3,58 + 0,13 + 0,15 + 0,08 = 3,94 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховуємо за формулою 6.31:

$$T_{шт-к} = 3,94 + 23/125 = 4,12 \text{ хв}$$

Таблиця 6.12 – Нормування операції 025

Перехід	$T_o$ , хв	$T_d$ , хв	$T_{оп}$ , хв	$T_{техн.обсл}$ , хв	$T_{орг.обсл}$ , хв	$T_{відп}$ , хв	$T_{шт}$ , хв	$T_{п.з}$ , хв	$T_{шт-к}$ , хв
1 Встановити, закріпити, зняти	-	0,47	-	3,5 % від $T_{оп}$	4,3% від $T_{оп}$	2,2% від $T_{оп}$	-	-	-
2 Свердлити 8 отворів $\varnothing 8,5$ мм	1,2	0,27	-				-	-	-
3 Зенкувати 8 отворів $\varnothing 8,5$ мм	1,4	0,24	-				-	-	-
Разом	2,6	0,98	3,58	0,13	0,15	0,08	3,94	23	4,12

					ТМ 17090065-00 ПЗ				Арк.
									58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## 7 Проектування верстатного пристрою

На операції 025 вертикально-свердлильна відбувається свердління та зенкування 8-ми отворів  $\varnothing 8,5$  мм (див. рис. 6.4).

В базовому варіанті заготовка встановлюється в лещата, котрі працівник, до та після виконання операції, розтискає самостійно, використовуючи лише силові можливості своїх рук. Процес встановлення прижима, відбувається таким же чином.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції, зменшення допоміжного часу – рекомендую задіяти універсальний збірний пристрій на основі пневматичного приводу.

Розроблення та обґрунтування схем базування

На даній операції виконується свердління та зенкування 8 отворів  $\varnothing 8,5$  мм.

Обґрунтування схеми базування дивись у розділі 6.2.

Дивлячись на операційний ескіз можемо сказати, що на даній операції допуск на розмір  $\varnothing 8,5$  мм при 7-му квалітеті становить:

$$T_{\varnothing 8,5} = 15 \text{ мкм}$$

Уточнення параметрів точності

Точність форми

Похибка форми всіх циліндричних поверхонь, що формуються на даній операції, характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки розглянуті поверхні на кресленні не містять допуску форми, то для рівня геометричної точності А (нормальна точність) незазначений допуск циліндричності та круглості приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр:

$$T_{f/\varnothing 8,5} = 0,3 \times 15 = 5 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{f/\varnothing 8,5} = 6 \text{ мкм,}$$

що відповідає 7 ступеню точності [9], с. 110.

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



- 6 Утворення вихідної сили для закріплення;
- 7 Керування енергоносієм;
- 8 Об'єднання функціональних вузлів;
- 9 Обробка зовнішньої циліндричної поверхні;
- 10 Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій та вимог до результатів їх реалізації, конструктор шукає прототипи з накопиченого запасу різноманітних технічних рішень. Перевагу потрібно віддавати вже перевіреним конструкціям, та бажано в основу конструкції вкладати здешевлення. Розробка спеціальних конструкцій вузлів потребує спеціального обґрунтування.

Визначаємо силу затиску лещат з призматичними губками:

$$W = \frac{K \times M_{кр} \times \sin \frac{\alpha}{2}}{f \times D}, \text{ Н} \quad (7.1)$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент,  $M_{кр} = 4,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;

$\alpha$  – кут призми;

$f$  – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затискання; для гладких поверхонь  $f = 0,16$ ;

$D$  – діаметр затискаємої поверхні,  $D = 90 \text{ мм}$ ;

$K$  – коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (7.2)$$

де  $K_0 = 1,5$  – коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1,0$  – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях при чистовій обробці;

$K_2 = 1,0$  – коефіцієнт, котрий характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту [5, с. 84, табл.9];

$K_3 = 1,0$  – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сили різання при переривчастосі різанні;

										Арк.
										61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090065-00 ПЗ					

$K_4 = 1,2$  – коефіцієнт, що характеризує постійність сили затиску в ЗМ;

$K_5 = 1,0$  – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ;

$K_6 = 1,5$  – коефіцієнт, що враховується при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку, що встановлена плоскою поверхнею на постійні опори; при встановленні на опорні пластинки.

$$K = 1,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,5 = 2,7$$

Приймаємо значення коефіцієнта запасу  $K = 2,7$

Визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{2,7 \times 4,4 \times 0,707}{0,25 \times 0,09} = 373 \text{ Н}$$

Пояснення вибору привода

Застосування механізованих верстатних пристроїв забезпечує значне підвищення продуктивності роботи верстатів та полегшує працю робітників при затисканні та розтисканні оброблюваних деталей в пристрої.

Для закріплення патрону в лещатах з призматичними губками застосовуємо пневмокамеру двосторонньої дії.

Щоб визначити діаметр пневмокамери використовуємо формулу:

$$W = \left( \frac{\pi}{4} \right) \times D^2 \times p \times \eta, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де  $D$  – діаметр пневмокамери (поршня);

$p = 0,63 \text{ МПа}$  – тиск стиснутого повітря;

$\eta = 0,85-0,9$  – к.к.д., що враховує втрати в пневмокамери.

Тоді маємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times W}{\pi \times \eta \times p}}, \text{ мм} \quad (7.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 373}{3,14 \times 0,85 \times 0,63}} = 219,25 \text{ мм}$$

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Приводимо до стандартного значення:

$D = 220\text{мм}$ . Згідно [13, табл.4, с.29]  $d=35\text{мм}$ .

Розрахунок на міцність

Перевіряємо міцність деталі стакан за формулою:

$$\sigma = \frac{4 \times W}{\Pi \times D^2} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (7.5)$$

де  $W = 0,37 \text{ Н}$  – сила затиску лещат з призматичними губками;

$D = 90 \text{ мм}$  – затискаємий діаметр патрона;

$[\sigma] = 270 \text{ МПа}$  – допустиме значення межі міцності для Сталь 5 за ГОСТ 380-94.

Підставляємо значення:

$$\sigma = \frac{4 \times 0,37}{3,14 \cdot 0,09^2} = 58 \text{ МПа}$$

Виконуємо перевірку:

$$\sigma = 58 \text{ МПа} < [\sigma] = 270 \text{ МПа}$$

Отже, деталь відповідає заданим параметрам міцності.

Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [14, с.26]:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \times \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.6)$$

де  $T = 15 \text{ мкм}$  – найбільший жорсткий допуск розташування, що одержують на даній операції;

$K_T = 1,2$  – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\delta} = 0 \text{ мкм}$  – похибка базування заготовки в пристрої;

$\varepsilon_z = 0$  – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних

									Арк.
									63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

поверхонь заготовок від дії затискної сили. Так, як на операції використовується механізований затискний пристрій то даною похибкою нехтують;

$\epsilon_y = 10$  мкм – похибка установки пристрою на верстаті;

$\epsilon_n = 0$  – похибка перекосу інструменту (існує при обробці отвору осьовим інструментом);

$\epsilon_{и} = 0$  – похибка, що виникає внаслідок зношування настановних елементів пристрою. Рівномірне зношення щодо осі центрів виникає в установочно-затискних елементах типу призматичні губки лещат, що не приводить до появи в них радіального биття. Тобто  $\epsilon_{и}$  може дорівнювати нулю.

$K_{T2} = 0,6$  – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega$  – середня економічна точність обробки. Так, як операція виконується на свердлильному верстаті, то квалітет точності = 6 і становить 16 мкм [14, с.47];

$\epsilon_{поз} = 0$  мкм – похибка позиціонування.

Підставляємо значення:

$$\epsilon_{np} = 15 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \times 12)^2 + 0^2} = 0,2 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття відносно поверхні губок лещат, [15, с.109]:

$$\epsilon_{np} = 2,5 \text{ мкм}$$

Опис та принцип дії пристрою

Загалом, пристрій працює за наступною схемою.

Встановивши деталь на площину, відбувається її затискання в лещатах. Подаючи повітря до без штокової порожнини, поршень 3 рухається вгору, витискаючи повітря в атмосферу. Цим самим, відбувається переміщення важеля 11, котрий рухається в бік заготовки, що призводить до затиснення останньої в рухомих губках 9. Зворотній рух поршень 3 виконує при подачі повітря до порожнини камери; опускаючись, поршень через важіль 11 розтискає лещата.

									Арк.
									64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

## ВИСНОВКИ

Під час виконання даного дипломного проекту був зроблений наступний об'єм роботи:

– проведено аналіз службового призначення виробу (шпинделя) та його складової деталі – патрона. Крім цього було виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації;

– проведено аналіз технічних вимог на виготовлення патрону, де було проаналізовано точність розмірів та шорсткості, що ставлять до деталі;

– визначено тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску 1300 штук). Також розраховано кількість деталей у партії запуску 125 шт;

– виконаний вибір метода отримання заготовки та її розрахунок. Було прийнято метод штампування так, як цей метод дозволяє максимально наблизити форму отриманої заготовки до форми готової деталі, а також цей більш економічно доцільний. Був проведений розрахунок розмірів заготовки по ГОСТ 7505-89, за результатами якого спроектували креслення заготовки;

– виконано аналіз операції існуючого технологічного процесу. Для аналізу була взята операція 005 – токарно-револьверна та операція 025 – вертикально-свердлильна;

- виконаний розрахунок режимів різання. Також виконано нормування технологічних операцій. При точінні штучно-калькуляційний час становить 1,97хв., при свердлінні – 2,9 хв;

- спроектовано верстатний пристрій для вертикально-свердлильної операції;

- виконана технологічна документація, креслення заготовки, креслення аркуша маршрутного технологічного процесу, креслення аркуша технологічного налагодження, креслення спроектованого верстатного пристрою.

Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі та надання їй конкурентоспроможності.

									Арк.
									65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. - Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

2 Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - 4-е изд., перераб. и доп.-Минск: Вышэйш. школа, 1983.- 256 с.

3 Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.

4 Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.

5 Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.

6 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.

7 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

										Арк.
										66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090065-00 ПЗ

9 Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983. - 464 с.

10 Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Минск, 1986.- 240 с.

11 Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков: Расчеты и конструкции. - 3-е изд., стереот. - М.: Машиностроение, 1966.

12 Чумаков Г.С. “Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов специальностей: 7.090202, 7.090203, 7.090204 всех форм обучения” – Сумы изд-во СумГУ, 1997 - 36с.

13 Зонненберг С.М., Лебедев А.С. Пневматические зажимные приспособления – М.: МАШГИЗ, 1953 – 160 с.

14 Кушніров П.В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка Ч.1” – Суми: Вид-во СумДУ, 2009 - 52 с.

15 Гутнер Н.Г. Приспособления для металлорежущих станков. Издание четвертое – Ленинград: Машиностроение, 1975 - 656 с.

16 ГОСТ 13790-68 – Втулки переходные с конусностью 7:24 для концевых фрез с коническим хвостовиком.

17 ГОСТ 7505-89 – Поковки стальные штампованные.

18 Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Вид. 2-е, стереотипне. - Львів: Афіша, 2000. - 348 с.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

## Выбор способа получения исходной заготовки.

Расчет произвел(а) 24.05.2020 студент(ка) группы ТМ-61к Шевчун

### Исходные данные

Форма детали - Тело вращения  
Материал детали - Углеродистая инструментальная сталь  
Производственная программа - 1300 шт  
Масса детали - 11,7 кг  
Наибольший размер - 165 мм  
Минимальная толщина - 25 мм  
Форма детали - Маслота компрессора  
Группа сложности отливки - 1 группа  
Класс точности отливки - 7  
Диаметр, ширина - 110 мм  
Группа сложности поковки - 3 группа  
Группа сложности штамповки - 1 группа  
Профиль проката - Круг  
Резка на отрезных станках дисковыми пилами  
Правка проката на автоматах

### Допустимые методы получения и их стоимость

Центробежное литье: 2,95 грн

Круг: 4,04 грн

									Арк.
									68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090065-00 ПЗ

## ДОДАТОК Б

### **Сутність та улаштування занулення, сфера застосування та вимоги до нього.**

Занулення – це зумисне з'єднання металевих частин електроустановки, які зазвичай не перебувають під напругою з нульовим захисним провідником.

Це є основний засіб захисту людей від ураження струмом в установках напругою до 1000В. Захист полягає у тому, що при пробиванні ізоляції виникає коротке замикання, яке швидко вимикає пошкоджене електрообладнання від електричної мережі.

Головною умовою безпеки при експлуатації електроустановок є надійна ізоляція струмопровідних частин шаром діелектрика, який забезпечує їх надійність.

Опір ізоляції згідно з ПУЕ нормується і має досягати не менше 0,5 Ом.

Матеріал ізоляції має відповідати умовам оточуючого середовища, бути стійким до агресивного середовища, вологи, нагрівання та механічного впливу, старіння і т. ін..

Стан ізоляції електричних установок відповідно до ПУЕ визначають шляхом періодичних оглядів та вимірюванням електричного опору.

Для забезпечення безпеки неізольованих провідників їх розміщують на відповідній відстані від землі, будівель, доріг:

- 6,5м над проїжджою частиною дороги;
- 3,5м над проходами;
- 2,5м над робочою поверхнею.

Безпека працюючих при експлуатації електроустановки забезпечується також шляхом застосування стаціонарного огороження, блокування та сигналізації.

Для зменшення імовірності ураження струмом використовують малі напруги, номінальне значення яких не перевищує 42В. Напруга 42В

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





монтажний інструмент, а також покажчики напруги;

- понад 1000В – ізолюючі штанги, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, а також засоби для виконання ремонтних робіт під напругою вище 1000В.

Додаткові ізолюючі засоби не придатні витримувати робочу напругу, їх призначення полягає у тому, щоб посилити захисну дію основних ізолюючих засобів, з якими вони разом використовуються.

До додаткових ізолюючих захисних засобів в електроустановках відносяться:

- до 1000В – діелектричні галоші, килимки, ізолюючі підставки;
- понад 1000В – діелектричні рукавиці, боти, килимки, ізолюючі підставки

До захисних засобів відносяться також:

- захисні окуляри;
- захисні каски;
- монтерські пояси;
- кігті;
- екрануючі пристрої і т. ін.

Всі засоби мають зберігатися в умовах, що забезпечують їх справність.

Для обслуговування електроустановок і мереж допускаються особи, не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд та отримали кваліфікаційну групу з техніки безпеки. Для установок понад 1000В – IV групу, а для установок до 1000В III кваліфікаційну групу.

					ТМ 17090065-00 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		