

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**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 золотника 082-011-11-25*

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-61К*

напряму підготовки (спеціальності)

*131 – Прикладна механіка*

*(Технології машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Кушніренко І. О.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: *Рязанцев В.В.*

(прізвище та ініціали)

2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

**ВИГОТОВЛЕННЯ ЗОЛОТНИКА 082-011-11-25**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кушніренко І.О

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

2020

**Форма № Н-9.01**

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

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Залога  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Кушніренко Ігор Олегович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного  
процесу виготовлення золотника 082-011-11-25*

керівник проекту *ст.викладач каф. ФЗНД к.т.н Динник О.Д.*  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2020 року №07-III  
2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 15 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)  
*Креслення деталі «гільза циліндра 02-12-19-09.005»  
Річний обсяг випуску деталей – 3000 шт.*

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, розробка технічних вимог на заготовку*

*4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ 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 виробництва та форми його організації</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>		
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>		
8	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кушніренко І.О

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	13
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	20
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі .....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	35
6.5 Розрахунки режимів різання .....	36
6.6 Технічне нормування операцій.....	46
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	50
Висновок.....	61
Список використаних джерел .....	62
Додатки	
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 17090025-00 ПЗ				
		№ докум.	Підпис						
Розробив		Квшніденко			Проектування технологічного процесу виготовлення золотника 082-011-11-25		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Динник О.Д.					5	75	
Реценз.							КІСумДУ, ТМ-61к		
Н. Контр.		Динник О.Д.							
Затв.		Залога В.О							

## РЕФЕРАТ

Записка: 57 с., 13 таблиць, 10 рисунків, 15 джерел літератури.

Об'єкт розробки: деталь «Золотник 061-П1-11-106-01»

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення «Золотника 061-П1-11-106-01»

В даному дипломному проекті зі спеціальності за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» був виконаний аналіз службового призначення виробу, яким є пневмо розподільник, деталь – «Золотник 061-П1-11-106-01». Проаналізовані технічні вимоги на виготовлення деталі. Визначений тип виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій  $K_{30}$ , – дрібносерійний та умови організації праці. Вибраний спосіб одержання заготовки – штамповка. Проаналізовані технологічні операції 010 – токарна та 030 свердлильна, обґрунтована схема базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на даних операціях. Також виконаний розрахунок припусків на зовнішню циліндричну поверхню  $\varnothing 19e9$ . Виконані розрахунки режимів різання для операцій та технічне нормування. Також спроектований верстатний пристрій для установлення і закріплення заготовки на операцію свердлильна.

Також розглянуті питання щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а саме: питання, пов'язані з дією на організм людини вібрації, та її нормування.

ЗОЛОТНИК, ПНЕВМОРОЗПОДІЛЬНИК, СВЕРДЛО, МАРШРУТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВЕРСТАТ, ПРИПУСК, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ

## ВСТУП

Будь-яка галузь народного господарства, виконуючи роботи з видобутку корисних копалин, їхньої переробки або виготовлення необхідної продукції, не може обійтися без машин, механізмів, приладів і іншої продукції машинобудування.

Технологія машинобудування - галузь науки, що займається вивченням закономірностей, що діють у процесі виготовлення машин, із метою використання цих закономірностей для забезпечення якості машин при найменшій собівартості. Провідне місце в подальшому зростанні економіки країни належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарства.

Оснащення обладнання, засобів механізації та автоматизації, сприяє єдина система технологічної підготовки виробництва, що забезпечує для всіх організацій і підприємств системний підхід оптимізації вибору методів і засобів технологічної підготовки виробництва.

Розробка нових синтетичних надтвердих інструментальних матеріалів дозволило розширити не тільки діапазон режимів різання, а й спектр оброблюваних матеріалів. Підвищення точності верстатів було досягнуто введенням в їх конструкцію вузлів, що реалізують нові принципи.

Деталь «Золотник» 061-П1-11-106-01, входить до складу вузла «Пневмо розподільника». Пневмо розподільник слугує для подачі стиснутого повітря до робочих органів лебідки.

Лебідка пневматична – напівпортативна лебідка з пневматичним приводом, яка часто використовується на бурових устаткуваннях та шахтах де необхідні легкі керовані лебідкові механізми, наприклад, при водолазних роботах, при завантаження вантажів в шахтах.

До деталі пред'явлено жорсткі технічні вимоги конструктором до точності виготовлення деталі, та якості покриття.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Деталь «Золотник» 082-011-11-25, входить до складу вузла «Пневморозподільник». Пневморозподільник слугує для подачі стиснутого повітря до робочих органів лебідки (рисунок 1.1).

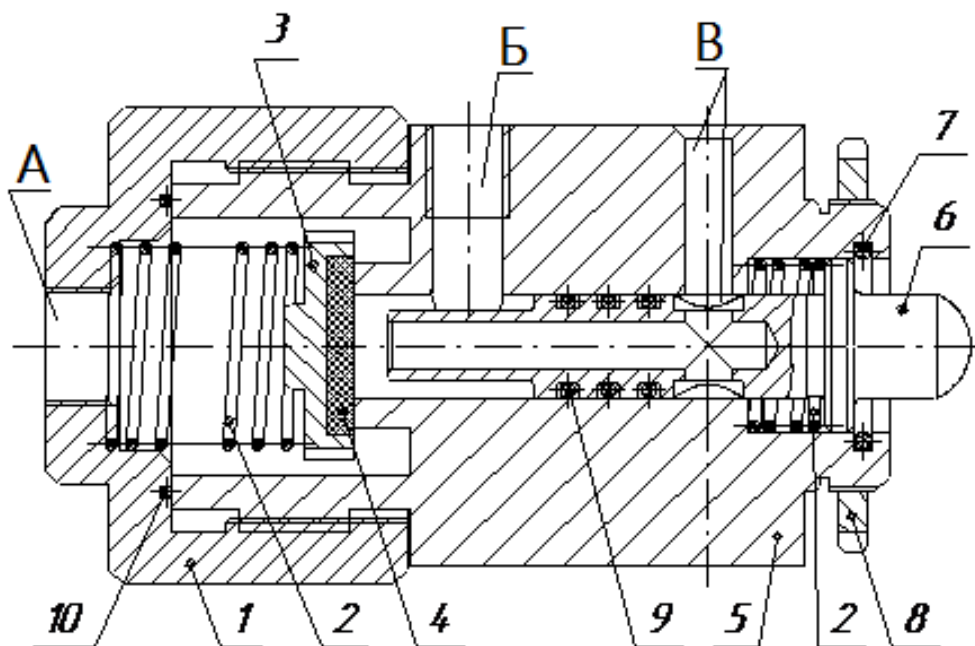


Рисунок 1.1 – Схема пневмо розподільника

## Принцип роботи пневмо розподільника

Пневмо розподільник направляє повітря до різних робочих органів механізмів. Повітря під тиском подається через отвір А в кришці (рисунок 1.1). Під дією пружини і тиску повітря клапан 3 щільно прилягає до виступу корпусу. При натисканні золотника 6 на клапан 3 останній відкривається і повітря надходить у порожнину Б і далі в робочу камеру. При опусканні золотника останній під дією пружини повертається в початкове положення, клапан 3 закриває отвір корпусу і

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



доступ повітря в робочу зону припиняється. Відпрацьоване повітря з робочої зони виходить в атмосферу через отвір в золотнику і отвір В в корпусі.

#### Технічна характеристика пневморозподільника

Умовний прохід, мм 2,5

Тиск, номінальний, МПа 0,63

Витрата повітря при тиску 0,4 МПа, м<sup>3</sup>/хв. 0,032

Втрата тиску при вказаній витраті повітря, МПа 0,02

Пропускна здатність K<sub>v</sub>, л/хв. 20

Зусилля, необхідне для відкриття клапану, кг не більше 3,5

#### Функціональне призначення деталі «Золотник»

Під дією зовнішнього зусилля золотник переміщається в осьовому напрямку і відкриває клапан пневмоциліндра. Через зазор, що утворився відбувається рух стисненого повітря до робочих органів.

При припиненні зовнішнього тиску, золотник за допомогою пружини повертається в початкове положення. Відпрацьоване повітря з робочої зони виходить в атмосферу через отвір в золотнику.

Види поверхонь деталі представлені на рисунку 1.2.

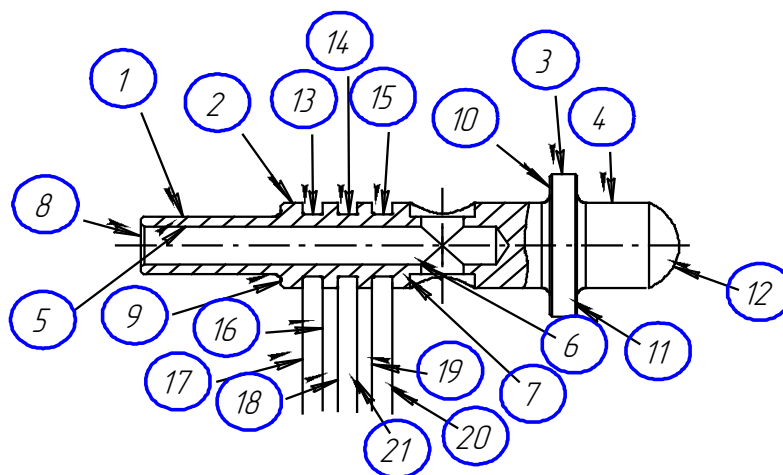


Рисунок 1.2 – Види поверхонь золотника

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

У даній деталі є такі конструктивні елементи:

- зовнішні циліндричні поверхні: 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15;
- внутрішні циліндричні поверхні: 5, 6, 7;
- плоскі торцеві поверхні: 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21;
- фасонная поверхня: 12.

За призначенням всі поверхні втулки можна поділити на виконавчі, базові та вільні (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація поверхонь втулки

Вид поверхні	Номери поверхонь
Основні конструкторські бази (ОКБ)	2, 4, 11
Допоміжні конструкторські бази (ДКБ)	1, 9,10 ,12,13,14,15,16,17, 18, 17,19
Виконавчі	6
Вільні	5, 8, 12

Проаналізуємо схему базування втулки у вузлі під час складання (рисунок 1.3).

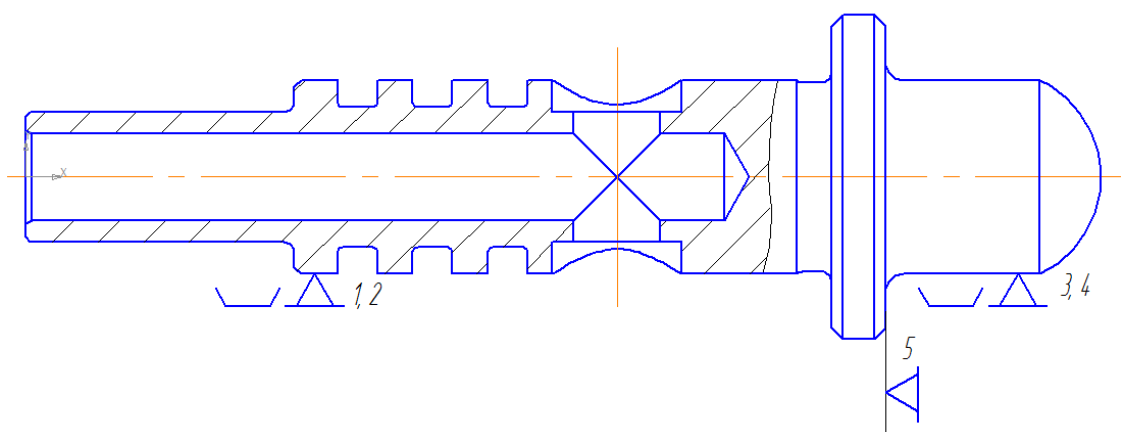


Рисунок 1.3. Базування деталі у вузлі

Золотник відноситься до довгих циліндричних деталей, тому, зовнішні циліндричні поверхні 2 і 4 виступають у ролі подвійної напрямної бази (ПНБ), а

торець 11 – опорної (ОБ). Деталь, базуючись у вузлі, позбавляється 5 ступенів вільності (рисунок 1.2), що є достатнім для виконання її службового призначення. Таблиця відповідності та матриця зв'язків наведені в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II,III,V,VI	ПНБ
5	I	ОБ
–	IV	Вакансія

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	1	0	0

Проаналізуємо технічні вимоги на кресленні золотника (таблиця 1.1)

Вибір і обґрунтування посадок.

-  $\varnothing 18e9\left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,075 \end{smallmatrix}\right)\text{мм}$ :

- для забезпечення невеликого зазору (при сполученні циліндричної ступені золотника з отвором в корпусі, при посадці  $\varnothing 18\frac{H8}{e8}$ , тобто  $S = 0,032-0,102\text{мм}$ ) між золотником і корпусом у уникнення перекоосу золотника (при перекоосі золотника в корпусі можливо нещільне прилягання торця золотника до кришки і витоку стисненого повітря),

- для забезпечення діаметральної герметичності між золотником і корпусом (при більшому зазорі можливо пропущення повітря в атмосферу)

- за рекомендацією ГОСТ 9833-73 на ущільнення рухомих сполучень.

-  $R_a1,6$  – так як поверхня 2 є елементом тертя в пневмоциліндрі (зв'язані поверхні «метал-метал») то дана поверхня виготовляється якісною - для забезпечення найменшого зносу, як самого золотника, так і корпусу,

-  $R_a2,5$  на 3 канавки під кільця ущільнювачів і радіальне биття 0,04 на внутрішній діаметр під кільце ущільнювача – призначається згідно ГОСТ 9833-73.

-  $R_a1,6$  на поверхню 8, для запобігання передчасного зносу прокладки клапана в результаті зіткнення з торцем золотника.

- Допуск перпендикулярності поверхні 8 (торця золотника) відносно поверхні 2 не більше 0,025 - для запобігання перекосу торця золотника, викликаного похибкою виготовлення, щодо основної контактує циліндричної поверхні 8 (можливо нещільне прилягання торця золотника до прокладки клапана і як наслідок витік повітря з робочої порожнини) .

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням.

Аналізуючи креслення робимо висновок, що воно виконане згідно вимогам ЄСКД і повністю відповідає чинним стандартам: ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень»; ГОСТ 2.305-68 «Зображені види, розміри, перерізи»; ГОСТ 2.307-68 «Нанесення розмірів і граничних відхилень»; ГОСТ 2.309-73 «Шорсткість поверхні. Параметри, характеристики і позначення»; ГОСТ 24643-81 «Допуски норми і розташування поверхонь. Числові значення». Креслення виконане за діючими вимогами до оформлення конструкторської документації. На основі аналізу робочого креслення можна сказати, що наявних проєкцій і перетинів достатньо, вони правильно розміщені згідно існуючих стандартів, на всіх поверхнях вказані вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі.

Деталь «Золотник» виготовляється з вуглецевої сталі 35 ГОСТ 1050-88.

Відповідно до ГОСТ 1050-88 хімічний склад, фізичні та механічні властивості представлені в таблиці 2.1 та 2.2. Матеріали - замінники: 30, 40, 35Г.

Таблиця 2.1- Хімічний склад сталі 35 (ГОСТ 1050-88)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			Не більше			
0,32-0,40	0,17-0,37	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Аналізуючи деталь по застосованому матеріалу необхідно відзначити, що сталь 35 гарно оброблюється лезвійним інструментом.

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі 35 (ГОСТ 1050-88)

Сортамент	Розмір мм	Напр.	$\sigma_B$ МПа	$\sigma_T$ МПа	$\sigma_5$ %	$\sigma$ %	КСУ кДж/м <sup>2</sup>	Термічна обробка
-		-						-
Пруток калібрований ГОСТ 10702-78			540			45		Вілпал
Прокат, ГОСТ 1050- 88	до 80		600	315	6	45		Нормалізація

Застосування більш дешевого матеріалу не доцільно тому що, це неминуче призведе до зниження механічних і фізичних властивостей матеріалу, а отже буде більша ймовірність деформації робочих поверхонь деталі, утворення тріщин та руйнування деталі. Основним фактором руйнування матеріалу для даного типу деталей є вібрації та знакоперемінні циклічні навантаження, тому використаний матеріал сталь 35 є обґрунтованим для даних умов експлуатації.

Допуски форми та розташування на кресленні вказані не всі тому при необхідності прийматимемо в відсотковому відношенні від допуску на відповідний розмір.

Аналіз технічних вимоги пред'являються конструктором до деталі «Золотник»:

- \* Розмір для довідок. Конструктором оговорюються розміри проставлені на кресленні, які повинні бути уточнені, або є довідкові, в більшій мірі конструктором проставляються складальні розміри та ті які будуть отримуватись або ж на інших операціях, або ж по слюсарній помітці;

- Незазначені граничні відхилення розмірів Н14 , h14 ,  $\pm IT14 / 2$  . Поверхні, на яких не стоять вимоги точної обробки , повинні оброблятися з квалітетом точності отвору Н14, вали h14 ( зовнішні циліндричні поверхні), лінійні розміри -  $\pm IT14/2$ . Ці поверхні не є відповідальними і служать для конфігурації деталі (

посилення , технологічні поверхні). Дана вимога дозволяє проставляти розміри без захащення креслення.

- Покриття поверхн. Б,В, Х.тв.10...50 по ГОСТ 9.073-77. Допускається наявність хрому на поверхні Д.

Кількіа поверхонь на кресленні має досить низьку шорсткість по критерію Ra, дана вимога конструктора пов'язана з відповідальністю та їх експлуатаційними характеристиками. Шорсткість деяких поверхонь виконана з Ra=6,3 мкм. Базові (основні і допоміжні) поверхні торців виконані із шорсткістю Ra=1,6 мкм. У зв'язку з тим що поверхні слугують базами то відповідно до їх якості пред'явлені досить жорсткі вимоги, які обґрунтовані експлуатаційними показниками роботи вузла.

По точності виконуваних розмірів можна сказати, що базові поверхні виконані по 9 квалітету, що цілком обґрунтовано у зв'язку з її функціональним призначенням.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва за ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій.

Виконуємо розрахунок  $K_{з.о.}$

Вихідні дані:

Річна програма випуску виробів  $N = 3000$  штук.

Режим роботи підприємства - у дві зміни  $F_d = 4029$

Дійсний річний фонд роботи обладнання ( в дві зміни ) , годин [8] .

Для розрахунку  $K_{з.о.}$  необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій.

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

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

де -  $N$  річна програма випуску виробів , шт ;

$T_{шт}$  - штучний час на операцію ;

$F_d$  - Дійсний річний фонд часу , год;

$\eta_{з.н.}$  - Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання .

Згідно з рекомендаціями [8] для серійного виробництва  $\eta_{з.н.} = 0,75 \div 0,85$  .

Приймаємо для розрахунків  $\eta_{з.н.} = 0,75$  .

$$m_p = \frac{3000 \cdot 1,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 0,025$$

Для визначення  $K_{з.о.}$  необхідно знайти  $O$  - кількість операцій , виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (3.2)$$

де  $\eta_{з.ф.}$  - фактичний коефіцієнт завантаження обладнання. Визначається за формулою:

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

$P$  - число робочих місць. Округляємо до найближчого цілого числа значення  $m_p$ .

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,025}{1} = 0,025$$

$$O = \frac{0,75}{0,025} = 30$$

Коефіцієнт закріплення операції розрахуємо за формулою:

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

Де ,  $k = 0,02$  - заводський коефіцієнт, що враховує реальні умови виробництва.

Таким чином , коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

Таблиця 3.2 – Нормування операції

Номер операції	Назва операції	$T_{шт-к} (T_{шт})$ , хв	$m_p$	$P$	$q_{з.ф.}$	$O$
010	Токарна чорнова	1,5	0,025	1	0,025	30
015	Токарна чорнова	2,5	0,041	1	0,041	18,3
020	Токарна чистова	3,5	0,058	1	0,058	12,9
025	Токарна чистова	2	0,033	1	0,033	22,7
030	Вертикально-свердлильна	0,42	0,007	1	0,007	107,1
035	Вертикально-свердлильна	0,9	0,014	1	0,014	53,6
045	Шліфувальна	1,5	0,025	1	0,025	30
Всього		12,32	-	7	-	274,6

$$K_{з.о} = \frac{274,6}{7} = 39,2.$$

Тип виробництва дрібносерійний , так як  $20 < K_{з.о} < 40$ ,  $K_{з.о} = 39,2$ .

Визначаємо форму організації виробництва .

Добовий випуск деталей

$$N_{\text{доб.}} = \frac{N_{\text{річ.}}}{C}, \quad (3.6)$$

де  $C$  – кількість робочих днів у році,  $C=254$  дня.

$$N_{\text{доб.}} = \frac{3000}{254} = 12 \text{ шт/день.}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д.}}}{254}, \quad (3.7)$$

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Середня трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \quad (3.8)$$

де  $n$  – число механічних операцій,  $n=7$ ;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{12,32}{7} = 1,76 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{F_{\text{доб.}}}{T_{\text{ср.}}} \cdot 0,6, \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{952}{1,76} \cdot 0,6 = 325 \text{ шт.}$$

При порівнянні  $N_{\text{доб}} = 12 < Q_{\text{доб.}} = 325$  бачимо, що добовий випуск деталей на багато менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії нераціонально, тому приймаємо групову форму організації праці.

Партію запуску визначимо за формулою

$$N_{\text{парт.р}} = N_{\text{доб}} \cdot a = 12 \cdot 24 = 288 \text{ шт.} \quad (3.5)$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

де  $a$  - періодичність запуску в днях. Згідно з рекомендаціями [8] приймаємо  $a = 24$ .

Коректуємо розмір партії за рахунок визначення кількості змін на обробку всієї партії:

$$C = \frac{T_c \cdot N_{\text{парт.р}}}{F_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{зм}}} = \frac{1,76 \cdot 288}{476 \cdot 0,75} = 1,41$$

де  $F_{\text{см}} = \frac{F_{\text{доб}}}{b} = \frac{952}{2} = 476$  хв. - змінний фонд часу роботи обладнання;

$b=2$  зміни – кількість змін.

$\eta_{\text{зм}}=0,75$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання по [8]

Число змін  $C$  округляємо до найближчого цілого значення  $C_{\text{пр}} = 1$ . Тоді число деталей у партії:

$$N_{\text{парт}} = \frac{F_{\text{см}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{зм}}}{T_c} = \frac{476 \cdot 1 \cdot 0,75}{1,76} = 203 \text{ шт.}$$

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовлених періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску. Коефіцієнт закріплення операцій 20-40.

Використовується універсальне і спеціалізоване і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, а також гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПК, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розставляються по технологічних групах з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно замкнутим ділянкам.

Технологічне оснащення в основному універсальне. Велике поширення має універсально збірне, переналагоджуване технологічне оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, так і методами пробних проходів із частковим застосуванням розмітки для складних корпусних деталей.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 17090025-00ПЗ

Середня кваліфікація робітників вища, ніж у масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також наладчиками використовуються робітники-оператори, що працюють на налаштованих верстатах.

Залежно від особливості технології виробництва та обсягу випуску забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, однак застосовується і пригін по місцю, компенсація розмірів.

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок.

Вживаний ріжучий інструмент - універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент - калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

У відповідності з даним типом виробництва та порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яка характеризується однорідними конструктивно - технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення.

У дрібносерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за окремими визначеними верстатами. Верстати застосовуються універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегати.

Застосовується спеціальний різальний інструмент і вимірювальний інструмент у вигляді граничних калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. В якості спеціалізованих пристосувань (або інструментів) можуть використовуватися нормалізовані конструкції, пристосовані для даної операції.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Дрібносерійне виробництво значно економічніше, ніж одиничне виробництво, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

Дрібносерійне виробництво, яке є підвидом (нижчою формою) серійного виробництва, яке в свою чергу є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, а підприємства цього типу випускають в даний час 70 % всієї продукції машинобудування країни.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

## 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Золотник 082-011-11-25» виготовляється з вуглецевої сталі 35 методом штампування, тому отримання зовнішніх поверхонь деталі не викликає значних труднощів. За своєю конструкцією деталь є досить технологічною.

Розглядаючи і аналізуючи конструкцію деталі, а також вимоги до шорсткості і точності оброблюваних поверхонь можна зробити висновок, що деталь з точки зору механічної обробки досить проста, так, як високу точність має лише одна поверхня. Однак слід зазначити, що всі оброблювані поверхні відкриті і доступні для механічної обробки, що в свою чергу дозволяє застосовувати високопродуктивні методи обробки, що також говорить про технологічності деталі.

Виготовлені, шляхом механічної обробки, поверхні мають необхідну і достатню точність і шорсткість поверхонь. Це забезпечує точну роботу в вузлі. Незазначені граничні відхилення ряду поверхонь виконується відповідно до СТ СЭВ 144-75. Для виготовлення деталі використовується сталь 35 ГОСТ 1050-88, заготовка виходить методом кування на молотах.

Деталь виготовлена з мінімальними трудовими затратами і з дотриманням вимог і технології. Деталь має деякі нетехнологічні поверхні, представлені у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

№ п/п	Нетехнологічні елементи і властивості деталі	Пропозиції щодо підвищення технологічності деталі
1	Глухий отвір Ø8 на довжину 65.	Змінити не можна
2	Три канавки 3,7H12 зRa1,6 для кілець ущільнювачів	Застосування спеціального інструменту

Висновок: Дана деталь досить технологічна, допускає застосування високопродуктивних режимів обробки. Має хороші базові поверхні для початкової операції і досить простота по конструкції.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

З метою економії металу та зменшення трудомісткості обробки, конфігурація заготовки повинна бути максимально наближена до конфігурації деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати тріщин, рихлостей, розшарувань.

Дану деталь можна отримувати наступними способами:

- вільне кування на молотах;
- штампування КГШП

Визначимо вартість заготовки методом кування на молотах.

Для визначення вартості заготовки необхідно визначити масу заготовки.

Визначаємо розрахункову масу поковки, за формулою(5.1):

$$M_p = K_p \cdot M_d \quad (5.1)$$

де  $M_d$  - маса деталі;

$k_p$  - розрахунковий коефіцієнт

$$M_p = 1,5 \cdot 0,141 = 0,212 \text{ кг};$$

Визначаємо ступінь складності за формулою (5.2):

$$C = \frac{M_p}{M_\phi} ; \quad (5.2)$$

$M_\phi$ - маса фігури.

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3} \geq 0,7, \quad (5.3)$$

де  $m_d = 0,141$  - маса деталі, кг;

$m_3 = 0,212$  - маса заготовки, кг;

$$K_3 = \frac{0,141}{0,212} = 0,67$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Масу фігури визначаємо за формулою (5.4):

$$M_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi}^2}{4} \cdot l_{\phi} \cdot \rho \quad (5.4)$$

$$M_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 100 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 0,552 \text{ кг};$$

де  $M_{\phi}$  - маса фігури, кг;

$D_{\phi}$  - діаметр фігури, мм;

$l_{\phi}$  - довжина фігури, мм;

$\rho$  - густина матеріалу, кг/мм<sup>3</sup>;

$$C = \frac{0,2115}{0,552} = 0,38;$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою (5.5):

$$S_m = M_{\text{заг}} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тз}}}{100}\right) - (M_{\text{заг}} - M_{\text{дет}}) \cdot S_{\text{відхГРН.}}; \quad (5.5)$$

де :  $M_{\text{заг}}$  - маса заготовки ;

$M_{\text{дет}}$  - маса деталі ;

$S$  – оптова ціна 1 кг матеріалу прокату (16 грн.);

$S_{\text{відх}}$  - ціна 1 кг відходів ( 8-10% від оптової ціни 1 кг заготовки) .

$a_{\text{тз}}$  – транспортно-заготівельні витрати ( зазвичай 6% від оптової ціни 1 кг заготовки)

$$S_m = 0,2115 \cdot 16 \cdot \left(1 + \frac{0,96}{100}\right) - (0,2115 - 0,141) \cdot 1,6 = 4 \text{ грн.};$$

Визначимо вартість заготівлі методом штампування на КГШП.

Визначаємо розрахункову масу поковки, за формулою(5.6):

$$M_p = K_p \cdot M_d \quad (5.6)$$

де  $M_d$  - маса деталі;

$K_p$  - розрахунковий коефіцієнт

$$M_p = 1,3 \cdot 0,141 = 0,183 \text{ кг};$$

Визначаємо ступінь складності за формулою (5.7):

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



$$C = \frac{M_p}{M_\phi}; \quad (5.7)$$

$M_\phi$ - маса фігури.

Масу фігури визначаємо за формулою (5.8):

$$M_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} \cdot l_\phi \cdot \rho \quad (5.8)$$

$$M_\phi = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 100 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 0,552 \text{ кг};$$

де  $M_\phi$  - маса фігури, кг;

$D_\phi$  – діаметр фігури, мм;

$l_\phi$  – довжина фігури, мм;

$\rho$  - густина матеріалу, кг/мм<sup>3</sup>;

$$C = \frac{0,1833}{0,552} = 0,33;$$

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3} \geq 0,7, \quad (5.9)$$

де  $m_d = 0,141$  - маса деталі, кг;

$m_3 = 0,183$  - маса заготовки, кг;

0,7 - рівень технологічності ЕСТПП.

$$K_3 = \frac{0,141}{0,183} = 0,77$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою (5.5):

$$S_m = M_{\text{заг}} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{ТЗ}}}{100}\right) - (M_{\text{заг}} - M_{\text{дет}}) \cdot S_{\text{відх}} \text{ГРН.};$$

де :  $M_{\text{заг}}$  - маса заготовки ;

$M_{\text{дет}}$  - маса деталі ;

$S$  – оптова ціна 1 кг матеріалу прокату (16 грн.);

$S_{\text{відх}}$  - ціна 1 кг відходів ( 8-10% від оптової ціни 1 кг заготовки) .

$a_{\text{мз}}$  – транспортно-заготівельні витрати (зазвичай 6% від оптової ціни 1 кг заготовки)

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$S_m = 0,1833 \cdot 16 \cdot \left(1 + \frac{0,96}{100}\right) - (0,1833 - 0,141) \cdot 1,6 = 3 \text{ грн.};$$

З розрахунків можна впевнено сказати, що метод штампування на КГШП економічно дешевше. Вибираємо метод штампування на КГШП і виконуємо розрахунок припусків на розміри і ескіз заготовки.

Припуски й ковальські напуски:

Основні припуски на розміри:

- 1,1 - діаметр 18 мм, шорсткість поверхні Ra1,6;
- 1,1- діаметр 30 мм, шорсткість поверхні Ra2,5;
- 1,1 - діаметр 18 мм, шорсткість поверхні Ra6,3;
- 1,5 – товщина 75 мм, шорсткість поверхні Ra3,2;
- 1,1 – товщина 5 мм, шорсткість поверхні Ra3,2;
- 1,1 – товщина 20 мм, шорсткість поверхні Ra3,2;
- 1,4 – довжина 100 мм, шорсткість поверхні Ra1,6;

Визначаємо додаткові припуски, що враховують зміщення по поверхні рознімання штампа, за таблицею 4,- 0,1 мм; та відхилення від площини, за таблицею 5, - 0,2 мм;

Розміри поковки та їх допускні відхилення:

Розміри поковки, мм:

$\varnothing 18 + (1,1 + 0,1 + 0,2) \times 2 = 20,8 \text{ мм}$	приймаємо 21 мм;
$\varnothing 30 + (1,1 + 0,1 + 0,2) \times 2 = 32,8 \text{ мм}$	приймаємо 33 мм;
$\varnothing 18 + (1,1 + 0,1 + 0,2) \times 2 = 20,8 \text{ мм}$	приймаємо 21 мм.
$75 + (1,5 + 0,1) = 76,6 \text{ мм}$	приймаємо 76,6 мм.
$5 + (1,1 + 0,2) = 6,3 \text{ мм}$	приймаємо 6,3 мм.
$20 + (1,1 + 0,2) = 21,3 \text{ мм}$	приймаємо 21,3 мм.
$100 + (1,4 + 0,2) \times 2 = 103,2 \text{ мм}$	приймаємо 103,2 мм.

Вибираємо радіус закруглення зовнішніх поверхонь за таблицею 7, -1мм;

Визначаємо допускні відхилення розмірів, мм:

$$\varnothing 21 \begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix},$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$\varnothing 33^{+0,5}_{-0,3}$ ,

$\varnothing 21^{+0,5}_{-0,3}$ ,

$76^{+0,8}_{-0,4}$ ,

$7^{+0,7}_{-0,3}$ ,

$21^{+0,7}_{-0,3}$ ,

$104^{+0,9}_{-0,5}$

Ескіз заготовки з вказаними припусками показано на рисунку 5.1

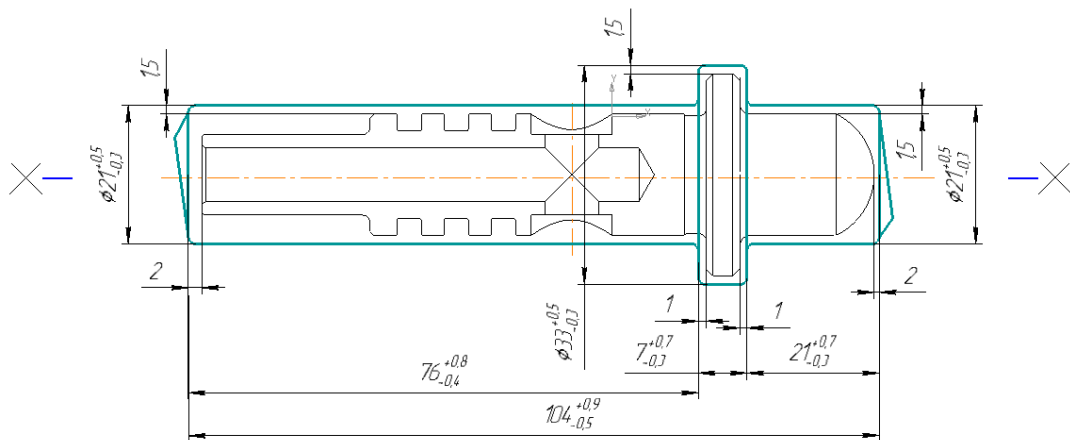


Рисунок 5.1. – Ескіз отримання заготовки на КГШП

Технічні вимоги на заготовку:

1. Гр. II 269...302 НВ ГОСТ 8479-70.
2. Заготовка - поковка штамповкою на КГШП. Припуски та допуски за ГОСТ 7505-89: клас точності - Т5, група сталі - М2, ступінь складності-С2, вихідний індекс-14.
4. Невказані радіуси закруглень - R 3...4 мм.
5. Штамповочні ухили - 7 .
6. Допустима величина зміщення по поверхні роз'єма штамп

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 17090025-00ПЗ

Лист

26

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 18e9$  мм.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Заготівка; чорнове точіння; чистове точіння; шліфування

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску Rz, T.[6 табл.4.3,4.5, с.63-64]

– для заготівки	Rz = 150 мкм	T=150 мкм
– для чорнового точіння	Rz = 50 мкм	T=50 мкм
– для чистового точіння	Rz = 30 мкм	T=30 мкм
– для шліфування	Rz = 10мкм	T=20мкм

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де:  $R_{z-1}$  – величина мікро нерівностей поверхні отриманої на попередній операції;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції;

$\rho_{i-1}$  – величина форми поверхні отриманої на попередній операції;

$\varepsilon_i$  – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім  $\rho_{i-1}$ , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зс}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{центр}^2}, \quad (6.2)$$

де:  $\rho_{см}$  – просторове відхилення зміщення заготовки;

де  $\rho_{зс}^2$  - коефіцієнт зсуву = 0,6мм = 600мкм

$\rho_{кор}^2$  - коефіцієнт викривлення = 0,4мм = 400мкм

$\rho_{центр}^2$  - коефіцієнт центрування.

$$\rho_{центр}^2 = \sqrt{\left(\frac{\delta_{шт}}{2}\right)^2 + 0,25^2}; \quad (6.3)$$

Допуск на поверхні, які використовуємо в якості баз на токарній операції, визначаємо по ГОСТ 7505-74 для штампованих заготовок мм.

$$\rho_{центр}^2 = \sqrt{\left(\frac{1,1}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,74 \text{ мм}$$

$$\rho_{заг} = \sqrt{600^2 + 400^2 + 740^2} = 1030 \text{ мкм},$$

Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho = \rho_{заг} \cdot K_y \quad (6.4)$$

де:  $k_y = 0,02 - 0,06$ , в залежності від переходу:

$$\rho_{чер} = 1030 \cdot 0,06 = 62 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{чис} = 1030 \cdot 0,04 = 42 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{шліф} = 1030 \cdot 0,02 = 21 \text{ мкм}.$$

Похибка установки та похибка закріплення дорівнює 0, оскільки деталь встановлюється на заздалегідь оброблену циліндричну поверхню.

Таблиця 6.1 - Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ

Найменування Переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску			
			R <sub>z</sub>	H	$\rho$	$\epsilon$
Штамування	h14	+0,52	150	150	1030	-
Точіння чорнове	h12	+0,21	50	50	62	0
Точіння чистове	h10	+0,07	30	30	42	0
Шліфування	e9	+0,043	10	20	21	0

За даними розрахунку побудуємо схему розташування припусків та допусків і зобразимо на рисунку 6.1

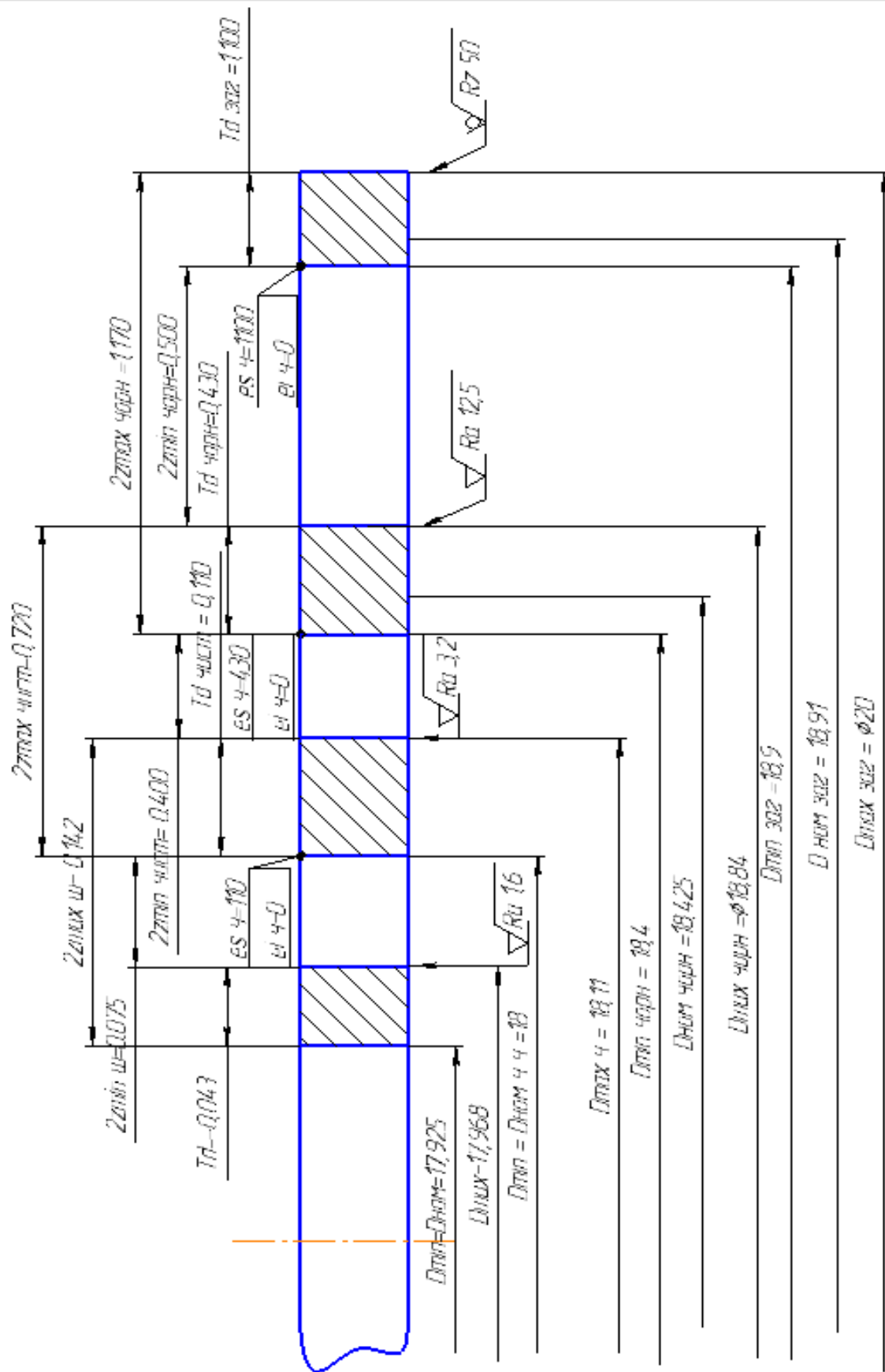


Рисунок 6.1 – Схема розташування полів допусків і між операційних розмірів

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 17090025-00ПЗ

Лист

29

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення

### Операція 010 – Токарна зЧПК

На токарній операції 010 проводиться чорнова обробка заготовки, а саме знімаються напуски і готуються бази під наступне чистову обробку. Операційний ескіз чорнкової обробки заготовки в базовому технологічному процесі наведено на рисунку 6.2.

Для базування більш доцільно використовувати трикулачковий самоцентруючий патрон з упором в деталі в торець  $\varnothing 19/\varnothing 33$ , в такому випадку це установча база по циліндричній поверхні  $\varnothing 19$  та опорна бази по торцю  $\varnothing 19/\varnothing 39$ , заготовка полишається п'яти ступенів вільності, рисунок 6.2.

Так як будуть використовуватись самоцентруючися патрон то похибка базування вісь деталі, буде дорівнювати нулю,  $E_6=0$ .

Похибка на діаметр обробки, розмір  $\varnothing 19$ , буде забезпечуватись ріжучим інструментом та верстатом.

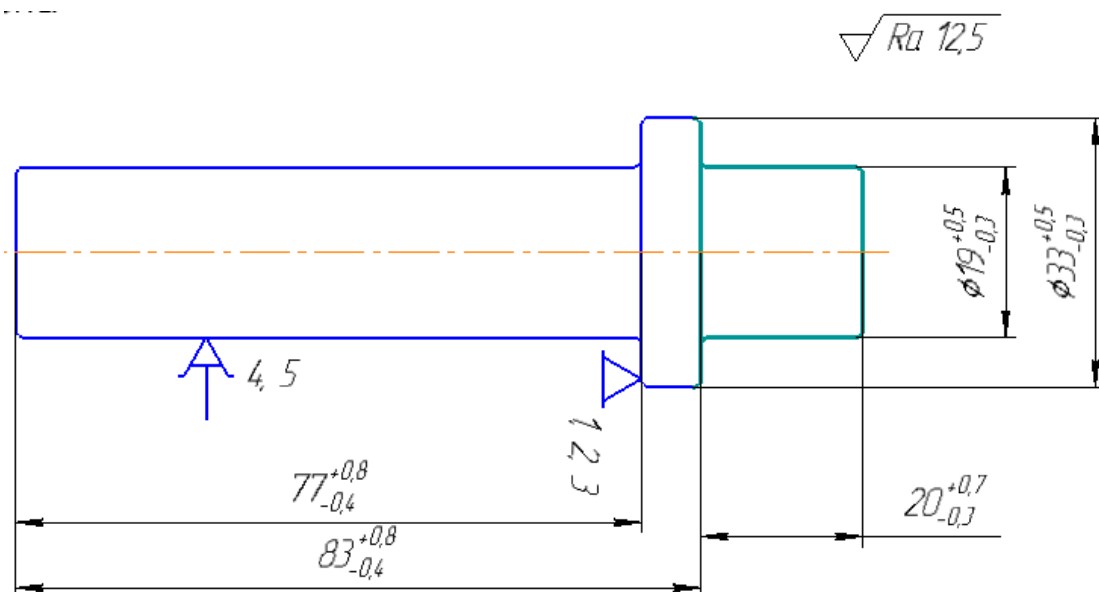


Рисунок 6.2 – Схема базування в 3-х кулачковому самоцентруючому патроні з упором в торець

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблиця 6.2 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності
1, 2, 3,	I, V, VI
5	II, III
-	IV

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	0	0	Упорна база
$\alpha$	0	1	1	
L	0	1	1	Подвійна опорна база
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	0	0	

Для порівняння розглянемо базування заготовки в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з упором в торець  $\varnothing 19$ , рисунок 6.3. Дана схема передбачає базування по зовнішній циліндричній поверхні  $\varnothing 19$  та торцю.

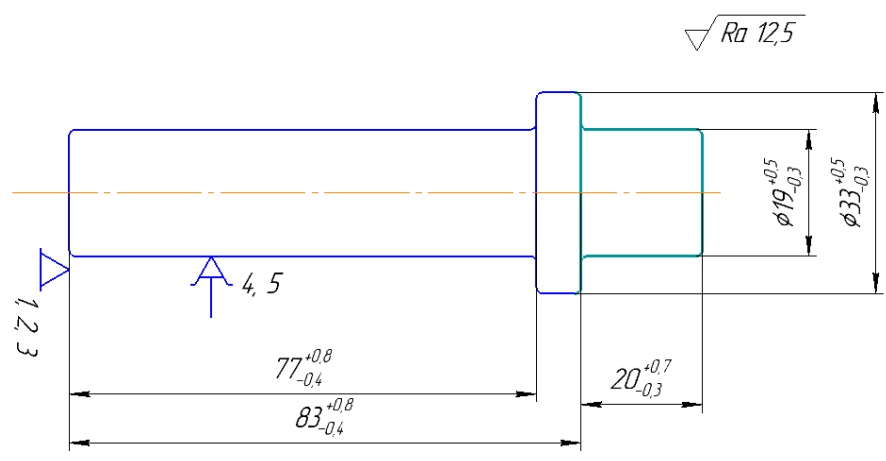


Рисунок 6.3 – Схема базування в 3-х кулачковому самоцентруючому патроні з упором в торець  $\varnothing 19$

При такому базування на деякі розміри виникатиме брак, так як:



- для розміру 20h14 (рис.6.2)  $\varepsilon_{\phi 20} = T_6 = 0,12 < T_{20} = 0,16$  мм браку нема;

- для розміру 20h14 (рис.6.3)  $\varepsilon_{\phi 20} = T_{76,1} + T_6 = 0,74 + 0,12 = 0,86 > T_{20} = 0,16$  мм – брак

може виникнути.

Отже проаналізувавши дві схеми виберемо схему базування упором в торець  $\phi 19/\phi 33$ .

### Операція 030 – Свердлильна з ЧПК

На свердлильній з ЧПК операції відбувається свердління скрізного отвору діаметром 8 мм. На даній операції розглянемо дві схеми закріплення заготовки: в самоцентруючих призмах, та на спеціальному пристрої (призми з прижимом).

Самоцентруючі призми, в такому випадку це установка (по торцю) та подвійна опорна (по  $\phi 18$ ) бази, заготовка полишається п'яти ступенів вільності, рисунок 6.4.

Так як будуть використовуватись призми то похибка базування отвору, відносно вісі деталі, буде дорівнювати нулю,  $E_6=0$ .

Похибка на діаметр отвору, розмір 8H14, буде забезпечуватись діаметром свердла, та його геометрією.

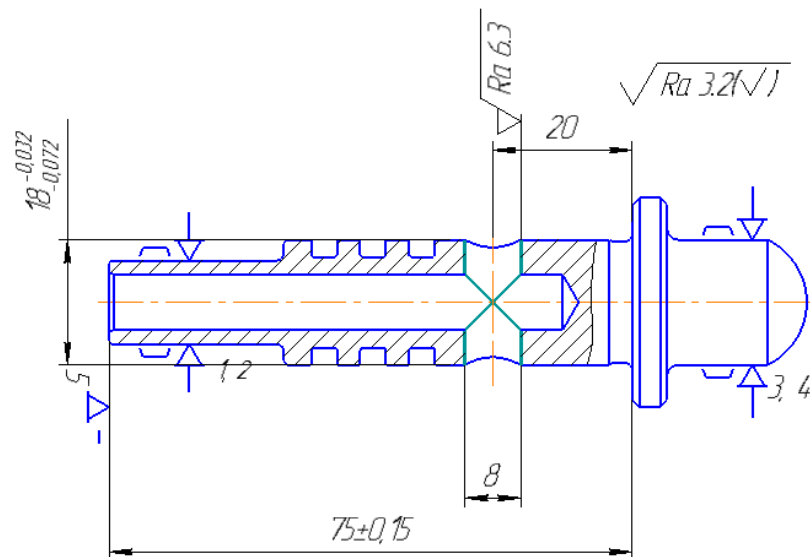


Рисунок 6.4 – Схема базування в самоцентруючих призмах

Для порівняння розглянемо базування заготовки на призмах, рисунок 6.5. Дана схема передбачає базування по торцю та зовнішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 18$ . Призми не центрують деталь, тому буде присутня похибка.

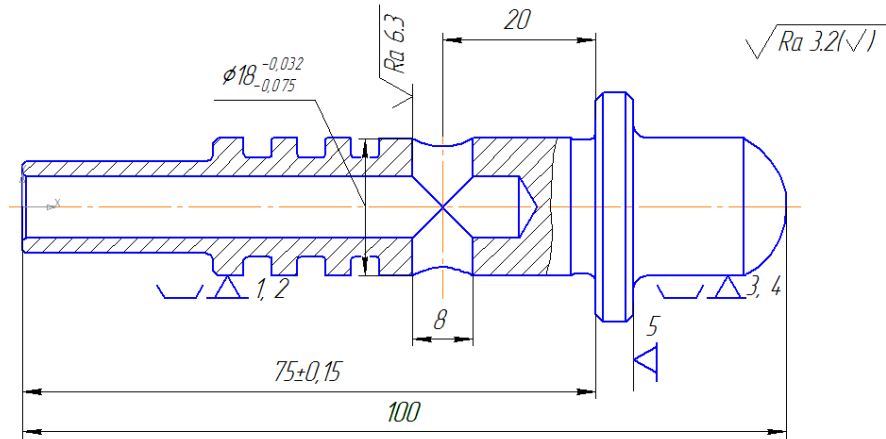


Рисунок 6.5 – Базування на призмах

Таблиця 6.4 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності
1, 2, 3,4,	I, II,IV, VI
5	IV
6	Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	0	1	<i>Подвійна напрямна база</i>
$\alpha$	1	0	1	
L	0	1	0	<i>опорна база</i>
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	<i>Вакансія</i>
$\alpha$	0	0	0	

Визначимо похибки базування для двох варіантів на розмір 8 мм:

- варіант 1 по рис.6.4  $\varepsilon_{68} = T_{30} < T_8 = 0,13 < 0,36$  мм – браку нема;

- варіант 2 по рис.6.5  $\varepsilon_{68} = T_{20} < T_8 = 0,13 < 0,36\text{мм}$  – браку нема.

У обох схемах браку не виникне, тому з точки зору жорсткості та стійкості закріплення, а також доступу та вільного виходу інструменту та простоти обираємо схему базування за рисунком 6.5.

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Операція 010 – токарна.

У заводському технологічному процесі для обробки застосовується токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616. Аналіз обладнання, що застосовується у базовому техпроцесі, показує, що воно відповідає середньосерійному типу виробництва, але є дещо застарілим. Тому вважаємо за доцільне запропонувати більш сучасний верстат, подібний за технічними характеристиками. Пропонуємо токарний верстат з ЧПК моделі TS-100 так як він є більш продуктивним.

Вибір обладнання був зроблений з урахуванням таких технологічних ознак:

- потужність двигуна: верстат даної моделі оснащений двигуном потужністю 5,5 кВт, якого достатньо для точіння циліндричної поверхні;
- тип виробництва: при дрібносерійному виробництві доцільно застосовувати верста перевага віддається верстату моделі TS-100, таблиця 6.6.

Таблиця 6.6 - Порівняння технічних характеристик токарних верстатів

Характеристика	Значення	
	1А616	TS-100
Найбільший діаметр заготовки, мм	320	330
Найбільша довжина обточування, мм	660	600
Діаметр наскрізного отвору в шпинделі, мм	35	45
Частота прямого обертання шпинделю, об/мин	9...1800	25...2500
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4	5,5
Габарити верстату (ДхШхВ), мм	2135x1225x 1220	2025x1110x 2270
Маса, кг	1500	1900

Операція 030 – свердлильна.

Для обробки отвору було розглянуто два вертикально-свердлильних верстати моделі 400V та 2P135Ф2. Проаналізувавши, було обрано верстат моделі 2P135Ф2 так як він є більш продуктивним.

Вибір обладнання був зроблений з урахуванням таких технологічних ознак:

- потужність двигуна: верстат даної моделі оснащений 3,7 кВт двигуном, якого достатньо для свердління отвору;
- габарити робочого простору: дане обладнання має стіл з габаритними розмірами 400x710 мм.
- тип виробництва: при дрібносерійному виробництві перевага віддається агрегатним верстатам, таким обладнанням є верстат моделі 2P135Ф2, таблиця 6.7.

Таблиця 6.7 - Порівняння технічних характеристик верстатів

<i>Характеристика</i>	<i>Значення</i>	
	400V	2P135Ф2
розміри робочої поверхні стола, (довжина x ширина) мм	400x900	400x710
найбільше переміщення столу		
повздовжнє, мм	550	630
поперечне, мм	400	360
Частота обертання шпинделя об/хв	0...8000	45...2000
потужність електродвигуна головного приводу, кВт	7	3,7
габаритні розміри (ДxШxВ), мм	2300x2450x 2620	1800x2170x 2700
Маса, кг	5000	5390

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

Вибір верстатних пристроїв виконують враховуючи тип виробництва, тривалість випуску та коефіцієнт завантаження верстатів. При виборі різальних інструментів увагу звертають на матеріал заготовки, геометрію різальної частини інструментів, габарити заготовки.

Операція 010 – токарна.

- Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80 – для закріплення заготовки;
- Різець токарний прохідний упорний з пластиною з твердого сплаву 2103-0007 ГОСТ 18879-73 Т5К10 – для обробки зовнішньої поверхні;
- Штангенциркуль ШЦ-0-135 по ГОСТ 166-85 – для контролю розмірів;
- Зразки шорсткості ГОСТ 3789-73 - для контролю шорсткості оброблюваних поверхонь.

Операція 030 – свердлильна.

Для виконання отвору будемо використовувати:

- Патрон 6251-0181 ГОСТ 14077-83- для швидкозмінного інструменту;
- Втулка 6120-0351 ГОСТ 13409-83- для інструменту з конічним хвостовиком;
- Конічна фреза 2220-0144 Р6М5 ГОСТ 18372-73 – для підготовки циліндричної поверхні до свердління
- Свердло 2301-3373 Р6М5 ГОСТ 12121-77 – для свердління отвору;
- Калибр пробка ПР/НЕ 8Н14 ГОСТ 14811-69 – пробка прохідна-непрохідна для контролю діаметру отвору;
- Зразки шорсткості ГОСТ 3789-73 - для контролю шорсткості оброблюваних поверхонь.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

## 6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 010 – Токарна.

Розрахунок режимів різання для поздовжнього точіння Ø18.

– Глибина різання  $t$  при чорновому точінні і відсутності обмежень по потужності обладнання, жорсткості системи СПИД приймається рівною припуск на обробку.

$$t = 1 \text{ мм.}$$

– Подача для чорнового точіння:

$$S_{\text{табл}} = 0,3 \div 0,4 \text{ мм/об (табл.11,стр266) [2];}$$

Приймаємо  $S_{\text{прин}} = 0,4 \text{ мм/об.}$

– Швидкість різання при зовнішньому поздовжньому і поперечному точінні і растачивании, м/хв, розраховують за формулою:

$$V_{\text{расч}} = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (6.5)$$

де  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,2$  (табл. 17, стр. 269) [2];

$T$  – період стійкості інструменту, = 30хв;

$S$  – подача, = 0,4;

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv}, \quad (6.6)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки (табл. 1-4, стр. 261) [2], визначається за формулою:

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n, \quad (6.7)$$

де  $\sigma_B$  – межа міцності оброблюваного матеріалу = 760 мПа;

$K_r$  – коефіцієнт для матеріалу інструменту = 1,0;

$n$  – показник ступеня при обробці різцями = 1,0

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{760} \right)^{1,0} = 0,98$$

$K_{nv}$  – коефіцієнт який враховує стан поверхні, = 0,8 (табл. 5, стр. 263) [2];

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$K_{ив}$  - коефіцієнт який враховує вплив матеріалу інструменту, = 1,0 (табл. 6, стр. 263) [2].

$$K_v = 0,98 \times 0,8 \times 0,65 = 0,5096$$

$$V_{расч} = \frac{350}{50^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 0,5096 = 112,4 \text{ м/хв}$$

– Частота обертання шпинделя або заготовки, об/хв, визначається за формулою:

$$n_{расч} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 112,4}{3,14 \times 18} = 1988,67 \text{ об/хв.} \quad (6.8)$$

За паспортом верстата вибираємо  $n_{прин} = 1800$  об/хв.

Коректуємо швидкість різання внаслідок зміни частоти обертання шпинделя:

$$V_{прин} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 18 \times 1800}{1000} = 101,79 \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

– Силу різання, в Н, визначається за формулою:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (6.10)$$

де  $(P_z)$   $C_p = 300$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ ; (табл. 22, стр. 273) [2];

$(P_y)$   $C_p = 243$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,6$ ;  $n = -0,3$ ; (табл. 22, стр. 273) [2];

$(P_x)$   $C_p = 339$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,5$ ;  $n = -0,4$ ; (табл. 22, стр. 273) [2];

Поправочний коефіцієнт  $K_p$ , визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{гр} \times K_{лр} \times K_{рр}, \quad (6.11)$$

де  $K_{mp}$  – коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, визначається за формулою (табл. 9, стр. 264) [2]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.12)$$

де  $\sigma_B$  - межа міцності матеріалу, = 760 мПа;

$n$  – показник ступеня для твердого сплаву, = 0,75

$$K_{mp} = \left( \frac{760}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$K_{фр} = 1,0(P_z)$ ;  $= 1,0(P_y)$ ;  $= 1,0(P_x)$ ; (табл. 23, стр. 275) [2];

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$K_{\gamma p} = 1,0(P_z); = 1,0(P_y); = 1,0(P_x);$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$K_{\lambda p} = 1,0(P_z); = 1,0(P_y); = 1,0(P_x);$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$K_{rp} = 0,93(P_z); = 0,82(P_y); = 1,0(P_x);$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$$K_p(P_z) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,93$$

$$K_p(P_y) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,82 = 0,82$$

$$K_p(P_x) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 1^{1,0} \times 0,4^{0,75} \times 101,79^{-0,15} \times 0,93 = 701,44 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 1^{0,9} \times 0,4^{0,6} \times 101,79^{-0,3} \times 0,82 = 287,31 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 1^{1,0} \times 0,4^{0,5} \times 101,79^{-0,4} \times 1 = 337,4 \text{ Н}$$

– Потужність різання, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z V}{1020 \times 60}, \quad (6.13)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{701,44 \times 101,79}{1020 \times 60} = 1,17 \text{ кВт}$$

– Перевірка необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{\text{эд}} = \frac{N_{\text{рез}} \times K_1}{K_2 \times \eta}, \quad (6.14)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт використання верстатів по потужності,  $\approx 0,8$ ;

$K_2$  – коефіцієнт перевантаження,  $\approx 1,25$ ;

$\eta$  – КПД приводу,  $\approx 0,7 \div 0,75$ .

$$N_{\text{эд}} = \frac{1,17 \times 0,8}{1,25 \times 0,75} = 0,9984 \text{ кВт}$$

Так як за паспортом верстату 1А616  $N_{\text{эд}} = 4$  кВт, то дані режими різання задовольняють вимогам для поздовжнього точіння.

– Основний машинний час для токарних робіт (обточування і розточування циліндричних поверхонь), хв, визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \times i, \quad (6.15)$$

де  $i$  – число проходів інструмента,  $= 1$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



$L$  – розрахункова довжина робочого ходу інструмента, що приймається для визначення основного (технологічного) часу, хв, визначається за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (6.16)$$

де  $l$  – довжина оброблюваної поверхні, в мм. =  $A_{5.1}$ ;

$l_1$  – величина врізання інструменту, в мм. (стр.620, табл.2) [7] = 2;

$l_2$  – величина перебега інструменту (при точінні в упор= 0), в мм..

$$L = 19,37 + 2 = 21,37 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{21,37}{1800 \times 0,4} \times 1 = 0,033 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання для поперечного точіння  $\varnothing 18$ .

$$t = 0,83 \text{ мм}$$

– Подача для чорнового точіння:

$$S_{\text{табл}} = 0,3 \div 0,4 \text{ мм/об (табл. 11, стр. 266) [2];}$$

Приймаємо  $S_{\text{прин}} = 0,4 \text{ мм/об.}$

– Швидкість різання при зовнішньому поздовжньому і поперечному точінні і растачивании, м/хв, розраховують за формулою:

$$V_{\text{расч}} = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (6.5)$$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} K_v = 0,98 \times 0,8 \times 0,65 = 0,5096 \quad (6.6)$$

$$V_{\text{расч}} = \frac{350}{50^{0,2} \times 1,5^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 0,5096 = 115,59 \text{ м/хв}$$

– Частота обертання шпинделя або заготовки, об/хв, визначається за формулою:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 115,59}{3,14 \times 18} = 1870,42 \text{ об/хв.} \quad (6.8)$$

За паспортом верстату вибираємо  $n_{\text{прин}} = 1800 \text{ об/хв.}$

Коректуємо швидкість різання внаслідок зміни частоти обертання шпинделя:

$$V_{\text{прин}} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 18 \times 1800}{1000} = 101,79 \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

– Силу різання, в Н, визначається за формулою:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (6.10)$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Поправочний коефіцієнт  $K_p$ , визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\phi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp}, \quad (6.11)$$

$$K_p(P_z) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,93$$

$$K_p(P_y) = 1 \times 1 \times 1 \times 0,82 = 0,82$$

$$K_p(P_x) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,83^{1,0} \times 0,4^{0,75} \times 101,79^{-0,15} \times 0,93 = 1052,17 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 0,83^{0,9} \times 0,4^{0,6} \times 101,79^{-0,3} \times 0,82 = 413,83 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 0,83^{1,0} \times 0,4^{0,5} \times 101,79^{-0,4} \times 1 = 506,1 \text{ Н}$$

– Потужність різання, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{рез} = \frac{P_z V}{1020 \times 60}, \quad (6.13)$$

$$N_{рез} = \frac{1052,17 \times 101,79}{1020 \times 60} = 1,75 \text{ кВт}$$

– Перевірка необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{эд} = \frac{1,75 \times 0,8}{1,25 \times 0,75} = 1,493 \text{ кВт}$$

Так як за паспортом верстату  $N_{эд} = 3,7$  кВт, то дані режими різання задовольняють вимогам для поздовжнього точіння.

– Основний машинний час для токарних робіт (обточування і розточування циліндричних поверхонь), хв, визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \times i, \quad (6.15)$$

де  $i = 1$ ;

$$L = \frac{d}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ мм.} \quad (6.16)$$

$$T_o = \frac{9}{1800 \times 0,4} \times 1 = 0,014 \text{ мин.}$$

Розрахунок режимів різання для поперечного точіння  $\varnothing 30$ .

$$t = 0,53 \text{ мм}$$

– Подача для чорнового точіння:

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$S_{\text{табл}} = 0,3 \div 0,4 \text{ мм/об (табл. 11, стр. 266) [2];}$$

Приймаємо  $S_{\text{прин}} = 0,4 \text{ мм/об.}$

– Швидкість різання при зовнішньому поздовжньому і поперечному точінні і растачивании, м/хв, розраховують за формулою:

$$V_{\text{расч}} = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (6.5)$$

$$K_v = 0,98 \times 0,8 \times 0,65 = 0,5096$$

$$V_{\text{расч}} = \frac{350}{50^{0,2} \times 0,53^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 0,5096 = 123,63 \text{ м/хв}$$

– Частота обертання шпинделя або заготовки, об/хв, визначається за формулою:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 123,63}{3,14 \times 30} = 1312,42 \text{ об/хв} \quad (6.8)$$

За паспортом верстата вибираємо  $n_{\text{прин}} = 1120 \text{ об/хв.}$

Коректуємо швидкість різання внаслідок зміни частоти обертання шпинделя:

$$V_{\text{прин}} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 30 \times 1120}{1000} = 105,4 \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

– Силу різання, в Н, визначається за формулою:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (6.10)$$

де  $(P_z) C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15; \text{ (табл. 22 стр. 273) [2];}$

$(P_y) C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3; \text{ (табл. 22 стр. 273) [2];}$

$(P_x) C_p = 339; x = 1,0; y = 0,5; n = -0,4; \text{ (табл. 22 стр. 273) [2];}$

Поправочний коефіцієнт  $K_p$ , визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\text{фр}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\lambda p} \times K_{\text{гр}}, \quad (6.11)$$

$K_{\text{фр}} = 1,0(P_z); = 1,0(P_y); = 1,0(P_x); \text{ (табл. 23 стр. 275) [2];}$

$K_{\text{гр}} = 1,0(P_z); = 1,0(P_y); = 1,0(P_x); \text{ (табл. 23 стр. 275) [2];}$

$K_{\lambda p} = 1,0(P_z); = 1,0(P_y); = 1,0(P_x); \text{ (табл. 23 стр. 275) [2];}$

$K_{\text{гр}} = 0,93(P_z); = 0,82(P_y); = 1,0(P_x); \text{ (табл. 23 стр. 275) [2];}$

$$K_p(P_z) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,93$$

$$K_p(P_y) = 1 \times 1 \times 1 \times 0,82 = 0,82$$

$$K_p(P_x) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,53^{1,0} \times 0,4^{0,75} \times 105,4^{-0,15} \times 0,93 = 148,44 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 0,53^{0,9} \times 0,4^{0,6} \times 105,4^{-0,3} \times 0,82 = 68,04 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 0,53^{1,0} \times 0,4^{0,5} \times 105,4^{-0,4} \times 1 = 66,93 \text{ Н}$$

– Потужність різання, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z V}{1020 \times 60}, \quad (6.13)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{148,44 \times 105,54}{1020 \times 60} = 0,32 \text{ кВт}$$

– Перевірка необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{\text{эд}} = \frac{0,32 \times 0,8}{1,25 \times 0,75} = 0,27 \text{ кВт}$$

Так як за паспортом верстату 1А616  $N_{\text{эд}} = 4$  кВт, то дані режими різання задовольняють вимогам для поздовжнього точіння.

– Основний машинний час для токарних робіт (точіння торцевої поверхні), хв, визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \times i, \quad (6.15)$$

де  $i = 1$ ;

$$L = \frac{D - d}{2} = \frac{30 - 18}{2} = 6 \text{ мм.}, \quad (6.16)$$

$$T_o = \frac{6}{1120 \times 0,4} \times 1 = 0,013 \text{ мин.}$$

Операція 030 – Свердлильна.

Вихідні дані: виконаємо свердління наскрізного отвору Ø8 мм. Оброблюваний матеріал – сталь 35 з межею міцності  $\sigma_b = 540$  МПа, Спосіб отримання заготовки – поковка.

Модель верстата 2Р135Ф2, пристосування – спеціальне пристосування.

– Глибина різання  $t$ , мм, визначається за формулою:

$$t = 0,5 \times D, \quad (6.17)$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

де  $D$  – діаметр отвору, мм.

$$T = 0,5 \times 8 = 4 \text{ мм}$$

Вибираємо максимально допустиму по міцності свердла подачу.  
(табл.25, стр.277);

$$S = 0,25 \text{ мм/об (по паспорту верстату } S = 0,25 \text{ мм/об)}$$

– Швидкість різання  $V$ , мм, визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v, \quad (6.18)$$

де  $C_v = 9,8$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,2$  (табл.28, стр.278);

$T$  – період стійкості, мин  $T = 25$  (табл.30, стр.279);

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{lv}, \quad (6.19)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт на оброблюваний матеріал, 0,98 (табл.2, стр.262);

$K_{iv}$  – коефіцієнт на інструментальний матеріал, 0,8 (табл.6, стр.263);

$K_{lv}$  – коефіцієнт, що враховує глибину різання, 1 (табл.31, стр.280).

$$K_v = 0,98 \times 0,8 \times 1 = 0,5096$$

$$V = \frac{9,8 \times 8^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,25^{0,5}} \times 1,104 = 26,11 \text{ м/мин}$$

– Частота обертання інструменту, в об / хв, визначається за формулою:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 26,11}{3,14 \times 8} = 1039,42 \text{ об/хв} \quad (6.8)$$

За паспортом верстату обираємо  $n_{\text{прин}} = 1100$  об/мин.

Коригуємо швидкість різання внаслідок зміни частоти обертання шпинделя:

$$V_{\text{прин}} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 8 \times 1100}{1000} = 27,632 \text{ м/хв.} \quad (6.9)$$

– Крутний момент  $M_{\text{кр}}$ , в Н·м и осьова сила  $P_o$ , в Н, визначаються за формулами:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times K_p, \quad (6.20)$$

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p, \quad (6.21)$$

де  $C_m = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  (табл.32, стр.281);

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7$  (табл.32, стр.281);

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки;

$$K_p = K_{mp}, \quad (6.22)$$

де  $K_{mp}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує впливу якості оброблюваного матеріалу на силові залежності:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.23)$$

де  $\sigma_B$  - межа міцності оброблюваного матеріалу, 760 МПа;

$n$ –показник ступеня, = 0,75 (табл. 9 стр. 264).

$$K_{mp} = \left( \frac{760}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 8^2 \times 0,25^{0,8} \times 1 = 5,7 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$P_o = 10 \times 68 \times 8^1 \times 0,25^{0,7} \times 0,6 = 1236,82 \text{ Н}$$

– Потужність різання  $N_e$ , к Вт, визначаються за формулами:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{5,7 \times 1100}{9750} = 0,64 \text{ кВт}. \quad (6.24)$$

– Перевірка необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{эд} = \frac{0,64 \times 0,8}{1,25 \times 0,75} = 0,55 \text{ кВт}$$

Так як за паспортом верстату (400V)  $N_{эд} = 7$  кВт, то дані режими різання задовольняють вимогам для поперечного точіння.

Таблица 6.5 - Режимы резания

Вид обработки	S, мм/дв.хід	V, м/хв	t мм	L, мм	T <sub>0</sub> , хв
Свердління отвору	0,25	27,632	4	23	0,00523

## 6.6 Технічне нормування операцій

Розрахунок технічної норми часу для операції 010.

Норма штучного часу, хв, визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_o + T_{от}, \quad (6.25)$$

де  $T_o$  – основне (машинне) час для токарної операції 015, хв, визначається за формулою:

$$T_o = \sum T_o = 0,033 + 0,014 + 0,013 = 0,06 \text{ хв.} \quad (6.26)$$

$T_d$  – допоміжне час, хв, складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$T_b = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (6.27)$$

де  $T_{y.c}$  – час на установку і зняття деталі, хв.(дод.5.1, стр.197) [8] = 0,06 хв.;

$T_{з.о}$  – час на закріплення і відкріплення деталі, хв. (дод .5.7, стр.201) [8] = 0,024 хв.;

$T_{уп}$  – час на прийоми управління, хв (дод.5.8, стр.202) [8] = 0,01 + 0,04 + 0,025 = 0,075 хв.;

$T_{из}$  – час на вимірювання деталі, хв (дод.5.12(5.15), стр.197(209)) [8] = 0,03 + 0,16 = 0,19 хв.

$$T_d = 0,06 + 0,024 + 0,075 + 0,19 = 0,349 \text{ хв.}$$

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця, хв, складається з часу на організаційне обслуговування:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (6.28)$$

де  $T_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, хв, визначається за наступною формулою:

$$T_{тех} = T_o \times \Pi_{тех} / T, \quad (6.29)$$

де  $\Pi_{тех}$  – витрати на технічне обслуговування робочого місця у відсотках від основного, в % = 4% (дод.5.20, стр.212) [8];

$T$  – період стійкості при роботі одним інструментом, в хв.

$$T_{тех} = 0,06 \times 4 / 50 = 0,048 \text{ хв.}$$

$T_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, хв, визначається як:

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$T_{\text{орг}} = T_{\text{оп}} \times P_{\text{орг}}, \quad (6.30)$$

де  $T_{\text{оп}}$  – оперативний час, знаходиться як сума основного і допоміжного часу, хв;

$P_{\text{орг}}$  - витрати на організаційне обслуговування робочого місця, в % = 4% (дод.5.21, стр.212) [8] = 1,4%.

$$T_{\text{орг}} = (0,06 + 0,349) \times 1,4\% = 0,0058 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{об}} = 0,048 + 0,0058 = 0,0538 \text{ хв.}$$

$T_{\text{от}}$  – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв, при нормуванні знаходиться:

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \times P_{\text{от}}, \quad (6.31)$$

де  $P_{\text{от}}$  – затрати часу на відпочинок, в %, (дод.5.22, стр.213) [8] = 6%.

$$T_{\text{от}} = 0,409 \times 6\% = 0,024 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,06 + 0,349 + 0,0538 + 0,024 = 0,4868 \text{ хв.}$$

Розрахунок технічної норми часу для операції 030.

Основний (машинний) час для свердлильних робіт (свердління на проход), в хв, визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \times i, \quad (6.15)$$

де  $i$  – число проходів інструмента, = 1

$L$  – розрахункова довжина робочого ходу інструмента, яка приймається для визначення основного (технологічного) часу, в хв, визначається за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (6.16)$$

де  $l$  – довжина поверхні що оброблюється, в мм.;

$l_1 + l_2$  – (стр.620, табл.3) [7] = 5;

$$L = 18 + 5 = 23 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{23}{1100 \times 0,25} \times 1 = 0,00523 \text{ мин.}$$

Норма штучного часу, в хв., Визначається за формулою:

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



$$T_{шт} = T_o + T_v + T_o + T_{от}, \quad (6.25)$$

де  $T_o = 0,00523$  хв.

$T_v$  – допоміжний час, в хв, складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (6.27)$$

где  $T_{у.с}$  – час на установку і зняття деталі, в мин. (прил.5.6, стр.199) [8] = 0,068 мин.;

$T_{з.о}$  – час на закріплення і відкріплення деталі, в мин. (прил.5.7, стр.201) [8] = 0,03 мин.;

$T_{уп}$  – час на прийоми управління, в мин. (прил.5.8, стр.202) [8] = 0,01 + 0,035 + 0,05 + 0,01 = 0,105 мин.;

$T_{из}$  – час на вимірювання деталі, в мин. (прил.5.12, стр.197) [8] = 0,06 мин.

$$T_v = 0,068 + 0,03 + 0,105 + 0,06 = 0,263 \text{ мин.}$$

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця, в хв, складається з часу на організаційне обслуговування:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (6.28)$$

де  $T_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, в хв. визначається за такою формулою:

$$T_{тех} = T_o \times P_{тех} / T, \quad (6.29)$$

де  $P_{тех}$  – витрати на технічне обслуговування робочого місця у відсотках від основного, у % = 4% (прил.5.20, стр.212) [8];

$T$  – період стійкості при роботі одним інструментом, в мин.

$$T_{тех} = 0,123 \times 4 / 50 = 0,01 \text{ мин.}$$

$T_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, в хв, визначається як:

$$T_{орг} = T_{оп} \times P_{орг}, \quad (6.30)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, знаходиться як сума основного і допоміжного часу, в мин.;

$P_{орг}$  – витрати на організаційне обслуговування робочого місця, у %, (прил.5.21, стр.212) [8] = 1%.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$T_{\text{орг}} = (0,123 + 0,263) \times 1\% = 0,0037 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об}} = 0,01 + 0,0037 = 0,0137 \text{ мин.}$$

$T_{\text{от}}$  – час перерв на відпочинок і особисті потреби, в хв, при нормуванні знаходиться:

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \times \Pi_{\text{от}}, \quad (6.31)$$

де  $\Pi_{\text{от}}$  – витрати часу на відпочинок, у %, (прил.5.22, стр.213) [8] = 7%.

$$T_{\text{от}} = 0,386 \times 7\% = 0,027 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,00523 + 0,263 + 0,0137 + 0,027 = 0,421 \text{ мин.}$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

## 7. ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Проектування верстатного пристрою на свердлильну з ЧПК операцію.

Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точнісних параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональної систему нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП) [8].

Дана операція комплексна з ЧПК виконується на верстаті моделі 2P135Ф2.

Уточнення мети технологічної операції.

На даній операції повинні формуватися такі розміри: 1 наскрізних отворів Ø8 мм.

Отвори Ø8 мм є вільними розміром, а значить відповідно до технічних вимог на виготовленні деталі, допуск беремо по 14 квалітету точності [9].

$$T_{\varnothing 8} = 360 \text{ мкм}$$

Точність лінійних розмірів аналізувати недоцільно, тому що отвори наскрізні.

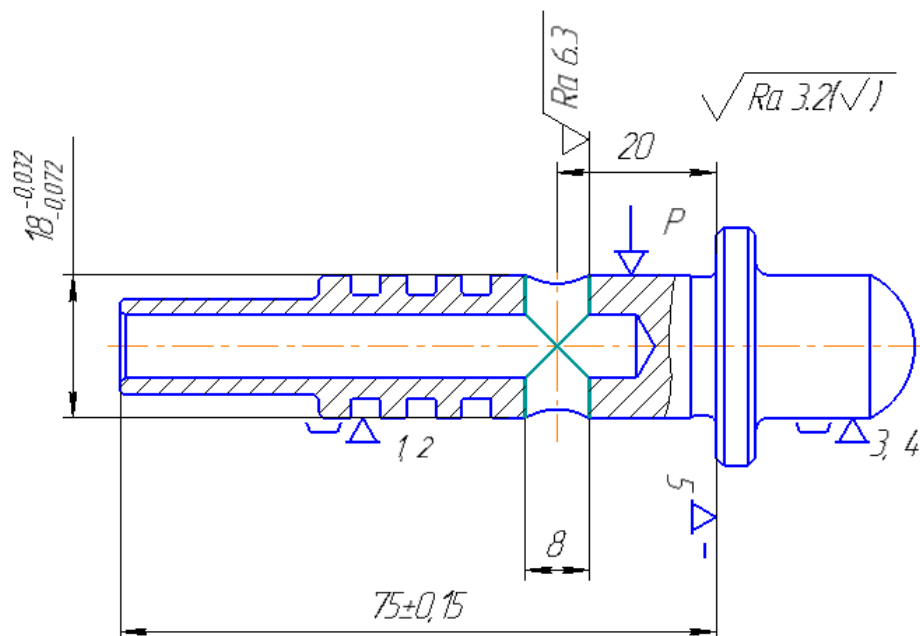


Рисунок 7.1 - Схема базування заготовки на операції свердлильній з ЧПК

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Шорсткість оброблюваних поверхонь, яка вказана на кресленні, має значення 6,3 мкм за критерієм Ra.

Аналіз базових поверхонь.

Конструкція пристосування буде припускати базування заготовки по торцю і по зовнішній циліндричній поверхні Ø18e9.

Згідно креслення отвір Ø18 обробляється по IT9. Згідно з [9] знаходимо значення допуску:  $T_{\varnothing 18} = 43$  мкм.

Це означає, що діаметр виконаний з параметрами Ø18e9 (-0,032; -0,075). Дану поверхню можна використовувати як подвійну опорну базу.

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для діаметра Ø18e9 відповідає за критерієм Ra 1,6 мкм, що є достатнім досягнення необхідної точності на даній операції.

У проектованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектоване пристосування.

Річна програма випуску визначена в 3000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проектування даного пристосування проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на багатоцільовому верстаті 2P135Ф2 з системою ЧПК. Паспортні дані верстата наведені в пункті 6.3.

Обробка на даній операції здійснюється свердлом Ø8 мм. Пристосування має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій.

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристосування на верстаті.
4. Закріплення пристосування на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Утворення вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
9. Обробка поверхонь згідно ескізу.
10. Створення безпечних умов праці.

Аналіз схем базування та закріплення був виконаний раніше.

Розрахунок сил закріплення.

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [2, с.85]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.1)$$

$K_0=1,5$  – коефіцієнт гарантування запасу [2,с.85]

Коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки.  $K_1 = 1.2$  - Що враховує збільшення сил різання від випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях по [2, с.85]

$K_2 = 1.5$  - Коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання от прогресуючого затуплення ріжучого інструменту. [2, с.84:табл.9]

$K_3 = 1$  - Коефіцієнт, що враховує зміну сил обробки при перервному точінні [2,с.85]

$K_4 = 1,2$  - Коефіцієнт, що враховує непостійність сил що розвиваються приводами [2,с.85]

$K_5 = 1.2$  - коефіцієнт, що характеризує економіку затискних механізмів [2, с.85]

Коефіцієнт  $K_6$  в даному випадку не враховується

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 3,8$$

Виходячи з того, що найбільша сила та крутний момент будуть виникати при свердлінні отвору  $\varnothing 8$  мм розрахунок сили затиску будемо проводити саме по

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

критерію величини сил та моментів, що виникають при обробці даної поверхні. Осьова сила  $P_o$  при цьому буде діяти радіально, тому в розрахунках її можна не враховувати.

З попередніх розрахунків  $M_{кр}=5,7$  Нм

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення  $W$ .

$$W = \frac{K \cdot M_{кр}}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot (D^3 - d^3)}, \quad (7.2)$$

де  $W$  - сила затиску деталі;

$M_{кр}$  - крутний момент на свердлі, кгс·мм;

$f$  – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затискачів ( для гладких поверхонь  $f = 0,25$ );

$K$  – коефіцієнт запасу.

Виразимо силу закріплення  $W$

$$W = \frac{3,8 \cdot 5,7}{\frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot (0,14^3 - 0,12^3)} = 1330 \text{ Н}$$

Обґрунтування вибору приводу.

Для розкріплення досить ходу 5-10 мм, отже, раціонально вибрати тарілчасту гумовотканинну пневмокамеру однобічної дії з діаметром діафрагми визначається за формулою [2]:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{1330}{0,4}} = 65,2 \text{ мм} \quad (7.3)$$

де  $p = 0,4$  МПа - тиск повітря в мережі.

Приймаємо по ГОСТ 6540-68 найближчий більший діаметр  $D = 70$  мм.

Отже розраховуємо фактична силу закріплення при діаметрі пневмокамери 70 мм по ГОСТ.

$$W_{\phi} = \frac{D^2 \times p}{1,13^2} = \frac{70^2 \times 0,4}{1,13^2} = 1535 \text{ Н}$$

Точнісіні розрахунки пристосування.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про обробки поверхонь деталі на даній операції в точнісні до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі.

Деталь базується на даній операції по поверхням Ø18e14 та Ø18H14 \*тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на перпендикулярність верхнього торця склянки до настановної поверхні плити за формулою [9, с 26]:

Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовуємо у загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} \quad (7.4)$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

- $T = 360$  мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (див. п. 1.3);
- $K_T = 1,2$  - коефіцієнт що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;
- $K_{T1} = 0,85$  - коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;
- $\varepsilon_{\delta} = 0$  - похибка базування (свердлимо наскрізний отвір Ø8) ;
- $\varepsilon_z = 43$  мкм - похибка закріплення (табл. 3.3) [1];
- $\varepsilon_y = 20$  мкм - похибка установки пристрою на верстаті[5, с. 21];
- $\varepsilon_n = 0$  - похибка перекосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);
- $\varepsilon_{zn} = 0$  – похибка зношування (див. п 3.2, при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки) [1];

- $K_{T2} = 0,7$  – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. п 3.2) [1];
- $\omega = 150 \text{ мкм}$  - значення допуску для 12 квалітету середньої економічної точності свердління для розміру 8 мм (див. табл. 3.7) [1];
- $\varepsilon_{noz} = 50 \text{ мкм}$  - похибка позиціювання (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{np} = 360 - 1,2\sqrt{0^2 + 43^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 150)^2 + 50^2} = 156 \text{ (мкм)}.$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск перпендикулярності.

$$T = 160 \text{ мкм}.$$

За ГОСТ 24643-81 приймаємо найближче менше значення допуску перпендикулярності.

Найближче стандартне значення допуску паралельності по ГОСТ 24643-81 160 мкм для діапазону розмірів 16-25 мм, в який входить розмір  $\varnothing 18$  - перпендикулярності, відповідає 8-й ступені точності.

Опис пристрою і принципу дії пристосування.

Пристосування у збірці має задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Пристрій складається з плити під якою змонтована пневмокамера і на якій встановлено стакан. При подачі стисненого повітря в верхню порожнину відбувається закріплення заготовки. Подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран. При відключенні подачі повітря по-засобом перемикання триходового крана відбувається процес розкріплення заготовки за допомогою пружини (камера односторонньої дії).

Розрахунок на міцність.

Розраховуємо на міцність різьблення штока. По конструктивних міркувань і попередньої компоновки пристосування приймемо різьбу на штоку M12x1,75-6g. Сила на штоку  $W = 1535 \text{ Н}$ , матеріал гвинта - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_n - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.5)$$

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55



де  $d_H$  – зовнішній діаметр різьби;

$P$  – шаг різьби.

$$d_g = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,2065 \text{ мм}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\min \text{pez}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (7.6)$$

де  $d_B$  – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\min \text{pez}} = \frac{\pi \cdot 10,2065^2}{4} = 60,22 \text{ мм}^2$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.7)$$

Тобто  $[\sigma_p] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа}$ .

Запишемо умова міцності на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{W}{S_{\min \text{pez}}} \leq [\sigma_p] \quad (7.8)$$

$\sigma_p = \frac{1535}{60,22} = 26 < 150 \text{ МПа}$  – отже міцність штока забезпечується, так як міцність

забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовій ділянці).

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

## ВИСНОВКИ

Завданням на дипломний проект було проектування технологічного процесу виготовлення золотника. В ході виконання проекту розкрито призначення і принцип дії виробу, до складу якого входить деталь. Наведено службове призначення і технічні характеристики деталі. На підставі технічних характеристик деталі зроблені висновки про можливість її отримання наявними методами обробки з використанням стандартного інструменту та обладнання.

Тип виробництва, визначений у розділі 3, і розрахований розмір партії оброблюваних деталей вплинув на вибір обладнання. Перевага віддана універсальному обладнанню з числовим програмним управлінням.

Обґрунтовано вибір методу і способу отримання заготовки. Зроблено попередній розрахунок заготовки. У ході розрахунку було визначено її розміри.

У результаті аналізу поверхонь деталі (082-011-11-25) за кресленням були призначені методи її обробки, обрані технологічні бази, передбачувані схеми базування.

Зроблені розрахунки режимів різання і норм часу обробки на свердлильній операції. Розрахунок нормативів часу на виконанні операції дає можливість судити про те, скільки одиниць обладнання необхідно для повної його завантаження.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 7505-89. Поковки сталеві штамповані. Москва – 1990г
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.-4-е вид., перераб. и доп.- Мн.:Виш. Школа, 1983.-256 с., ил.
3. Довідник технолога-машинобудівника /Під ред. А.Г.Косилової і Р.К.Мещярекова. 4-е вид., перероб. и доп. М.: Машинобудування, 1985. – Т.1. – 656с.
4. Довідник технолога-машинобудівника /Під ред. А.Г.Косилової і Р.К.Мещярекова. 4-е вид., перероб. и доп. М.: Машинобудування, 1985. – Т.2. – 496с.
5. Довідник технолога-машинобудівника /Під ред. В.И.Анурьева. 5-е вид., перероб. і доп. – М.: Машинобудування, 1979. – 728 с.
6. Довідник конструктора-машинобудівника /Під ред. В.И.Анурьева. 6-е вид., перероб. і доп. – М.: Машинобудування, 1982. – 584 с.
7. Довідник конструктора-машинобудівника /Під ред. В.И.Анурьева. 5-е вид., перероб. і доп. – М.: Машинобудування, 1978. – 557 с.
8. Курсове проектування з технології машинобудування: [Навч. посібник для машинобудування. спец. вузів]. /Під ред. А.Ф.Горбацевича., В.А.Шкреда. – 4-е вид., перероб. і доп. – Мн.: Виш. школа, 1983. – 256 с.
9. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с
- 10.Методичні вказівки до курсового проекту для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» за напрямом 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання/ Укладачі В.Г. Євтухов, О.У. Захаркін,. - Суми: Вид-во СумДУ 2000 23 с.
11. 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

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 17090025-00ПЗ

документації /укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

12.Обробка металів різанням /Під ред. А.А.Панова. – М.: Машинобудування. 1988. – 736 с.: ил.

13. Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

14.Пристрої для метало ріжучих верстатів /Під ред. М.А.Ансєрова. 4-е вид., виправ. і доп. Л., «Машинобудування», 1975 г. – 656 с.

15.Розрахунок пристроїв на точність / Дмитриев В.А. Навчально-методичний посібник. Самарський державний технічний університет/Сост., Самара, 2007, 75 с.

16.Технологія металів і інших конструкційних матеріалів /Під ред. Н.П.Дубинина. 2-е вид., перероб. і доп. Учебник для маш.буд. спеціальностей вузів. М., «Вища школа», 1969 г. – 704 с.

					ТМ 17090025-00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59