

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»**

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів
«Проектування технологічного процесу виготовлення
ковпачка вивідного П6-В42-А.08.14»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМз-71с
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»
(назва освітньої програми)

Максим УЛІЗКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник _____

Павло КУШНІРОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____

Анна НЕШТА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2021 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет ЦЗДВН
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітньо-науковий
рівень перший (бакалаврський)
(назва)
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітня програма «Технології машинобудування»
(назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів
Віталій ІВАНОВ
«__» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів
Улізко Максим Денисович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення ковпачка вивідного П6-ВА2-А.08.14
- керівник проєкту Кушніров Павло Васильович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом вищого навчального закладу від «01» квітня 2021 року № 145-VI
2. Строк подання студентом роботи (проєкту) «01» червня 2021 року
3. Вихідні дані до роботи (проєкту)
- 3.1 Робоче креслення деталі «ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14».
- 3.2 Річний обсяг випуску деталей – 1000 шт.
- 3.3 Базовий технологічний процес виготовлення «ковпачка вивідного».
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
- 4.1 Аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі «ковпачок вивідний»
- 4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення ковпачка вивідного
- 4.3 Визначення типу виробництва і форми організації робіт
- 4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі «ковпачок вивідний»
- 4.5 Вибір способів отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення
- 4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення ковпачка вивідного
- 4.7 Проектування верстатного пристрою для токарної операції
- 4.8 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення заготовки ковпачка вивідного

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу

5.3 Креслення операційного налагодження на токарну операцію

5.4 Креслення верстатного пристрою для токарної операції

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання « 04 » 01 2021 року

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
верстатів та інструментів

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2021	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2021	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2021	
4	Оформлення карт технологічної документації	25.05.2021	
5	Оформлення креслень і презентації	31.05.2021	

Студент

_____ (підпис)

Максим УЛІЗКО

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Павло КУШНІРОВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« _____ » *червня* 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОВПАЧКА ВИВІДНОГО П6-ВА2-А.08.14**

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів
Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Максим УЛІЗКО

Керівник

Павло КУШНІРОВ

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

Суми – 2021

ЗМІСТ

	С.
Вступ	7
1 Аналіз службового призначення виробу «Автомат для випічки стаканчиків» та деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14»	8
2 Аналіз технічних вимог з виготовлення ковпачка вивідного	12
3 Визначення типу виробництва й форм організації виробництва	14
4 Аналіз технологічності виготовлення ковпачка вивідного	17
5 Вибір способів отримання заготовок	19
6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення ковпачка вивідного	22
6.1 Розрахунки припусків та допусків на обробку $\varnothing 13,5H12$	22
6.2 Обґрунтування схеми базування і схеми закріплень заготовки ковпачка вивідного	24
6.3 Вибір з обґрунтуванням металорізальних верстатів	28
6.4 Вибір з обґрунтуванням пристроїв, інструментів	30
6.5 Розрахунок режимів різання	31
6.6 Технічне нормування	37
7 Проектування спеціального пристрою для токарної операції	40
7.1 Обґрунтування системи проектованого пристрою	40
7.2 Визначення результатів токарної операції	40
7.3 З'ясування даних про заготівку ковпачка вивідного, що надходить на токарну операцію	41
7.4 Умови виготовлення та експлуатації верстатного пристрою	40

					ТМЗ 17510058-00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення ковпачка вивідного П6-ВА2- А.08.14	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Улізко						
Провер.		Кушніров					5	64
Реценз.						СумДУ, ТМЗ-71с		
Н. Контр.		Денисенко						
Утв.		Іванов						

7.5 Функції в токарному пристрої	43
7.6 Обґрунтування схеми базування заготовки ковпачка вивідного	43
7.7 Побудова функціональних структур токарного пристроя	45
7.8 Визначення схеми закріплення заготовки ковпачка вивідного	46
7.9 Вибір приводу	48
7.10 Точнісний розрахунок токарного пристрою	48
7.11 Конструкція токарного пристроя та принцип його дії	49
Висновки	51
Перелік джерел посилань	52
ДОДАТОК А Креслення деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2- А.08.14»	54
ДОДАТОК Б Розрахунки припусків на обробку $\varnothing 13,5H12$	55
ДОДАТОК В Специфікація	56
ДОДАТОК Г Охорона праці та безпека у незвичайних ситуаціях	59

Сумський державний університет
**Кафедра технології машинобудування,
 верстатів та інструментів**

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 64 с., 14 рис., 9 табл., 20 джерел.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка технологічного процесу виготовлення ковпачка вивідного П6-ВА2-А.08.14.

Об'єктом розробки є технологічний процес виготовлення деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14».

Предметом розробки є деталь «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14», що входить до складу машини «Автомат для випічки стаканчиків П6-ВА2».

В дипломній кваліфікаційній роботі бакалавра проаналізовано службове призначення машини «Автомат для випічки стаканчиків П6-ВА2» і деталі «ковпачок вивідний», також розглянуто технічні вимоги, а також якісні показники технологічності виготовлення деталі «ковпачок вивідний». Розраховано припуски на обробку діаметрального розміру $\varnothing 13,5H12$, обґрунтовано метод отримання заготовки – прокат.

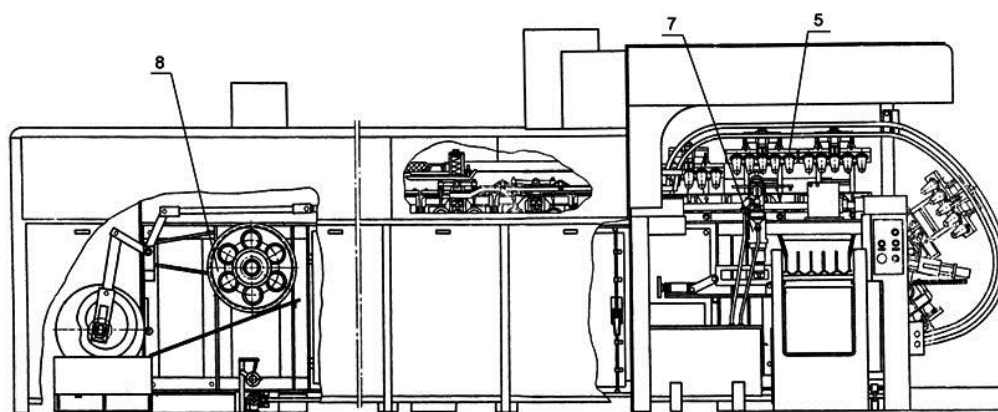
Для двох технологічних операцій - токарної з ЧПК 015 та фрезерної з ЧПК 070 - провели аналіз та обґрунтування схем базування деталі «ковпачок вивідний». Зробили обґрунтування обраних металорізальних верстатів, технологічного оснащення; вимірювальних, різальних та допоміжних інструментів. Розрахували режими різання розрахунково-аналітичним методом, пронормовано дві задані операції. Розробили спеціального верстатного пристрою для токарної операції.

Для технологічного процесу обробки «Ковпачка вивідного П6-ВА2-А.08.14» складено альбом карт технологічної документації.

КОВПАЧОК ВИВІДНИЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ, ПРИПУСК, ПРОКАТ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ, РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ, НОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИРОБУ «АВТОМАТ ДЛЯ ВИПІЧКИ СТАКАНЧИКІВ» ТА ДЕТАЛІ «КОВПАЧОК ВИВІДНИЙ П6-ВА2-А.08.14»

Деталь «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14» входить до складу автомата для випічки вафельних стаканчиків П6-ВА2.



Кафедра технології машинобудування,
Рисунок 1.1 – Виріб – автомат для випічки стаканчиків П6-ВА2
верстатів та інструментів

Дані автомати для випічки вафельних стаканчиків призначені для підприємств з виробництва морозива. В атоматі виконано тунельну пекарню камеру, що зібрана із зварених каркасів та які закриті теплоізоляційними матеріалами із зовнішньою декоративною обшивкою. В таблиці 1.1 наведено технічну характеристику автомата.

Автомат випікає вафельні стаканчики типу «стандартний», «факел» та «конус». Можливе регулювання температури в значному діапазоні, підтримання її стабільності, висока продуктивність завдяки напівавтоматичному завантаженню тіста. За одну годину можна отримати 220 хрустких вафельних стаканчиків. Даний автомат містить піч-прес, пристрій для подавання тіста, пульт управління та привідну станцію. Машина вимагає мінімум догляду за собою, може працювати як в ручному, так і в автоматичному режимах.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Деталь «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14» у вузлі використовується для процесу охолодження та концентрування рідин, що дозволяє підвищити продуктивність автомата. Ковпачок вивідний містить циліндричний корпус із патрубками осьових підведень та бічного відведення робочої рідини. В камері встановлено співвісно з корпусом і підвідним патрубком циліндричний переливної поріг змінної висоти з деяким ухилом його верхньої кромки від патрубка відвідного до протилежного краю порога. При цьому патрубок відведення рідини розміщено в кільцевому проміжку між корпусом та порогом у нижній його кромці. Над кромкою порога навпроти вихідного патрубка буде мінімальний рівень перетікання рідини, після цього рідина через патрубок відводиться від апарату.

Поверхні деталі «Ковпачок вивідний» зображено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Поверхні деталі «Ковпачок вивідний»

- основними конструкторськими базами, тобто поверхні, по яким наша деталь базується у вузлі, є поверхні – 1, 2;
- допоміжними конструкторськими базами, тобто поверхні, по яким до нашої деталі приєднуються інші деталі, є поверхні – 4, 5;
- виконавчими поверхнями, завдяки яким ковпачок вивідний виконує своє функціональне призначення, є поверхні – 6, 7, 3;

– вільними поверхнями є інші поверхні ковпачка вивідного.

У вузлі деталь ковпачок вивідний позбавлена п'яти ступенів свободи (див. рисунок 1.4). Торець деталі є установчою базою, позбавляє деталь трьох ступенів свободи. Різь M20x0,75-7H є подвійною опорною базою, позбавляє деталь двох ступенів свободи.

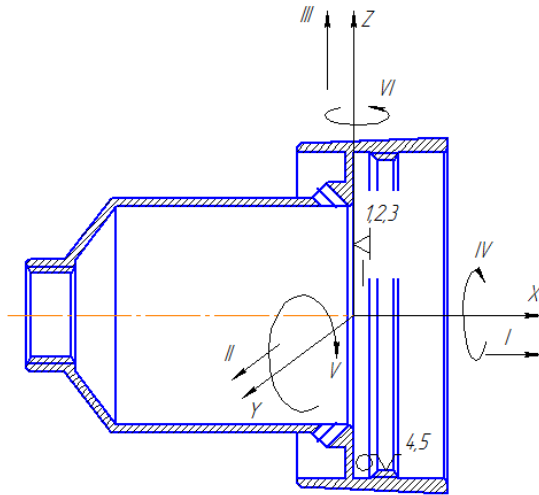


Рисунок 1.4 – Базування деталі у вузлі камери
Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступені свободи	Бази
1, 3, 2	I, VI, V	Установлювальна
4, 5	II, III	Подвійна опорна
6	IV	-

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язку

	X	Y	Z	Бази
1	0	0	1	Установлювальна
α	1	1	0	
1	1	1	0	Подвійна опорна
α	0	0	0	
1	0	0	0	-
α	0	0	1	

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ З ВИГОТОВЛЕННЯ КОВПАЧКА ВИВІДНОГО

Службове призначення визначає технічні вимоги на виготовлення деталі.

Креслення деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14» виконано згідно з діючими вимогами до оформлення. Найвних на кресленні проєкцій та розрізів достатньо, вони правильно розміщені згідно з існуючими стандартами. Поверхні містять необхідні розміри, точність та шорсткість.

Деталь виготовлено зі сплаву ВТ6 ГОСТ 19807-98. Матеріал призначено для деталей, що піддаються значним навантаженням та працюють з температурою до 460°C, а також при дії агресивного середовища при високих температурах.

Механічні і фізичні властивості сплаву ВТ6, його хімічний склад наведено в таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Механічні властивості сплаву ВТ6 ГОСТ 19807-98

Сортамент	σ_b	σ_T	l_5	l	КСУ
-	МПа	МПа	%	%	кДж/ м ²
Лист ГОСТ 22179-78	886		7		
Пруток якісний ГОСТ 26494-86	836-1055		7- 10	21- 30	305- 405

Таблиця 2.2 – Хімічний склад сплаву ВТ 6 ВТ6 ГОСТ 19807-98

Ti	C	Fe	Si	V	N	Zr	H	Al	O
86,5 – 90,8	до 0,1	до 0,5	до 0,2	3,4 – 5,2	до 0,04	до 0,2	до 0,014	5,2 – 6,7	до 0,25

Необхідно відзначити, що сплав ВТ6 є обмежено оброблюваний. Але використаний матеріал є обґрунтованим для заданих умов експлуатації, бо більш

$$\eta_{з.ф.01} = \frac{0,121}{1} = 0,121$$

Знаходимо кількість технологічних операцій, що були виконані на одному робочому місці цеха:

$$O = \frac{\eta_{з.н7.}}{\eta_{зав.фактич.}} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,121} = 6,62$$

$$Kз.о. = \sum O / \sum P = 108 / 4 = 27$$

Бачимо, що коефіцієнт закріплення операцій дорівнює 27, а саме від 20 до 40 операцій. Тоді робимо висновок, що маємо дрібносерійний тип виробництва.

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунків коефіцієнта закріплення операцій

№ оп.	Назва операції	$T_{штучн}$	$m_{роз}$	P	$\eta_{зав.фактич}$	O
015	Токарна з ЧПК	10,2	0,12	1	0,12	27,7
025	Токарна з ЧПК	8,3	0,14	1	0,14	14,5
030	Токарна з ЧПК	2,1	0,06	1	0,06	23,2
035	Фрезерна з ЧПК	4,8	0,08	1	0,08	42,6
Сума:				4		108

Добова кількість виготовлених деталей зубчастих втулок:

$$N_{добов} = \frac{N}{254} = 7,81 \approx 8(\text{штук}),$$

При цьому 254 – це число днів праці в одному році.

Добова продуктивність потокової лінії (завантаження 60%):

$$Q_c = \frac{F_{до}}{T_{сер}} \cdot \eta_{зав} = \frac{949}{254,0} \cdot 0,81 = 2,6(\text{штук}), \text{ (приймаємо 3 шт.)},$$

де

$$F_{до} = \frac{60 * F\partial}{254,0} = \frac{60 * 4020}{254} = 949(\text{хвилин})$$

де $F_{до}$ – це величина фонду добового часу обладнання верстатів в цеху.

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОВПАЧКА ВИВІДНОГО

Проведемо аналіз технологічності конструкції ковпачка вивідного за якісними параметрами.

Механічні властивості сплаву ВТ6 ГОСТ 4543-75 та його хімічний склад наведено в таблицях розділу 2.

За використанням матеріалу сплав ВТ6 має не дуже задовільну обробку. Але використання дешевших матеріалів не є раціональним, бо це призводить до зниження механічних властивостей матеріала: ковпачок вивідний є відповідальною деталлю, що працює в умовах підвищених температур і температурних перепадів. Тому за використанням матеріалом для даної деталі вона є нетехнологічною, тому що цей матеріал є важкооброблюваним і механічне оброблення є ускладненим.

Можна зробити висновок при аналізі креслення ковпачка вивідного, що воно виконано згідно із ГОСТом, хоча і має деякі дрібні відхилення, наприклад: невірно позначену і проставлену шорсткість поверхонь, перетин деяких позначень між собою. Ці зауваження не ускладнюють сприйняття креслення, вони є досить незначними.

За масою заготовка є технологічною, оскільки маса заготовки складає 0,5 кг і при закріпленні не потрібно використання допоміжних підйомних механізмів.

Поверхні деталі ковпачка вивідного є достатньо розвинутими, але з тонкими стінками, що ускладнює базування і закріплення на операціях механічної обробки. Товщина стінок складає 0,50-1,0 мм, це вказує на нежорсткість деталі, і це потребує використання спеціального оснащення при обробленні.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

5 ВИБІР СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВОК

Для зменшення трудомісткості обробки заготовки ковпачка вивідного та для здешевлення собівартості, конфігурацію заготовки бажано максимально наблизити до форми деталі.

Деталь ковпачка вивідного можна отримувати такими способами:

- прокат круглий;
- поковка штампована.

Оскільки в технічних вимогах не обумовлено отримання заготовки обробкою тиском, тоді більш доцільним з економічної точки зору буде прийняти заготовку-прокат звичайної точності за ГОСТом 2590-71. В базовому технологічному процесі заготовкою також був прокат.

Обиремо заготовкою прокат $\varnothing 30$ мм, довжина 37 мм [4].

Маса заготовки розраховується за формулою:

$$m = \rho \cdot V_{\text{заг}}, \quad (5.1)$$

де: ρ - це густина матеріалу заготовки, $\rho = 7,85 / \text{см}^3$; тоді об'єм заготовки:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi \times d_2^2}{4} L \quad (5.2)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 3,0^2}{4} 3,7 = 74,4 \text{ (см}^3\text{)},$$

Знаходимо масу заготовки:

$$m = 74,4 * 7,850 = 584 \text{ (г)} = 0,584 \text{ кг.}$$

Знаходимо коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{\text{вз}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \geq 0,7,$$

де: $m_{\text{дет}} = 0,30$ кг – це маса деталі;

$m_{\text{заг}} = 0,585$ кг - це маса заготовки;

0,70 – це рівень технологічності (згідно з вимогами ЄСТПП).

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Маємо:

$$K_{d3} = \frac{0,30}{0,584} = 0,52$$

Оскільки $K_{в3} < 0,7$, то це є нетехнологічним. Пояснення в тому, що прокат дає досить великі припуски з напусками, а це пов'язано із формою готової деталі ковпачка вивідного.

Технічні вимоги до заготовки.

1. Прокат $\frac{30 - В - 35к5 \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{ВТ6 - 2 - Т \text{ ГОСТ } 19807 - 97}$;
2. Маркувати шифр деталі електропером шрифтом 5Пр5 ГОСТ 26008-86;
3. Кривизна прутка – не більше 0,3% від довжини.

Собівартість розраховує проката:

$$S_{\text{загот}} = M_3 + C_{0.33}, \quad (5.3)$$

де: M_3 – це витрати на матеріали, які визначають за формулами:

$$M_3 = QS_{\text{загот}} - (Q - q) \frac{S_{\text{відхл}}}{1000}, \quad (5.4)$$

Ціна відходів $S_{\text{відхл}} = 49$ грн. (це ціна 1 кг матеріала),

Тоді

$$M_3 = 0,584 \cdot 49 - (0,584 - 0,30) \frac{8050}{1000} = 143,8 \text{ грн.}$$

$C_{0.33}$ - це технологічна собівартість операції калібрування, розрізування на окремі частини:

$$C_{0.33} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot 100}, \quad (5.5)$$

де: $C_{\text{п.з.}} = 9560$ коп./год. – це витрати на калібрування та порізки проката:

$T_{\text{штучн}} = 6$ хв. – це величина штучного часу на заготівельну операцію.

$$C_{0.3} = \frac{9560 \cdot 6}{60 \cdot 100} = 9,8 \text{ (грн.)}$$

Тоді: $S_{\text{заг}} = 143,8 + 9,8 = 153,6$ (грн.)

					ТМЗ 17510058-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблиця 6.1 – Вихідні данні

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм				
			R _z	T	ρ	ε _γ	
Свердління	IT 14	+0,430	150	150	45	ε _б	ε _з
Розточування (чорнове)	IT 14	+0,430	40	60	2,7	150	250
Розточування (напівчистове)	IT 12	+0,180	20	20	1,8	0	0

Результати розрахунку припусків на ЕОМ приведені в [Додаток Б]

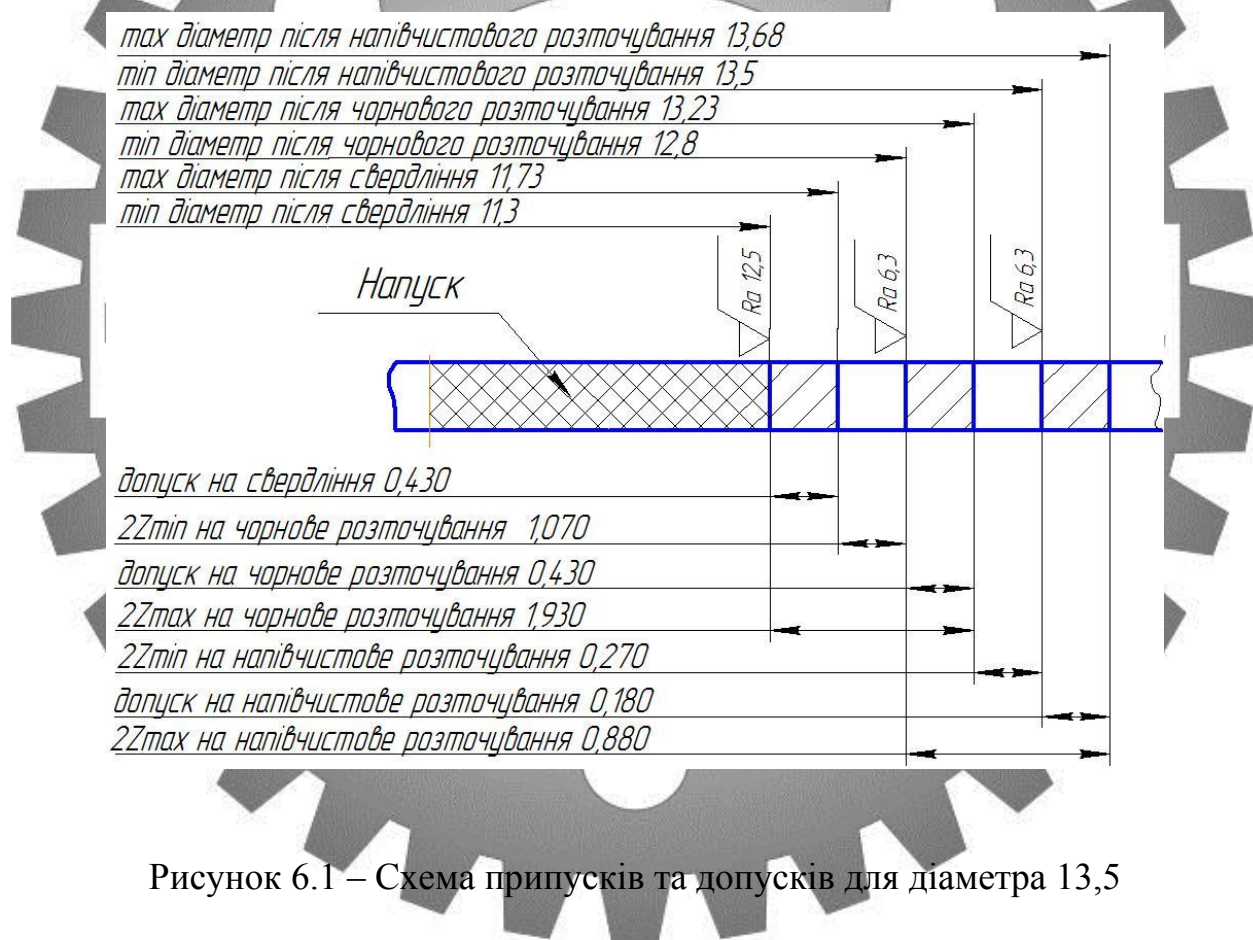


Рисунок 6.1 – Схема припусків та допусків для діаметра 13,5

6.2 Обґрунтування схеми базування і схеми закріплень заготовки ковпачка вивідного

Обґрунтування схем можливих базування та закріплень заготовки ковпачка вивідного здійснюють для двох технологічних операцій обробки – 015 Токарної з ЧПК та 035 Фрезерної з ЧПК.

Базування на операції 015 Токарній з ЧПК.

Базування відбувається в трихулачковому самоцентруючому патроні. Маємо установчу і подвійну опорну бази, при цьому заготовка лишається п'яти ступенів свободи.

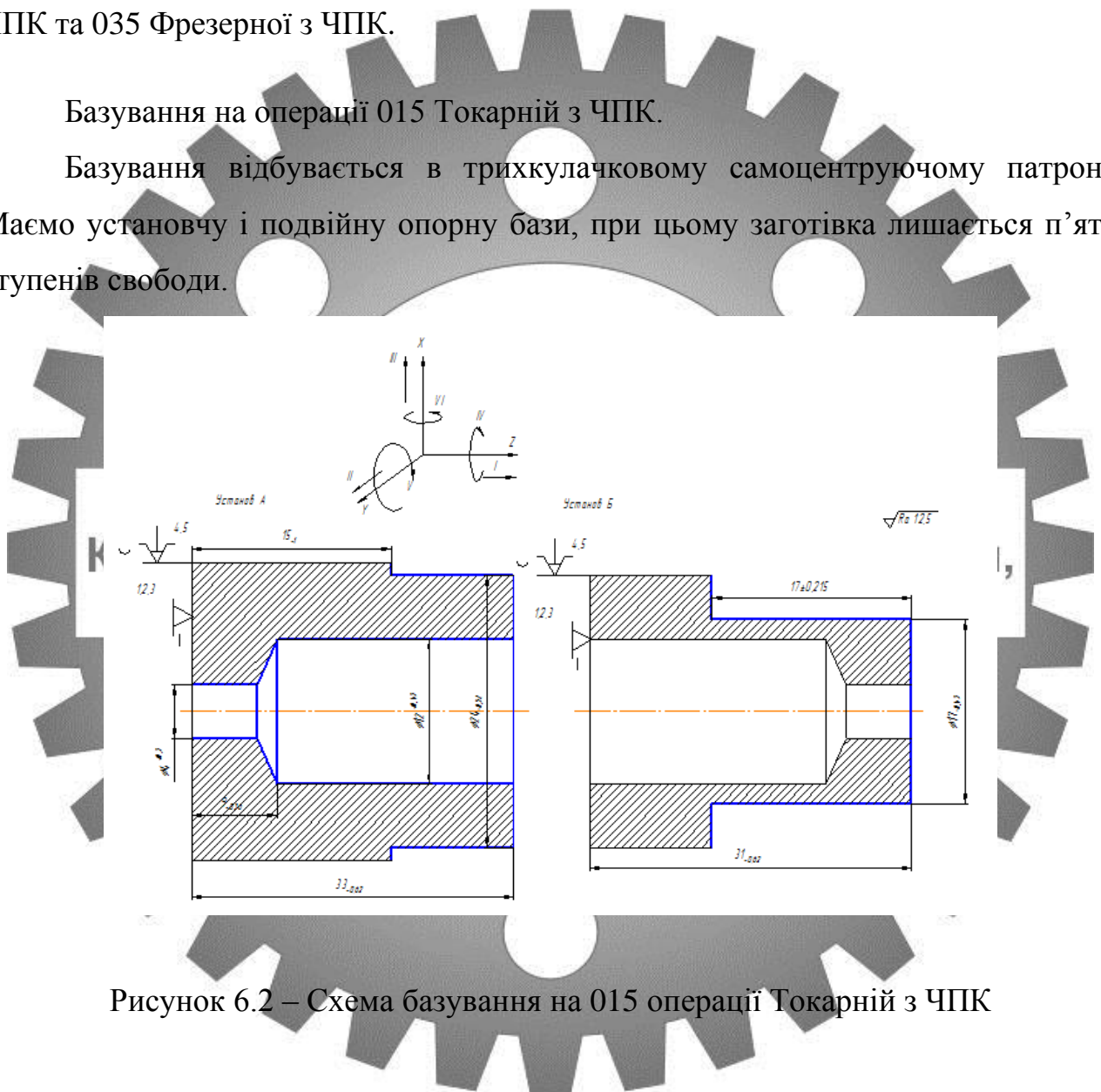


Рисунок 6.2 – Схема базування на 015 операції Токарній з ЧПК

Установлення в трихулачковому патроні дає похибку базування на діаметральні розміри, рівною нулю: $E_{б_діам}=0$.

На лінійні розміри 9, 33 та 15 мм погрішність базування теж буде дорівнювати нулю, оскільки співпадають технологічна та вимірювальна база, а саме лівий торець.

Для розміра 17 мм погрішність базування дорівнює похибці позиціонування верстата:

$E_{\phi_{17}} = E_{\text{поз}} = 0,02$ мм, що є меншим від допуску на виконувани на операції розміри: $E_{\phi_{17}} = E_{\text{поз}} = 0,02$ мм $<$ $T_{17} = 0,430$ мм.

Альтернативний варіант базування заготовки на установі Б – на оправці (див. рисунок 6.3). За величиною похибок базування ця схема є абсолютно рівноцінною попередній схемі.

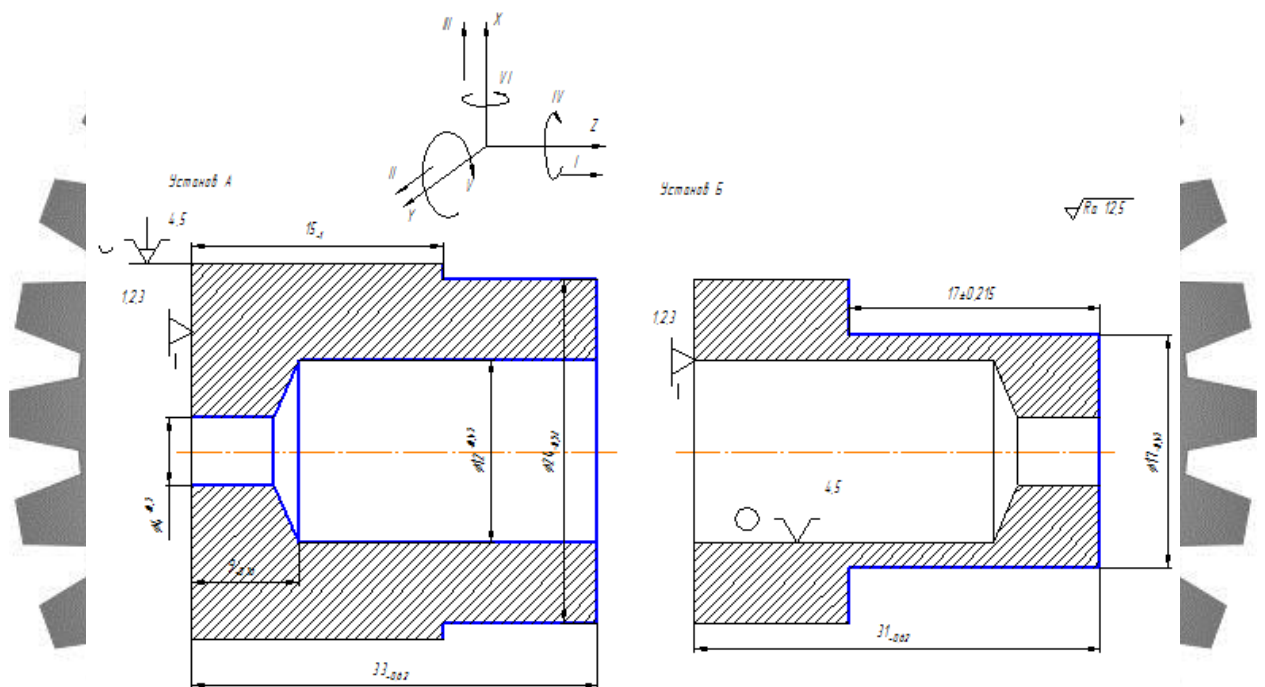


Рисунок 6.3 – Альтернативна схема базування на установі Б

Таблиця 6.2 – Матриці зв'язків при базуванні

	X	Y	Z	Бази
1	0	0	1	Установочна
α	1	1	0	
1	1	1	0	Подвійна опора
α	0	0	0	
1	0	0	0	-
α	0	0	1	

Таблиця 6.3 - Таблиця відповідностей при базуванні

Зв'язки	Ступені свободи	Бази
2, 3, 1	I, V, VI	Установочна
5, 4	II, III	Подвійна опорна
6	IV	-

Для реалізації цієї схеми необхідно використання спеціальної оправки, але закріплення заготовки при цьому не є надійним. Тому дана схема є недоцільною і ми обираємо першу схему базування в трихвулачковому патроні.

Базування на операції 035 Фрезерній з ЧПК.

На даній операції відбувається оброблення отворів на одній установці та двох позиціях. Базування здійснюють на різьбовій оправці з упиранням по торцю (див. рисунок 6.4)

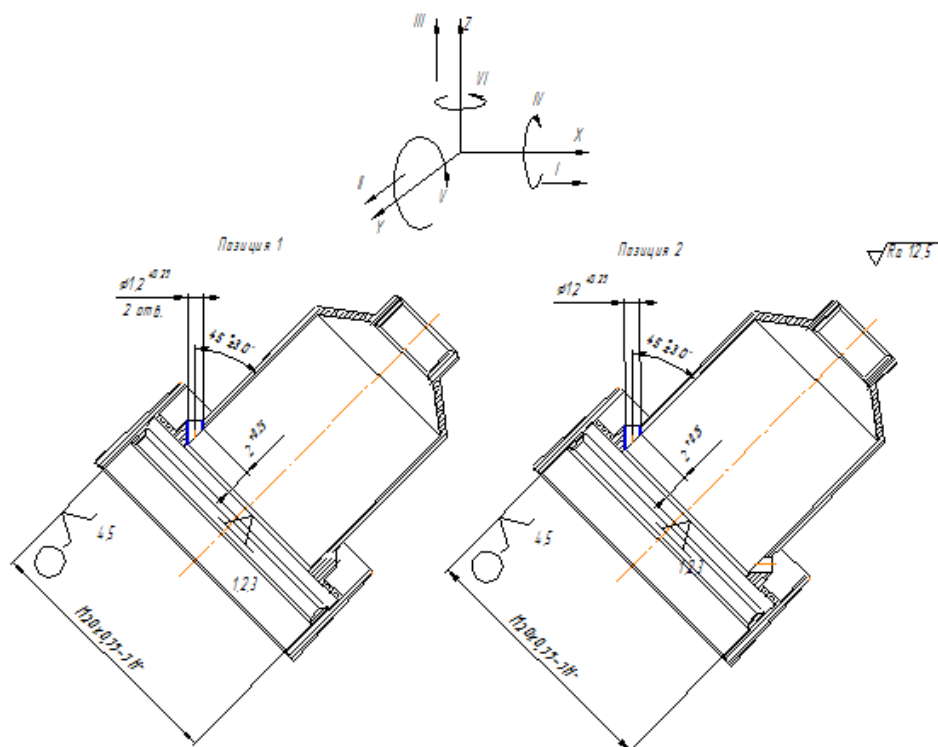


Рисунок 6.4 – Схема базування на 035 операції Фрезерній з ЧПК

При цій схемі лишається заготовка п'яти ступенів свободи, маємо установочну та подвійну опорну бази.

Отвір виконують напрохід, тому похибку базування на розмір глибини не розглядають. Також отвір виконують осьовим інструментом, тому похибка базування на величину діаметра отвору залежатиме від точності виконання інструмента і величини биття шпінделя верстата.

Таблиця 6.4 – Матриці зв'язків при базуванні на 035 операції

	X	Y	Z	Бази
1	0	0	1	Установочна
α	1	1	0	
1	1	1	0	Подвійна опорна
α	0	0	0	
1	0	0	0	-
α	0	0	1	

**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Таблиця 6.5 - Таблиця відповідностей при базуванні на 035 операції

Зв'язки	Ступені свободи	Бази
2, 3, 1	I, V, VI	Установочна
5, 4	II, III	Подвійна опорна
6	IV	-

Порівняємо верстати моделей 16Б16 і 16Б16Т1, будемо обирати таке обладнання, яке підійде за такими технологічними ознаками:

- наявний тип виробництва: при заданому дрібносерійному типі виробництва перевагу віддають універсальним верстатам та верстатам з ЧПК: таким обладнанням є модель 16Б16Т1;
- габаритні розміри робочого простору: модель верстата 16Б16Т1 може обробляти заготовку $\varnothing 140$ мм над станиною і довжиною до 1550 мм;
- потужність електродвигуна: верстат даної моделі 16Б16Т1 оснащено двигуном 7,2 кВт, що є достатнім для оброблення поверхонь;
- технологічні методи оброблення необхідних поверхонь: для оброблення необхідних поверхонь було розглянуто низку моделей верстатів. У результаті порівняльного аналізу було обрано токарний верстат моделі 16Б16Т1.

Основна технічна характеристика верстатів для порівняння наведена в таблиці 6.7.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
 Таблиця 6.7 – Порівняльна характеристика верстатів для операції 015
верстатів та інструментів

Технічна характеристика	Модель верстата	
	16Б16	16Б16Т1
кількість швидкостей шпинделю	22	20
найбільший діаметр обробки заготовки над супортом, мм	130	130
найбільший діаметр обробки заготовки над станиною, мм	325	325
найбільша довжина заготовки обробки, мм	760	760
повздовжня подача супорту, мм/хв. / (мм/об)	(0,01-0,8)	2-1250 (б/с)
частота обертань шпинделю, об/хв.	20-2500	40-2500
потужність електродвигуну головних рухів, кВт	7,2	7,2
поперечна подача супорту, мм/хв. / (мм/об)	(0,005-0,350)	1-1300 (б/с)
маса верстата, кг	2150	2340

6.5 Розрахунок режимів різання

Згідно із завданням проаналізуємо операцію 015 токарну з ЧПК.

Зробимо розрахунок аналітичним методом перехід точіння $\varnothing 24,0$ мм.

Оброблюваним матеріалом є ВТ6, межа міцності $\sigma_b=883$ МПа; заготовка – прокат; оброблення різцем з Т5К10, верстат моделі 16Б16Т1.

Величина глибини різання:

$$t = \frac{30-24}{2} = 3,0 \text{ (мм)}, \text{ приймаємо } t = 2 \text{ мм}, i = 2$$

Подача складає $S=0,30$ мм/об., враховуючи поправочні коефіцієнти:

$K_{SM} = 0,7$ – механічні властивості оброблюваного матеріалу;

$K_{SN} = 1,1$ – міцність різальної частини;

$K_{Sd} = 0,8$ – перетин державки;

$K_{S\phi} = 1,0$ – геометрія різця;

$K_{SP} = 1,1$ – стан поверхні;

$K_{SY} = 0,9$ – схема установки.

$$S = S_{\text{допол}} \cdot K_{SM} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SN} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 0,31 \text{ мм/об.}, \text{ зкорегуємо згідно із паспортом верстата: } 0,30 \text{ мм/об.}$$

Стійкість різального інструмента $T = 28$ хв.

Тоді швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x_s^y} K_v, \quad (6.1)$$

де: $m = 0,20$; $C_v = 355$, $x = 0,16$, $y = 0,34$ – це коефіцієнти і показники в формулі швидкості різання;

Поправочний коефіцієнт K_v на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання, знайдемо по формулі:

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Згідно із завданням проаналізуємо операцію 035 фрезерну з ЧПК.

Зробимо розрахунок аналітичними методами свердління отвору $\varnothing 1,2$ мм.

Оброблюваним матеріалом є ВТ6, межа міцності $\sigma_b=883$ МПа; заготовка – прокат; оброблення свердлом із Р6М5, заготовку попередньо оброблено, МОР – емульсія.

Величина глибини різання:

$$t = 1,2/2 = 0,60 \text{ (мм)}$$

Подача складає $S=0,10$ мм/об., враховуючи поправкові коефіцієнти.

$K_{i2} = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує матеріал різального інструмента,

$K_{ж2} = 0,78$ – коефіцієнт із жорсткості системи;

$K_{o2} = 0,85$ – коефіцієнт якості обробки поверхні;

$K_{l2} = 1,0$ – коефіцієнт на глибину різання,

Тоді маємо:

$$S_2 = 0,10 \times 1,1 \times 0,85 \times 0,78 \times 1,0 = 0,13 \text{ (мм/об.)}$$

Приймаємо $S_{пр2} = 0,10$ мм/об.

Знайдемо стійкість різального інструмента: $T = 22$ хв.

Знайдемо величину швидкості різання:

$$V = \frac{C_V D^g}{T^m S^y} K_V, \quad (6.9)$$

де: $g = 0,40$; $C_V = 7,2$; $m = 0,20$; $y = 0,60$ – коефіцієнти і показники із формули швидкості різання;

K_V – поправковий коефіцієнт зі швидкості різання, що враховує реальні умови обробки:

$$K_V = K_{IV}^2 K_{IV} K_{MV}, \quad (6.10)$$

6.6 Технічне нормування

Токарна з ЧПК операція 015.

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (6.15)$$

де: $T_{\text{штуч}}$ – це штучний час;

$T_{\text{п.закл.}}$ – це підготовчо-заключний час;

$n = 11$ – це кількість деталей у партії.

Проведемо визначення підготовчо-заключного часу:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}}, \quad (6.16)$$

де: $T_{\text{п.закл1}} = 14$ хв. – час на налагодження верстата, установлення пристрою;

$T_{\text{п.закл2}} = 4,5$ хв. – величина часу на допоміжні прийоми при роботі.

$$T_{\text{п.закл}} = 14 + 4,5 = 18,5 \text{ (хвилини)};$$

Знаходимо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + T_{\text{об.}} + T_{\text{відп.}}, \quad (6.17)$$

де: $T_{\text{осн}} = 0,48$ хв. – величина основного часу;

$T_{\text{відпоч.}}$ – величина часу на відпочинки робітників;

$T_{\text{доп}}$ – величина допоміжного часу;

$T_{\text{обсл.}}$ – величина часу на обслуговування робочого місця.

Визначаємо допоміжний час:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{з}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вим.}}, \quad (6.18)$$

де: $T_{\text{з}} = 2,7$ хв. – величина часу на закріплення і відкріплення деталей;

$T_{\text{уст}} = 1,7$ хв. – величина часу на установлення та знімання заготовки;

$T_{\text{вим}} = 1,4$ хв. – величина часу на вимірювання;

$T_{\text{уп}} = 5,4$ хв. – час на керування верстатом.

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Тоді:

$$T_d = 1,4 + 2,7 + 5,4 + 1,7 = 11,2 \text{ (хв.)}$$

Визначимо величину оперативного часу:

$$T_{оп} = T_o + T_d \quad (6.19)$$

$$T_{опер} = 11,2 + 0,48 = 11,68 \text{ (хв.)}$$

Знаходимо величину часу обслуговування робочих місць:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot 6\%, \quad (6.20)$$

$$T_{обсл} = 11,68 * 0,06 = 0,65 \text{ хв}$$

Знаходимо величину часу на відпочинки робітників:



Сумський державний у

$$T_{відп} = T_{оп} \cdot 4\%$$

(6.21)

$$T_{від} = 11,65 * 0,04 = 0,45 \text{ (хв.)}$$

Величина штучного часу: $T_{шт} = 11,65 + 0,45 + 0,65 = 12,7 \text{ (хв.)}$

Величина штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к} = 18,5/11 + 12,7 = 13,6 \text{ (хв.)}$$

Фрезерна з ЧПК операція 035

Знаходимо значення штучно-калькуляційного часу за формулою (6.15):

де: $T_{штуч}$ – це штучний час;

$T_{п.закл.}$ – це підготовчо-заключний час;

$n = 11$ – це кількість деталей у партії.

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу за формулою (6.16):

$T_{п.закл1} = 16 \text{ хв.}$ – час на налагодження верстата, установлення пристрою;

$T_{п.закл2} = 4,5 \text{ хв.}$ – величина часу на допоміжні прийоми при роботі.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$T_{п. закл} = 16 + 4,5 = 20,5 \text{ (хвилини)};$$

Знаходимо величину штучного часу за формулою (6.17):

де $T_{обсл.}$ – величина часу на обслуговування робочих місць;

$T_{доп}$ – величина допоміжного часу;

$T_{осн} = 0,050$ хв. – величина основного часу;

$T_{відп.}$ – величина часу на відпочинки робітників;

Визначаємо величину допоміжного часу за формулою (6.18):

де $T_{устан} = 1,2$ хв. – величина часу на установлення та зняття заготівки;

$T_3 = 1,6$ хв. – величина часу на закріплення й відкріплення заготівки;

$T_{управл} = 2,1$ хв. – час на управління верстатом;

$T_{вимірю} = 0,7$ хв. – величина часу на вимірювання.

Тоді маємо:

$$T_{доп} = 1,2 + 1,6 + 2,1 + 0,7 = 5,6 \text{ (хв.)}$$

Знаходимо величину оперативного часу за формулою (6.19):

$$T_{опер} = 5,6 + 0,050 = 5,65 \text{ (хв.)}$$

Знаходимо величину часу на обслуговування робочих місць за формулою (6.20):

$$T_{обсл} = 5,65 * 0,06 = 0,34 \text{ (хв.)}$$

Знаходимо величину часу на відпочинки робітників за формулою (6.21):

$$T_{відп} = 5,65 * 0,04 = 0,22 \text{ (хв.)}$$

Тоді величина штучного часу:

$$T_{штуч} = 5,65 + 0,34 + 0,22 = 6,21 \text{ (хв.)}$$

Величина штучно-калькуляційного часу дорівнюватиме:

$$T_{шт-калк} = 6,21 + \left(\frac{20,5}{11} \right) = 8,7 \text{ (хв.)}$$

					ТМЗ 17510058-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

7 ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИСТРОЯ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОПЕРАЦІЇ

7.1 Обґрунтування системи проєктованого пристроя

Проектуємо верстатний спеціальний пристрій на чорнову токарну операцію. Згідно із завданням тут відбувається чорнова обробка заготовки. Приймаємо систему НСП, тобто нерозбірних спеціальних пристроїв. Плануємо на операції токарній з ЧПК використати верстатний пристрій із пневмоприводом.

7.2 Визначення результатів токарної операції

Точність розмірів оброблених поверхонь на операції.

Проводиться обробка з двох установів циліндричних поверхонь та торців деталі. До оброблювальних поверхонь не пред'явлено жорстких вимог з точності та якості, бо вони є проміжковими.

У відповідності до технічних вимог на Установі А маємо:

– для $\varnothing 4$ мм допуск $T = 0,30$ мм, $ES = +0,30$ мм та $EI = 0$ мм згідно з ГОСТом 25346-83 - IT14;

– для $\varnothing 12$ мм допуск $T = 0,430$ мм, $ES = +0,430$ мм та $EI = 0$ мм згідно з ГОСТ 25346-83 - IT 14;

– для 33 допуск складає величину $T = 0,61$ мм, $es = 0$ мм та $ei = -0,61$ мм згідно з ГОСТом 25346-83 – IT 14;

– для 15 допуск складає величину $T = 1,0$ мм, $es = 0$ мм та $ei = -1,0$ мм згідно з ГОСТом 25346-83 - IT 16;

У відповідності до технічних вимог на Установі Б маємо:

– для 31 допуск складає величину $T = 0,61$ мм, $es = 0$ мм і $ei = -0,61$ мм згідно з ГОСТом 25346-83 – IT 14;

– для $\varnothing 17$ мм, допуск складає величину $T = 0,430$ мм, $es = 0$ мм та $ei = -0,430$ мм згідно з ГОСТом 25346-83 - IT 14.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17510058-00 ПЗ

Точність форми оброблених поверхонь

Розглянемо допуск циліндричності, а також профіля повздовжнього січення, що будуть знаходитись як 30% від допусків розміру $\varnothing 4,0$ мм:

$T = 0,3 * 0,30 = 0,09$ (мм), , прийємомо 60 мкм, що відповідає 12 ступіню точності згідно із ГОСТом 24645-86.

Допуск площинності торця складає 60% від допуску для довжини 17 мм:

$T = 0,43 * 0,6 = 0,252$ мм. Приємомо $T=250$ мкм, що відповідає 15 ступіню точності згідно із ГОСТом 24645-86.

Точність розташування поверхонь оброблених поверхонь

Розглядаємо допуск радіального биття:

60% від допуску на розмір 4 мм. Маємо $T = 0,6 * 0,30 = 0,180$ мм. Приємомо значення 125 мкм, що відповідає 12 ступіню точності.

Аналогічно розглядаємо допуск торцевого биття:

60% від допуску на розмір 17 мм. Маємо $T = 0,6 * 0,430 = 0,252$ мм. Приємомо 250 мкм, що відповідає 14 ступеню точності згідно із ГОСТом 24645-86.

Шорсткість оброблених поверхонь

Шорсткість поверхонь ковпачка вивідного складає $Ra=12,5$ мкм.

7.3 З'ясування даних про заготівку ковпачка вивідного, що надходить на токарну операцію

Точність розмірів базових поверхонь

Базовими поверхнями приємомо наружну циліндричну поверхню та її торець (поверхні прокату).

– зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 30$ мм, допуском $\epsilon T = 1,30$ мм, це нормального класу точності прокат.

– розмір 35, $T = 1,0$ мм, це IT 14.

Точність форми базових поверхонь

Розглядаємо для торця допуск площинності, що є 60% від допуску на розмір 35,0 мм:

$T = 1,0 * 0,6 = 0,60$ мм. Зі стандартного ряду прийmemo $T=550$ мкм, що відповідає 16 ступеню точності.

Розглядаємо допуск профілю повздожнього січення і циліндричності, що є 30% від допуску на розмір $\varnothing 30$ мм:

$T = 1,30 * 0,3 = 0,390$ (мм), прийmemo із стандартного ряду 250, що відповідає 15 ступеню точності.

Сумський державний університет

**Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Точність розташування базових поверхонь

Розглядаємо допуск радіального биття:

Процент від допуску на розмір $\varnothing 30$ мм:

$T = 0,6 * 1,30 = 0,680$ мм. Тоді прийmemo $T=620$ мкм, що відповідає 15 ступеню точності.

Розглядаємо допуск торцевого биття:

відсоток від допуску на розмір 35,0:

$T = 0,6 * 1,0 = 0,60$ (мм). Тоді прийmemo $T= 550$ (мкм), що відповідає 16 ступеню точності.

Шорсткість базових поверхонь

Шорсткість – $Ra=12,5-25$ мкм.

7.4 Умови виготовлення та експлуатації верстатного пристрою

											Лист
											42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17510058-00 ПЗ						

Пристрій планується використовувати на токарному верстаті з ЧПК мод. 16Б16Т1.

Стружку видаляють із зони різання при виключеному обладнанні. Величина місцевого освітлення приміщення - 1650 Люкс. Атмосферний тиск $P_{\text{атм}} = 85 \dots 105$ кПа, температура навколишнього середовища - не вище $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, відносна вологість повітря - 83%, швидкість повітряного руху – 0,4 м/с, частота вібрацій в цеху $f = 24 \div 31$ Гц.

7.5 Функції в токарному пристрої

- 0 Переміщення, попередня орієнтація ковпачка вивідного
- 1 Відведення та підведення стисненого повітря
- 2 Базування пристрою на токарному з ЧПК верстаті
- 3 Закріплення ковпачка вивідного
- 4 Закріплення пристрою на токарному з ЧПК верстаті
- 5 Базування ковпачка вивідного в пристрої
- 6 Функціональне об'єднання вузлів
- 7 Керування енергоносієм на пристрої
- 8 Точіння поверхонь ковпачка вивідного на токарному з ЧПК верстаті
- 9 Утворення необхідних сил для закріплень ковпачка вивідного
- 11 Створення безпечніших умов роботи в пристрої

Здійснено пошуки прототипів з накоплених запасів технічних рішень. Згідно з умовами реалізації заданих функцій та вимог до результатів їхніх реалізації, віддаємо переваги перевіреним часом конструкціям пристроїв.

7.6 Обґрунтування схеми базування заготовки ковпачка вивідного

Вибір базових поверхонь.

Головною базовою поверхнею приймаємо зовнішню поверхню $\varnothing 30$ мм.

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17510058-00 ПЗ				

Застосування даної бази не перешкоджатиме доступу інструментів до оброблюваних поверхонь ковпачка вивідного. Ця поверхня є подвійною опорною базою.

Торець позбавлятиме заготовку ковпачка вивідного трьох степенів свободи: по осі Z - поступального переміщення, та за осями X , Y - обертань, і ця поверхня є установчою базою.

Установлення в трикулачковому самоцентруючому патроні дає похибки базування в радіальних напрямках - нуль.

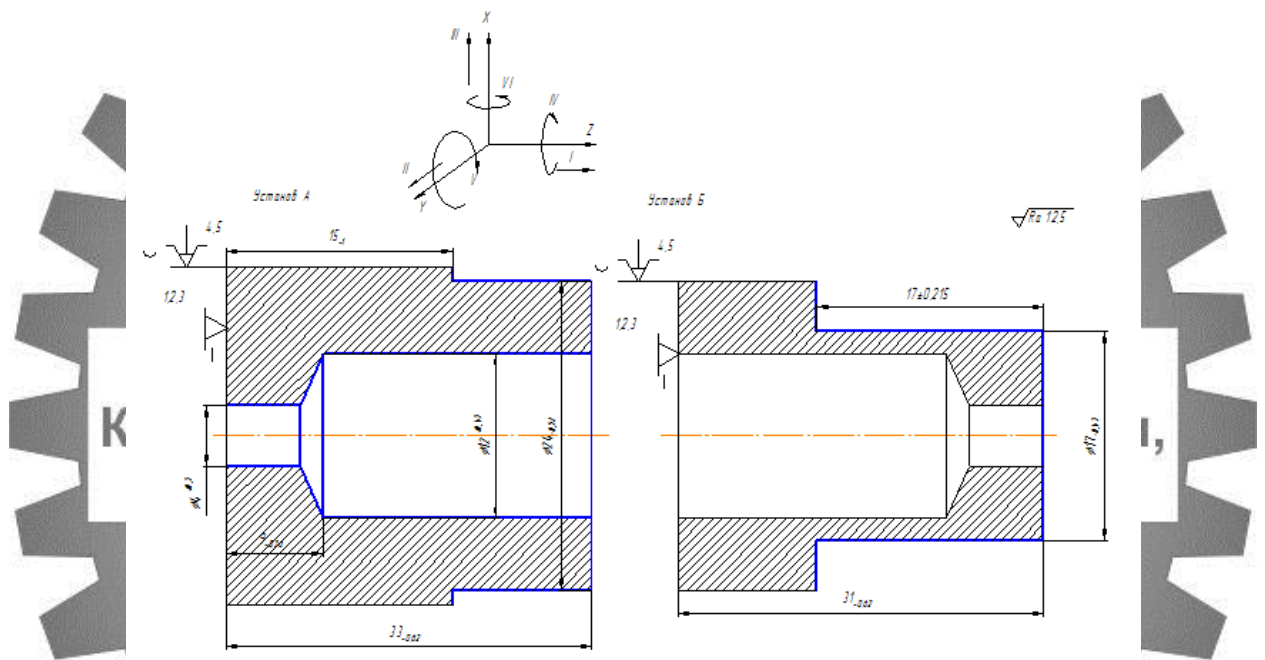


Рисунок 7.1 - Схема базування заготовки ковпачка вивідного на операції

Однобічні зв'язки, що виникають при базуванні ковпачка вивідного.

Таблиця 7.1 – Однобічні зв'язки при базуванні втулки зубчастої

Індекс зв'язка	X'	X	Y'	Y	Z'	Z	ω_{x2}'	ω_x	ω_{y2}'	ω_y	ω_z	ω_{z2}'
Реакції	R		R	R	R	R			R	R	R	R

7.7 Побудова функціональних структур токарного пристрою

Функціональна структура токарного пристрою. Структуру визначаємо згідно із [17].

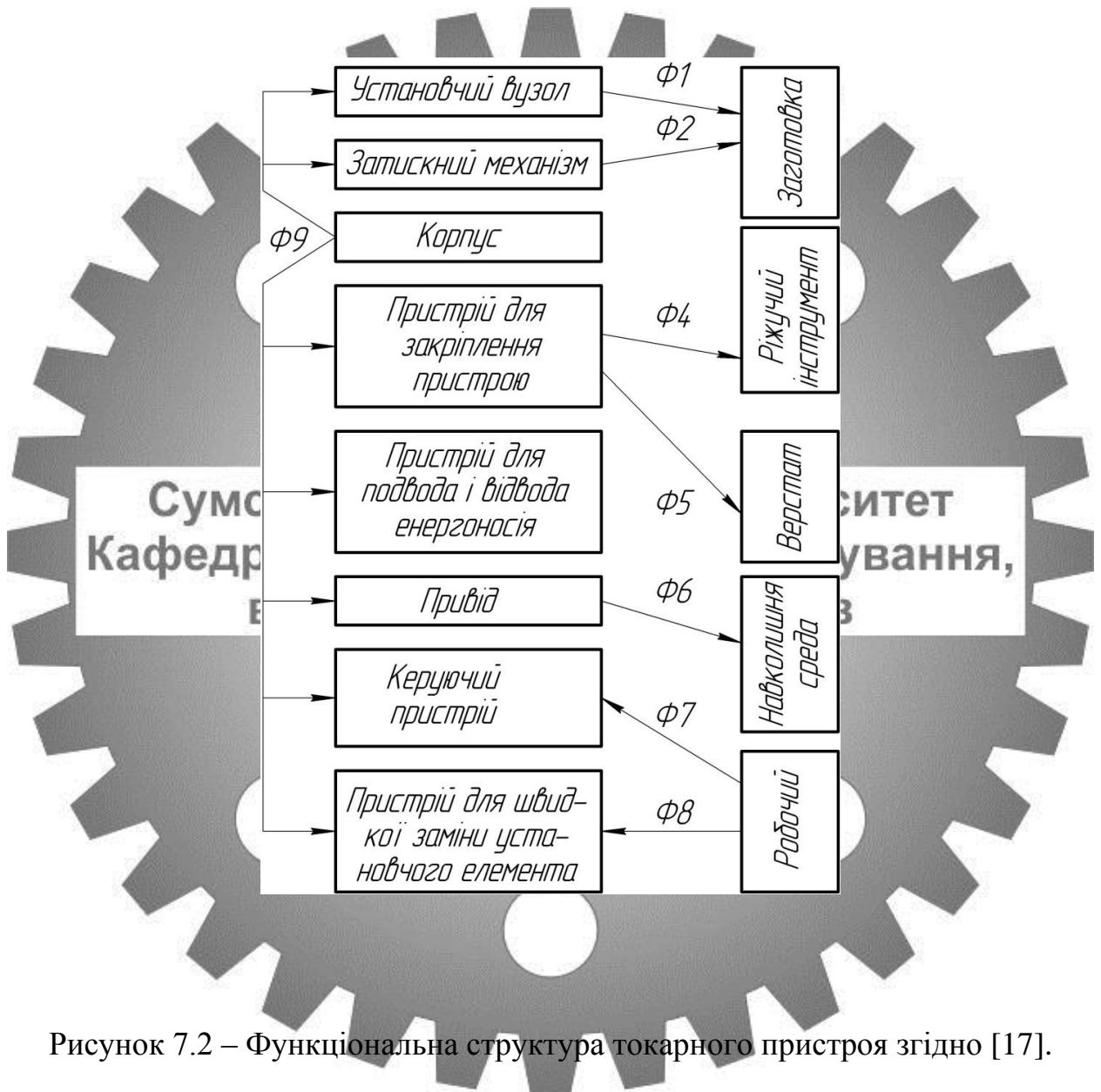
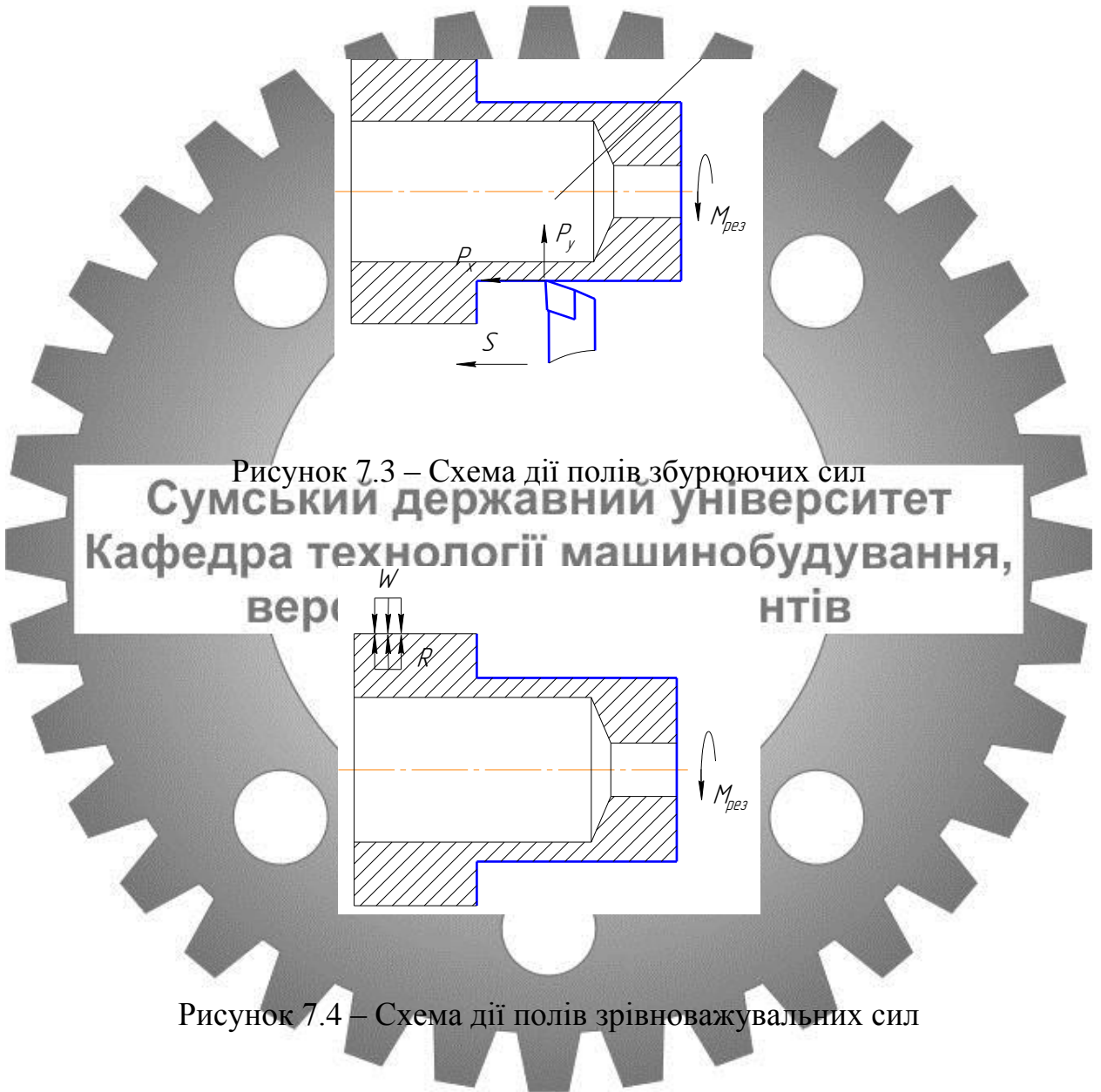


Рисунок 7.2 – Функціональна структура токарного пристрою згідно [17].

7.8 Визначення схеми закріплення заготовки ковпачка вивідного

Потрібно побудувати графічні моделі полів збудовуючих сил та полів зрівноважувальних сил для визначення їх взаємного впливу у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування (дивись рисунки 7.3, 7.4).



Згідно розрахунків сил різання, $P_z = 1042 \text{ Н}$.

При умовах непровертання, необхідна сила закріплення:

$$W = \frac{1,33LKR_{\text{піз}}}{fD} \quad (7.1)$$

Де $L=0,032$ – величина вильоту заготовки ковпачка;

$D=0,030$ м – величина діаметру закріплення заготовки ковпачка;

K – коефіцієнт запаса, що залежить від умов оброблення.

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

де: $K_0 = 1,50$ – гарантований коефіцієнт запаса;

$K_1 = 1,20$ – коефіцієнт, що залежний від оброблення поверхні;

$K_2 = 1,1$ – коефіцієнт, що враховують збільшення сил різання при зношенні різального інструмента;

$K_3 = 1,0$ – це коефіцієнт, що враховує сили різання поверхонь переривчастих;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує постійність сил різання;

$K_5 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує сили, що намагаються повернути заготовку;

$K_6 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує ергономічність пристроя;

тоді, $K = 1,5 \times 1,2 \times 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,0 = 2,58$, приймаємо 2,6;

$f_1 = 0,25$ – це коефіцієнт тертя.

Знайдемо необхідну силу закріплення:

$$W = \frac{1,33 \cdot 2,6 \cdot 0,032 \cdot 1042}{0,03 \cdot 0,20} = 2054 \text{ (Н)}.$$

Оскільки в конструкції токарного патрона використано три кулачки та коромисло, плечі якого складають $100,0/50,0 = 2,0$ то сила на виході штоку

ВИСНОВКИ

Представлена кваліфікаційна бакалаврська робота містить проектування двох операцій: токарної з ЧПК 015 і фрезерної з ЧПК 035 при виготовленні деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14». В бакалаврській роботі провели аналіз технічних вимог на кресленні деталі «Ковпачок вивідний П6-ВА2-А.08.14». Здійснено аналіз службового призначення виробу - «Автомата для випічки стаканчиків П6-ВА2».

Ми провели аналіз за якісними ознаками технологічності виготовлення деталі «Ковпачка вивідного П6-ВА2-А.08.14».

В роботі було визначено тип виробництва – дрібносерійний (коефіцієнт закріплення операцій дорівнює 27, тобто від 20 до 40 операцій). Обґрунтували способи отримання заготовки – прокат. Такий метод зменшуватиме витрати металів і є більш економічний при обробці «Ковпачка вивідного» у порівнянні з існуючим базовим методом.

Для діаметрального розміра $\varnothing 13,5H12$ провели розрахунок припусків та допусків при обробленні заготовки «Ковпачка вивідного», були також проаналізовані варіанти базувань заготовки «Ковпачок вивідний» на двох операціях - токарній з ЧПК 015 та фрезерній з ЧПК 035. Були обґрунтовані металорізальні верстати, використані інструменти та технологічна оснастка на цих двох операціях обробки.

Також для вищезгаданих двох операцій токарної з ЧПК та фрезерної з ЧПК було розраховано потрібні режими різання, і було виконано розрахунок технічного нормування операцій. Для токарної операції спроектували спеціального пристрою із пневмоприводом, що підвищило точність та продуктивність технологічної операції.

					ТМЗ 17510058-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

13. Технология обработки конструкционных материалов: Учеб. для машиностр. спец. вузов / П.Г. Петруха, А.И. Марков, П.Д. Беспехотный и др. Под. ред. П.Г.Петрухи. – М.: Высш.шк., 1991. – 512 с.
14. Матвійчук О. В., Гевко Б. М., Дичковський М. Т. Технологічна оснастка. – К.: Кондор, 2010. – 221 с.
15. Методич. вказівки до практич. занять з курсу “Технологічна оснастка”/ Укладач П.В. Кушніров. – Суми: вид-во СумДУ, 2010. – Ч.1. – 52с.
16. Худобин Л.В. Курсов. проектирование по техн-ии машиностроения. – Москва: Маш-ние, 1992. – 258с.
17. Чумаков Г.С. Технологическая оснастка: учебное пособие.– Сумы: изд-во СумГУ, 2002. – 218 с.
18. Рахимьянов, Х. М. Технологическая оснастка: учебное пособие / Х. М. Рахимьянов, В. А. Красильников, Н. В. Яснопольский. – М.: Издательство Маш-е, 2018. – 256 с.
19. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Технологічні основи машинобудування” для бакалавратури 6.0902 “Інженерна механіка” усіх форм навчання / Укладачі: О.У. Захаркін, О.І. Ремньов, – Суми: Вид-во СумДУ, 1999.
20. Design of Fixtures and Technological Press Tools / Elanchezhian C. and others. – Chen.: ESWAR PRESS, 2010. – 469 p.

