

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет 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 (проекту)

перший (бакалаврський)

(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проектування технологічного процесу виготовлення
матриці GORAL_CAP_000.01»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-71-9
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»

(назва освітньої програми)

Євгеній ШЕВЧЕНКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник _____

Анна НЕШТА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____

Павло КУШНІРОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2021 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i> (назва)
Спеціальність	<i>131 «Прикладна механіка»</i> (шифр і назва)
Освітня програма	<i>«Технології машинобудування»</i> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Шевченко Євгеній Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) _____ *Проектування технологічного процесу виготовлення матриці GORAL_CAP_000.01*

керівник проєкту _____ *Нешта Анна Олександрівна, канд. техн. наук, старший викладач*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «05» квітня 2021 року № 152-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) «01» червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) _____

3.1 Робоче креслення деталі «Матриця GORAL_CAP_000.01».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 2000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Матриця GORAL_CAP_000.01».

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 організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «Матриця GORAL_CAP_000.01»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «___» _____ 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	11.05.2021	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	17.05.2021	
3	Оформлення пояснювальної записки	23.05.2021	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	28.05.2021	
5	Оформлення креслень та презентації	03.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Євгеній ШЕВЧЕНКО

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Анна НЕШТА

_____ (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.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
МАТРИЦІ GORAL_CAP_000.01**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Євгеній ШЕВЧЕНКО

Керівник

Анна НЕШТА

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с., 13 рис., 14 табл., 20 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь Матриця GORAL_CAP_000.01, яка входить до складу автоматичної лінії.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Матриця GORAL_CAP_000.01».

В роботі виконано аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, аналіз технічних вимог, що пред'являються до деталі. Було визначено тип виробництва – середньосерійний. Виконано аналіз технологічності конструкції деталі. За допомогою техніко-прогресивного обґрунтування обраний раціональний метод отримання заготовки при визначеному типі виробництва.

На прикладі двох операцій механічної обробки: токарної з ЧПК чорнова і токарної з ЧПК чистова було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, а саме: обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання, верстатного пристрою, ріжучого та вимірювального інструмента. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування операції.

У графічній частині роботи виконані креслення заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційних наладок на плоскошліфувальну та токарну операцію.

Розглянуто небезпечні зони устаткування, класифікація та призначення засобів захисту .

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, МАТРИЦЯ, РІЗЕЦЬ, ПАТРОН, ПРИПУСК, БАЗА, ТВЕРДИЙ СПЛАВ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис онструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	9
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу одержання заготовки та розробка технічних вимог до неї..	18
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу	22
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	22
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки.....	26
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	33
6.5 Розрахунок режимів різання	34
6.6. Технічне нормування операції.....	40
7 Проектування верстатного пристрою	42
8. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	66
Висновок	72
Перелік джерел посилання	73
Додаток А.....	75
Додаток Б	76
Додаток В.....	77
Додаток В.....	78

					ТМ 19510138-00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Шевченко Е.А			Проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Матриця GORAL_CAP_000.01”	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Перевір.		Нешта А.О.					4	78
Н. контр.					ТМ-71-9			
Утв.								

ВСТУП

Машинобудування є однією з найголовніших галузей промисловості. Це пояснюється тим, що всі процеси життєдіяльності сучасної людини пов'язані з машинобудуванням. Машинобудування характеризує промисловий та економічний розвиток країни. Для його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування – це напрям науки, який займається удосконаленням, вивченням виготовлення машин необхідної якості, покращенням існуючих технологічних процесів їх виготовлення, в задані строки, у встановленій виробничою програмою кількості і при найменшій собівартості. На сьогоднішній час помічається швидке ускладнення конструкції машин, об'єднання кількох машин у великі комплекси, зменшення в них кількості металу і підвищенням їх силових якостей та зносостійкості. Підвищення зносостійкості деталей машин викликає зменшення витрат матеріалів на їх виготовлення, зменшується кількість робітників і трудомісткість при експлуатації, обслуговуванні та ремонті. Розробляються способи покращення та пришвидшення технологічних процесів, які спрямовані на досягнення необхідної точності, підвищення продуктивності та економічності виготовлення деталей при забезпеченні високих експлуатаційних якостей та надійності роботи машини.

В даний момент активно розвиваються та створюються нові системи автоматизації управління ходом технологічного процесу. Основними напрямками автоматизації є використання верстатів з ЧПК, введення на виробництва промислових роботів, тощо. Використання таких систем дозволяє: оптимізувати технологічний процес, домогтися великої повторюваності при виготовленні деталей, зменшити необхідну кваліфікацію робітників.

Вивчення технології машинобудування не може обійтись без знань таких дисциплін, як матеріалознавство, теорія різання, металорізальні верстати та інструменти, та ін. Розгляд всіх питань, які пов'язані з машинобудуванням без використання цих дисциплін взагалі неможливий.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Матриця GORAL_CAP_000.01 призначена для формування зовнішньої поверхні пластмасового ковпачка для пляшок. Деталь взаємодіє з пуансоном (рис. 1) на автоматичній лінії. Після встановлення пуансона, у порожнину між матрицею та пуансоном екструдуються розплавлений поліпропілен при температурі 160 °С. Після застигання поліпропілену пуансон, разом з повністю сформованим ковпачком, виходить з порожнини матриці. Задана деталь є витратним матеріалом і вона входить до цілої групи матриць, які відрізняються лише формою та розмірами центрального отвору, що виготовляються на ВАТ «Технологія». Зовнішні розміри деталі стандартизовані під посадкові місця у автоматичній лінії.

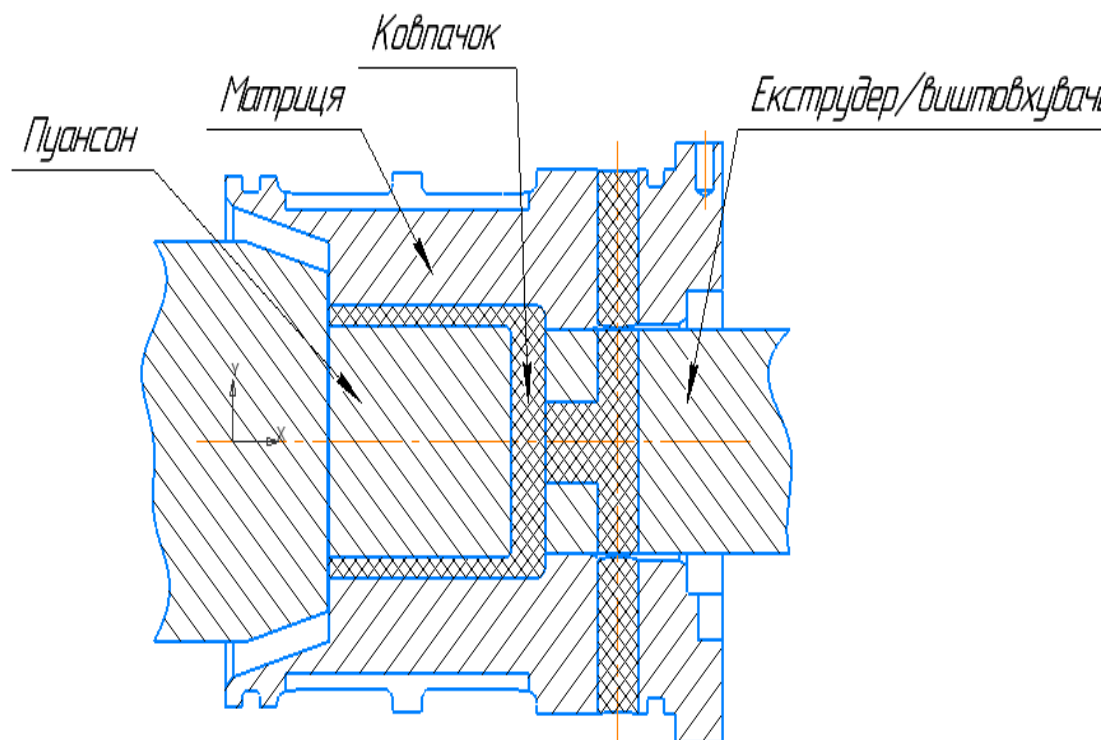


Рисунок 1.1 – Ескіз виготовлення деталі «Ковпачок»

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк. 6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз складального креслення вузла екструдера дозволив встановити основні (ОКБ) і допоміжні (ДКБ) конструкторські бази деталі Матриці.

ОКБ: 1, 7 – визначають положення Матриці щодо вузла в цілому. У таблицях 1.1 і 1.2 вказані матриця зв'язків і таблиця відповідностей для ОКБ;

ДКБ: 2 – визначає положення Матриці в осьовому напрямку.

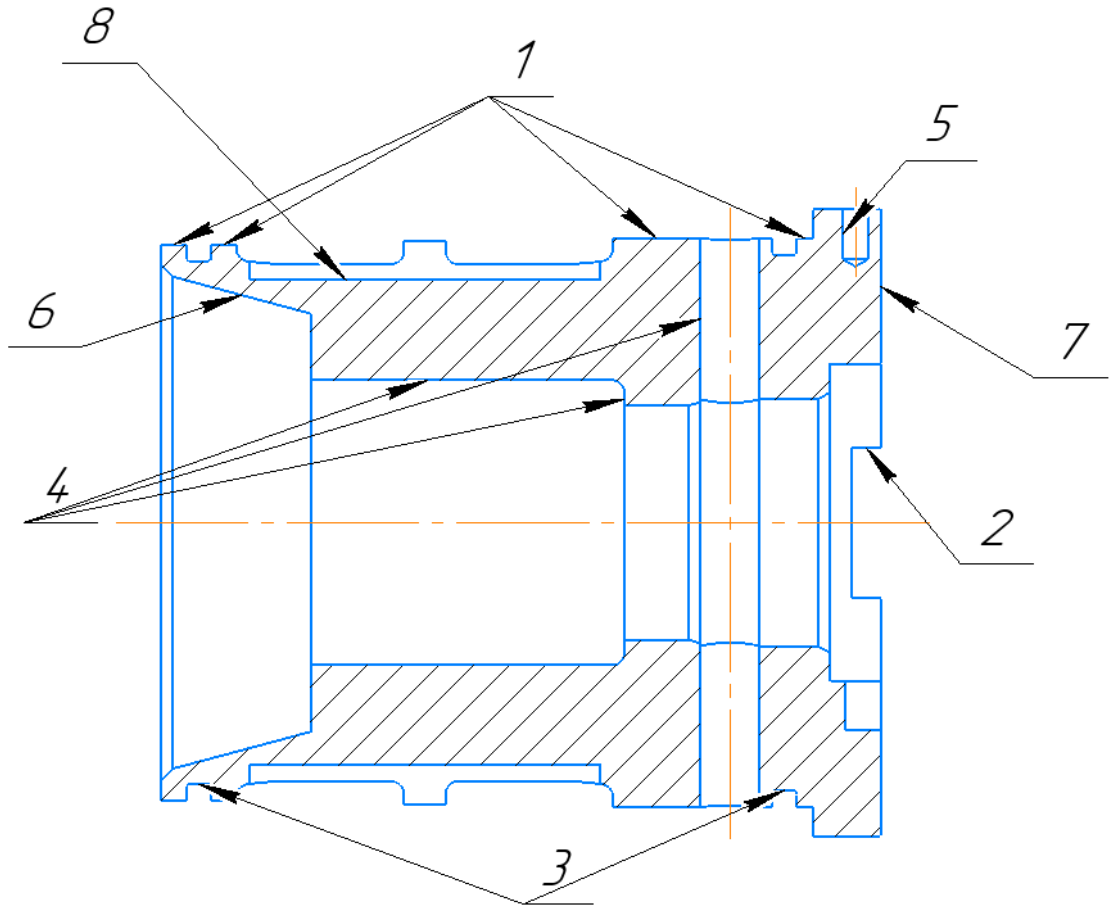


Рисунок 1.3 – Ескіз Матриці з нумерацією поверхонь

Поверхні 1, 5, 7, 2 служать для встановлення та закріплення Матриці в екструдер. Поверхня 3 призначена для установки ущільнення в Матрицю для запобігання витікання охолоджуючої. Поверхня 4 контактує з розплавленим поліпропіленом під час роботи вузла. Поверхня 8 є вільною.

						ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.1 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Бази
1	0	0	1	ВБ
α	1	1	0	
1	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	

Таблиця 1.2 – Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
ВБ	1,2,3	I, V, VI
ПОБ	4,5	II, III

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. В цілому оформлення креслення матриці відповідає загальноприйнятим стандартам. На кресленні зображений один поздовжній вид деталі, що є цілком достатнім для тіл обертання. Додатково на кресленні вказано один переріз, один виносний елемент, вид з торцю та ізометрична проекція.

Проставлені технічні вимоги за стандартами: ГОСТ 2.109–73, ГОСТ 2.305–68, ГОСТ 2.307–68. Розміри і вимоги креслення охоплюють всі формотворчих поверхні з зазначенням допусків на виготовлення. Позначення посадок і шорсткостей виконані відповідно до вимог по оформленню креслень по ЕСКД.

Розстановка розмірів, їх допусків, точності форми і взаємного розташування поверхонь, шорсткості – вірна, і дає повне уявлення про конфігурацію розглянутої деталі.

Деталь Матриця являє собою тіло обертання з відношенням $l/d=86/75=1,15$. Шорсткість усіх поверхонь дорівнює 3,2 мкм за критерієм Ra.

Найбільш точними поверхнями матриці є:

- зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 66,5g5$;
- зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 68g5$;
- лінійний розмір 86j7;
- внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 29,5H7$;

Креслення деталі «Матриця» представлено на рисунку 2.1. Вибір матеріалу деталі зумовлений умовами її експлуатації. Основним видом навантаження, у даному випадку, є підвищена температура (до 160 °C) та її перепади.

Матеріал деталі – корозійно-стійка жароміцна сталь 40X13. Призначення – пружини для роботи при температурах до 400-450 °C, ресори, кулькові підшипники, ріжучий і вимірювальний інструмент. Хімічний склад і механічні властивості сталі представлені в таблиці 2.1 і таблиці 2.2 відповідно.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

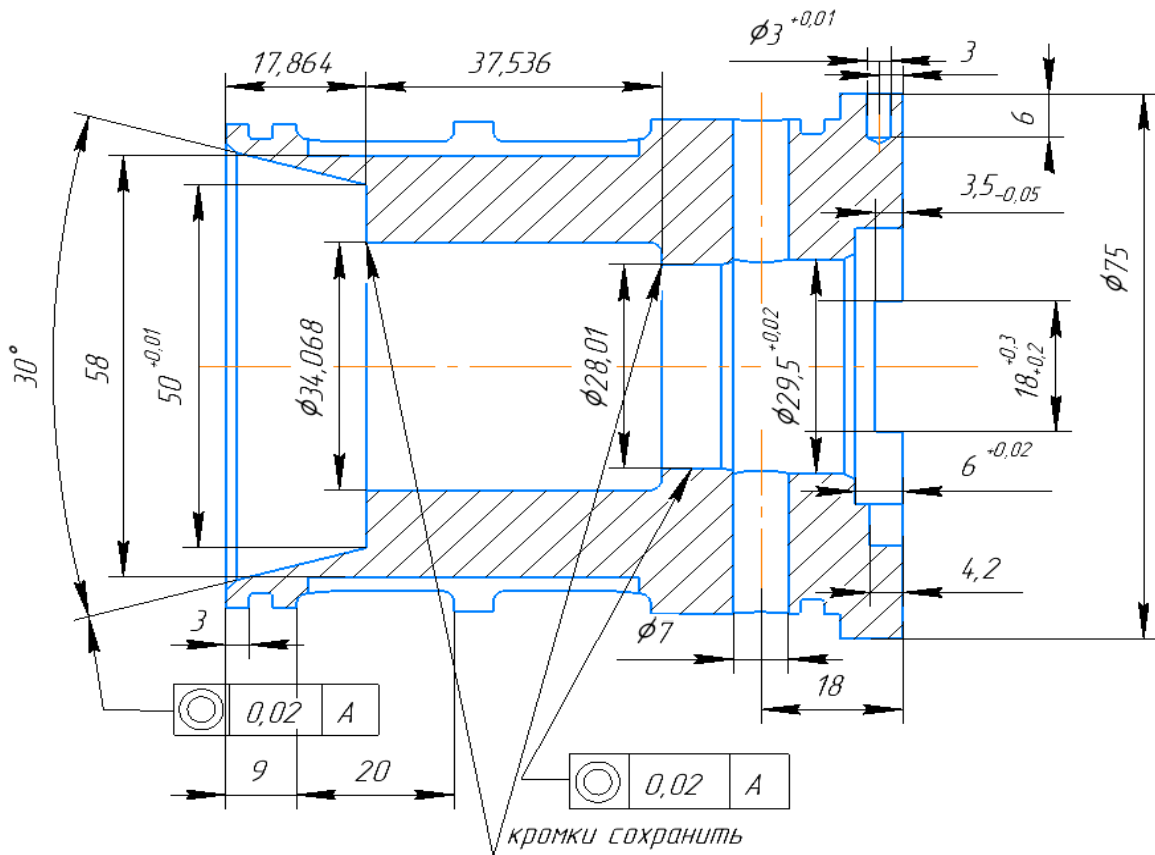
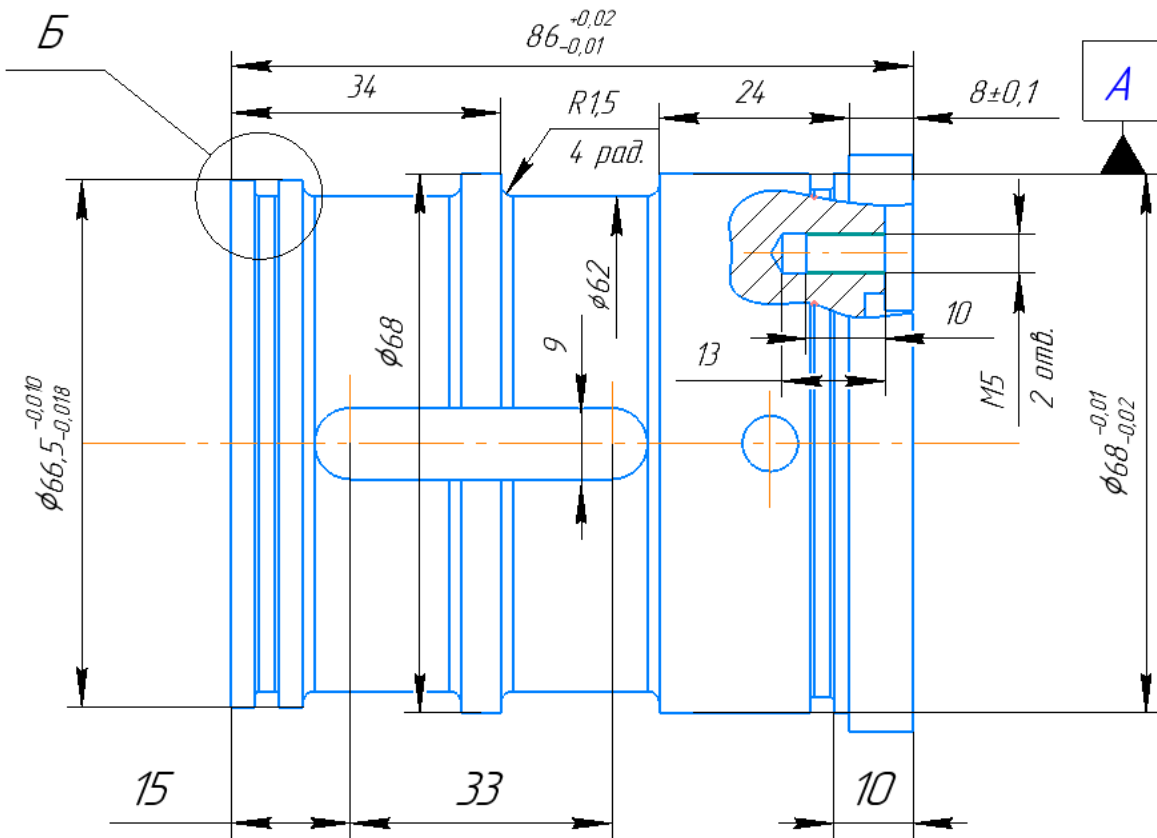


Рисунок 2.1 – Деталь Матриця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 19510138-00 ПЗ

Арк.

10

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40X13, %

C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S	Fe
0,35÷0,44	до 0,6	до 0,6	до 0,6	12 - 14	до 0,03	до 0,025	~84

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40X13 для заданої за кресленням твердості

Темпера- тура відпуску, °C	Межа плинності, $\sigma_{0,2}$, МПа	Тимчасовий опір розриву, σ_B , МПа	Відносне подовження при розриві, δ_5 , %	Відносне звуження, ψ , %	Ударна в'язкість КСУ при 20°C, Дж/см ²	Твердість, HRC
Загартування при 1000 °C, масло						
200	1620	1840	1	2	19	52

Технологічні властивості сталі 40X13:

- густина-7650 кг/м³;
- термообробка: гартування при 1030÷1050 °C, повітря, нагрівання при 530 °C, 2 години;
- температура кування: початку – 1200 °C, кінця 850 °C. Перерізи до 200 мм проходять низькотемпературний відпал;
- твердість матеріалу: HB 10⁻¹ = 143÷229 МПа;
- температура критичних точок: Aс₁ = 800 , Aг₁ = 780;
- оброблюваність різанням: у загартованому і відпущеному стані при HB 340 та $\sigma_B = 730$ МПа, $K_{v\text{ тв. спл}} = 0,6$, $K_{v\text{ б.ст}} = 0,4$;
- зварюваність: не застосовується для зварних конструкцій;
- жаростійкість: стійка до температури 600÷650 °C.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До деталі надано дві вимоги щодо розташування поверхонь:

– допуск співвісності конуса $\varnothing 50$ мм відносно бази А складає 0,02 мм;

– допуск співвісності $\varnothing 28,01$ мм відносно бази А складає 0,02 мм.

Виконання цих допусків забезпечує співвісність обох поверхонь відносно екструдера та пуансона, так як база А являє собою конструкторську базу. Недотримання вимог призведе до заклинювання екструдера та нещільного прилягання поверхні пуансона до конуса.

Шорсткість поверхонь забезпечуємо правильним підбором режимів різання, правильної геометрії інструменту, змащувально-охолоджувальною рідиною, а також жорсткістю технологічної системи (верстат, пристосування, інструмент, деталь). Найбільший вплив на висоту мікронерівностей має подача. Тому обрану подачу перевіряємо по можливості досягнення необхідної шорсткості поверхні.

Технічні вимоги над основним написом креслення деталі регламентують:

1) H14, h14, $\pm IT14/2$. Ця вимога регламентує точність розмірів для вільних поверхонь в межах 14 квалітету точності;

2) токарні операції виконати за програмою «matrica_1_goral_cap»\$

3) гострі кромки обробити;

4) канали та канавки під охолодження виконати в номінал до загартовування. Ця вимога попереджає зміну розміру тонкостінних канавок після загартовування деталі.

Базування деталі можна здійснити практично на усіх поверхнях, тобто ця деталь технологічно доцільна для базування. В якості пристрою для закріплення заготовки використовується спеціальний патрон, що самоцентрується.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва це специфічна форма організації виробництва яка враховує такі його властивості як широта номенклатури, регулярність, стабільність і обсяг випуску продукції. Виокремлюють три типи виробництва одиничне, серійне та масове.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$, який дорівнює відношенню всіх різних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок $K_{з.о}$ за з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей – $N_p = 2000$ шт.;
- середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання $\eta_{з.н.} = 0,75$;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 6;
- штучний час обробки деталі за операціями $T_{шт}$ – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (табл. 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання – $F_d = 4015$ год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.1)$$

де O – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

P – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{год} * T_{шт.}}{60 * F_d * \eta_{з.н.}} \quad (3.2)$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\eta_{з.н.}$ – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання, приймаємо $\eta_{з.н.} = 0,75$.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{зф}$	O
1	Токарна з ЧПК	9,1	0,1007	1	0,1007	7,4454
2	Фрезерна з ЧПК	14,15	0,1566	1	0,1566	4,7882
3	Токарна з ЧПК	3,5	0,0387	1	0,0387	19,3580
4	Токарна з ЧПК	4,2	0,0465	1	0,0465	16,1317
5	Плоско-шліфувальна	6,15	0,0681	1	0,0681	11,0168
6	Токарна з ЧПК	5,28	0,0584	1	0,0584	12,8320
			Сума	6		71,5721

Кількість робочих на кожній операції обираємо:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 1 \text{ осіб.}$$

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (3.4)$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{з.о.} = 71,57 / 6 = 11,93$$

Таким чином умова ($10 < K_{з.о.} < 20$) виконується, що відповідає середньосерійному типу виробництва.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3, 6, 12, 24 дні).

Приймаємо періодичність запуску рівною днів.

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{254} = 47,24 \approx 50 \text{ шт}$$

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовлених або тих, що ремонтуються, періодично повторюваними партіями, і порівняно великим обсягом випуску. Залежно від кількості виробів у партії чи серії і значення коефіцієнта закріплення операцій розрізняють дрібносерійне, середнє серійне і великосерійне виробництво.

На підприємствах серійного виробництва значна частина обладнання складається з універсальних верстатів, оснащених як спеціальними, так і універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП) пристосуваннями, що дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво. Представляється також можливим розташовувати обладнання в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, з дотриманням принципів взаємозамінності при обробці. При невеликій трудомісткості обробки або недостатньо великій програмі випуску виробів доцільно обробляти заготовки партіями, з послідовним виконанням операцій, тобто після обробки всіх заготовок партії на одній операції проводити обробку цієї партії на наступній операції. При цьому час обробки на різних верстатах не узгоджують. Заготовки під час роботи зберігають біля верстатів, а потім транспортують цілої партією.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У серійному виробництві застосовують також змінно-потоккову форму організації робіт. Тут обладнання також розташовують у порядку по ходу технологічного процесу. Обробку здійснюють партіями, причому заготовки кожної партії можуть дещо відрізнятися розмірами або конфігурацією, але допускають обробку на одному і тому ж обладнанні. В цьому випадку час обробки на суміжних верстатах узгодять, тому рух заготовок даної партії здійснюється безперервно, в порядку послідовності технологічного процесу. Для переходу до обробки партії інших деталей переналагоджують обладнання і технологічне оснащення (пристрій та інструмент).

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Технологічність конструкції – це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті виробів для заданих значень показників якості та умов виконання робіт.

Отже проаналізуємо на технологічність задану деталь:

- з точки зору зручності базування дана деталь є технологічною, так як не потрібне застосування спеціальних пристосувань на певних стадіях обробки та присутні зручні, з точки зору базування, поверхні (плоскі торці, зовнішні циліндричні поверхні);

- простановка розмірів виконана грамотно, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки;

- як готова деталь, так і заготовка мають таку масу, яка не вимагає використання додаткових пристроїв для їх перенесення чи встановлення;

- деталь «Матриця» виготовляється зі сталі 40X13, яка погано оброблюється різанням, але цей недолік нівелюється використанням призначених для даного типу сталей різального матеріалу, геометрії інструменту, режимів різання та ЗОР;

- з точки зору конфігурації деталі вона є нетехнологічною, бо присутні розміри з особливо жорсткими допусками ($\varnothing 66,5g5$, $\varnothing 68g5\dots$), що потребує збільшення кількості стадій обробки та підвищеної точності верстатів, також складності при виготовленні можуть викликати такі елементи, як багатоступінчатий центральний отвір, отвори на зовнішніх циліндричних поверхнях, конусна поверхня, глухі різьбові отвори.

З аналізу на технологічність можна зробити висновок, що в цілому деталь є технологічною, так як не технологічні елементи без проблем можна отримати за умови використання верстатів з ЧПК, правильного інструменту, ЗОР, тощо.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Від правильності вибору способу отримання заготовки цілком залежить собівартість одержуваної деталі. Вибір способу залежить від багатьох чинників: типу виробництва, маси деталі, складності форми, вимогами креслення. При цьому необхідно враховувати новітні тенденції в технології машинобудування по скороченню витрати матеріалу, зменшення обсягу механічної обробки, посилення допусків, так як для обробки деталей все частіше застосовуються верстати з ЧПК, верстати автомати та автоматичні лінії. Остаточний вибір варіанта проводиться порівнянням собівартості деталі після різних методів отримання заготовки. Собівартість деталі визначається підсумовуванням собівартості заготівлі та вартості наступної механічної обробки.

Базовий метод отримання заготовки-відрізання від круглого прокату.

Пропонований метод отримання заготовки-поковка штампована на ГKM.

Для визначення припусків табличним способом проводяться такі розрахунки по [8]:

Клас точності поковки – Т4 [11].

Група сталі – М1 [11].

Коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки $K_p=1,5$ [11].

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається за формулою:

$$m_3^p = m_d * K_p, \quad (5.1)$$

$$m_3^p = 1,46 * 1,5 = 2,19 \text{ кг.}$$

Для визначення ступеня складності необхідно визначити відношення маси G_{II} поковки до маси G_{Φ} геометричної фігури.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса геометричної фігури (циліндра) визначається за формулою:

$$G_{\phi} = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H, \quad (5.2)$$

де D – діаметр циліндра (найбільший діаметр деталі), $D = 78,75$ мм;

H – висота циліндра (довжина деталі), $H = 90,3$ мм.

ρ – густина сталі 40Х13.

$$G_{\phi} = 7,856 \cdot \frac{3,1415 \cdot 78,75^2}{4} \cdot 90,3 = 3,456 \text{ кг.}$$

Тоді відношення фігур $G_{\Pi}/G_{\phi}=2,19/3,456=0,63$

Ступінь складності – С2 [11].

Вихідний індекс – 10 [11].

Конфігурація поверхні роз'єма штампа – П (плоска) [11].

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості R_a , який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку, допуски та допустимі відхилення лінійних розмірів та допустимі припуски [11].

Основні припуски на розміри (на сторону), мм:

1,5 – діаметр 75 мм і шорсткість поверхні $R_a = 3,2$ мкм;

1,4 – діаметр 28,01 мм і шорсткість поверхні $R_a = 3,2$ мкм;

1,5 – діаметр 50мм і шорсткість поверхні $R_a = 3,2$ мкм;

1,5 – довжина 86 мм і шорсткість поверхні $R_a = 3,2$ мкм;

1,5 – довжина 68 мм і шорсткість поверхні $R_a = 3,2$ мкм;

Додаткові припуски, що враховують:

– зсув по поверхні рознімання штампа – 0,3 мм;

– зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності – 0,3 мм;

– зсув вісі отвору відносно зовнішніх циліндричних поверхонь – 0,8 мм.

Розміри поковки, мм:

– діаметр $75+(1,5+0,3+0,8) \cdot 2=80,2$ мм приймається 80,5мм;

– діаметр $28,01-(1,4+0,3+0,8) \cdot 2=24,3$ мм приймається 24,5мм;

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ				

- діаметр $50-(1,5+0,3+0,8)\cdot 2=44,4$ мм приймається 44,5 мм;
- довжина $86+(1,5+0,3)+(1,5+0,3)=89,3$ мм приймається 89,5 мм;
- довжина $68+(1,5+0,3)+(1,5+0,3)=72,1$ мм приймається 72 мм;

Результати розрахунків припусків і допуски з граничними відхиленнями розмірів зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків припусків

Розмір поверхні	Припуски		Розрахунковий розмір заготовки	Допуск та граничне відхилення	Прийнятий розмір заготовки	Припуск фактичний
	Осн.	Доп.				
Ø75	1,5	0,3+0,8	80,2	$2,6^{+2,1}_{-1,1}$	$80,5^{+1,1}_{-0,5}$	1,6
Ø28,01	1,4	0,3+0,8	24,3	$2,5^{+2,4}_{-1,2}$	$24,5^{+0,5}_{-0,9}$	1,4
Ø50	1,5	0,3+0,8	44,4	$2,6^{+2,1}_{-1,1}$	$44,5^{+0,5}_{-1,1}$	1,6
L=86	1,5	0,3	89,3	$1,8^{+2,1}_{-1,1}$	$89,5^{+1,1}_{-0,5}$	1,6
L=68	1,5	0,3	72,1	$1,8^{+1,6}_{-0,9}$	$72^{+1,1}_{-0,5}$	1,6

Допустима висота торцевого заусенцю – 7,0 мм.

Допускається відхилення по зігнутості, від площинності і від прямолінійності – 0,8 мм.

Маса заготовки обчислюється за допомогою 3D-креслення: $m_3= 3$ кг.

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (5.3):

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3} \quad (5.3)$$

$$K_3 = \frac{1,46}{3} = 0,48.$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою 5.4, для штамповок на ГКМ $m_{ВВЗ}=10\% \cdot m_3=10\% \cdot 3=0,3$ кг:

$$K_{ВМ} = \frac{m_d}{m_3 + 0,1 \cdot m_3} \quad (5.4)$$

Тоді $K_{ВМ}$ буде становити:

$$K_{ВМ} = \frac{1,46}{3 + 0,3} = 0,44.$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання

Величина припусків заготовки значно впливає на собівартість готової деталі. Пов'язано це з тим, що занадто великі припуски призводять до збільшення трудомісткості виготовлення деталі, до збільшення вартості матеріалу заготовки. В той самий час занадто малі припуски також призводять до збільшення собівартості через те, що доводиться підвищувати точність виготовлення заготовки.

Отже, згідно завдання, розрахуємо аналітичним методом припуски на механічну обробку для поверхні $\varnothing 66,5g5$ мм, які дозволять обробити поверхню з заданою точністю. Маршрут обробки поверхні приведений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні $\varnothing 66,5g5$

Назва операції (перехода)	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
Заготівельна	IT15	25
Точіння напівчистове	h9	6,3
Точіння чистове	h7	3,2
Точіння оздоблюване	g5	1,6

Обробка ведеться на токарному верстаті з ЧПК моделі Doosan Lynx 220LMA. Заготовка базується та закріплюється в трикулачковий самоцентруючий токарний патрон.

Величина мінімального припуску при розрахунку аналітичним методом визначається за формулою:

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{min} = 2 * \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (6.1)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції), мкм;

ρ_{i-1} – сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції), мкм;

ε_{yi} – похибка установки заготовки на виконуваному переході (операції), мкм.

Підставивши вибрані (Rz, h, ε) і розраховані (ρ) значення в формулу (6.1) визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{minП/ч} = 2 \cdot (250 + 250 + \sqrt{760^2}) = 2520 \text{ мкм};$$

$$2Z_{minЧИС} = 2 \cdot (125 + 125 + \sqrt{350^2 + 50^2}) = 1207 \text{ мкм};$$

$$2Z_{minОЗД} = 2 \cdot (70 + 80 + \sqrt{110^2 + 30^2}) = 520 \text{ мкм};$$

Допуск заготовки $\delta_{заг}$, визначений раніше і дорівнює $\delta_{заг} = 1.15 \text{ мм}$ ($es = 1.1 \text{ мм}$; $ei = -0.05 \text{ мм}$).

Допуски по переходах визначаються по [9]:

– для точіння напівчистового: $\delta_{п/ч} = 0.074 \text{ мм}$ ($es = 0 \text{ мм}$; $ei = -0.074 \text{ мм}$);

– для точіння чистового: $\delta_{чист} = 0.03 \text{ мм}$ ($es = 0 \text{ мм}$; $ei = -0.03 \text{ мм}$);

– для точіння оздоблюваного: $\delta_{тонк} = 0.03 \text{ мм}$ ($es = -0.01 \text{ мм}$; $ei = -0.02 \text{ мм}$).

Розміри та припуски на оздоблювальну стадію визначають за формулами:

$$d_{nomO3} = 66.5$$

$$d_{minO3} = d_{nomO3} - ei_{O3} = 66.5 - 0.02 = 66.48 \text{ мм} \quad (6.2)$$

$$d_{maxO3} = d_{nomO3} - es_{O3} = 66.5 - 0.01 = 66.49 \text{ мм} \quad (6.3)$$

$$2Z_{maxO3} = 2Z_{minO3} + Td_{O3} + ei_{ЧИС} = 530 + 10 + 30 = 570 = 0.57 \text{ мм} \quad (6.4)$$

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

Розміри та припуски на чистову стадію визначають за формулами:

$$d_{\max\text{ЧИС}}=d_{\text{номЧИС}}=d_{\min\text{ОЗ}}+2Z_{\max\text{ОЗ}}=66,48+0,57=67,05 \text{ мм} \quad (6.5)$$

$$d_{\min\text{ЧИС}}=d_{\max\text{ЧИС}}-e_{i\text{ЧИС}}=67,05-0,03=67,02 \text{ мм} \quad (6.6)$$

$$2Z_{\max\text{ЧИС}}=2Z_{\min\text{ЧИС}}+e_{i\text{ЧИС}}+e_{i\text{П/ч}}=1207+30+74=1311=1,311 \text{ мм} \quad (6.7)$$

Розміри та припуски на напівчистову стадію визначають за формулами:

$$d_{\max\text{П/ч}}=d_{\text{номП/ч}}=d_{\min\text{П/ч}}+e_{i\text{П/ч}}=68,257+0,074=68,331 \text{ мм} \quad (6.8)$$

$$d_{\min\text{П/ч}}=d_{\text{номЧИС}}+2Z_{\min\text{ЧИС}}=67,05+1,207=68,257 \text{ мм} \quad (6.9)$$

$$2Z_{\max\text{П/ч}}=2Z_{\min\text{П/ч}}+e_{i\text{П/ч}}+T_{d\text{ЗАГ}}=2520+74+1150=3744=3,74 \text{ мм} \quad (6.10)$$

Розміри та припуски на заготівельну стадію визначають за формулами:

$$d_{\max\text{ЗАГ}}=d_{\text{номЗАГ}}+e_{s\text{ЗАГ}}=70,901+1,1=72,001 \text{ мм} \quad (6.11)$$

$$d_{\text{номЗАГ}}=d_{\min\text{ЗАГ}}+e_{i\text{ЗАГ}}=70,851+0,05=70,901 \text{ мм} \quad (6.12)$$

$$d_{\min\text{ЗАГ}}=d_{\text{номП/ч}}+2Z_{\min\text{П/ч}}=68,331+2,52=70,851 \text{ мм} \quad (6.13)$$

Результати розрахунків зведені до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати розрахунків припусків та міжопераційних розмірів при обробці поверхні $\varnothing 66,5g5$

Технологічні операції (переходи)	Елементи припуску, мкм				Елементи припуску, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	Rz _{i-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{yi}	2Z _{min}	2Z _{nom}	2Z _{max}	d _{min}	d _{nom}	d _{max}
Заготівельна	250	250	760	-	-	-	-	70,851	70,901	72,001
Точіння напівчистове	125	125	350	50	2,52	3,52	3,74	68,257	68,331	

Продовження таблиці 6.2 – Результати розрахунків припусків та міжопераційних розмірів при обробці поверхні $\text{Ø}66,5g5$

Точіння чистове	70	80	110	30	1,207	2,007	1,311	67,02	67,05	
Тонке точіння	-	-	-	-	0,53	1,02	0,57	66,48	66,5	66,49

Ескіз заготовки представлений на рисунку 6.1.

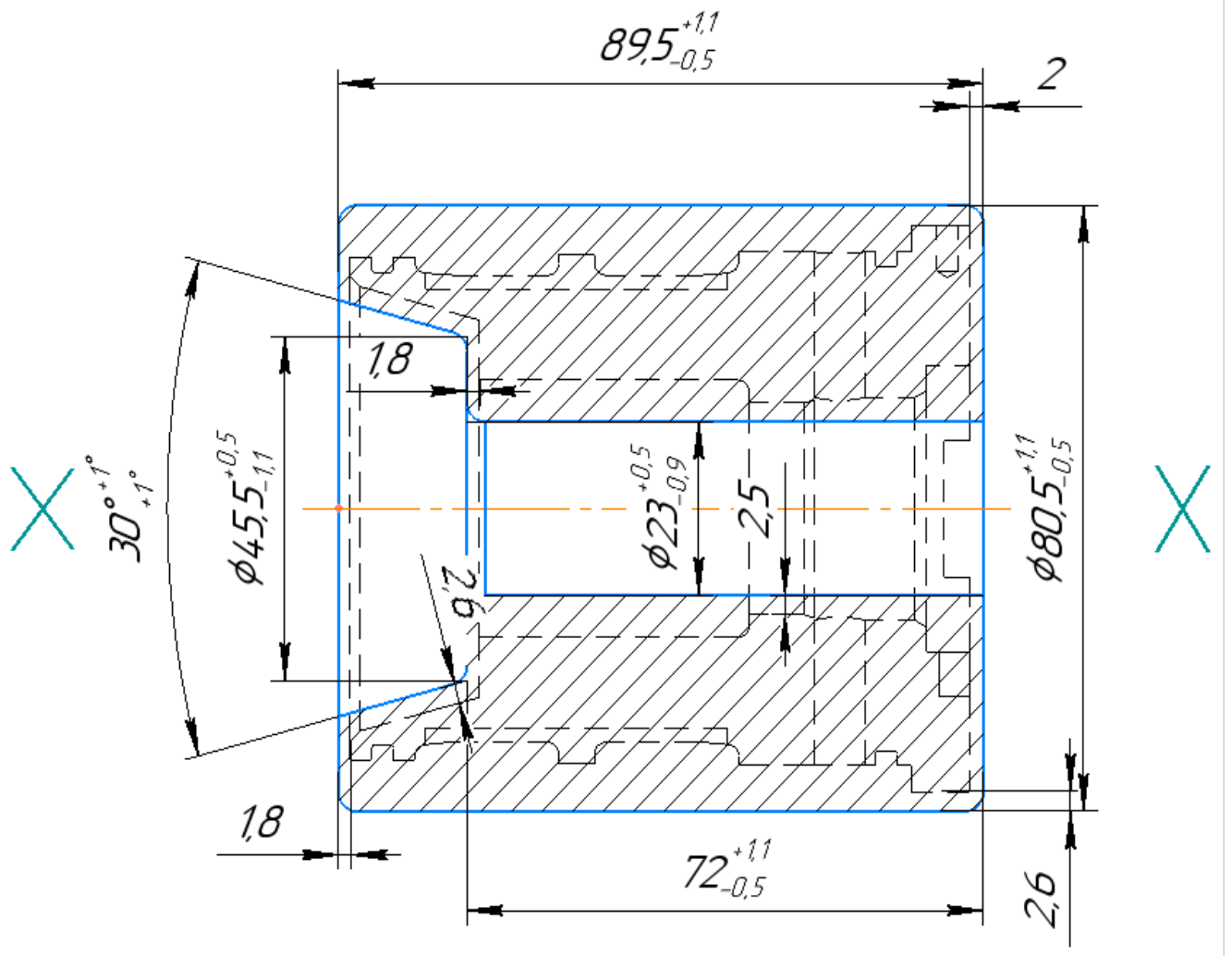


Рисунок 6.1 – Ескіз заготовки

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Для цього підпункту було обрано дві технологічні операції: 025 та 050 токарна з ЧПК. На цих операціях оброблюються поверхні, що показані на рисунку 6.2 та 6.3.

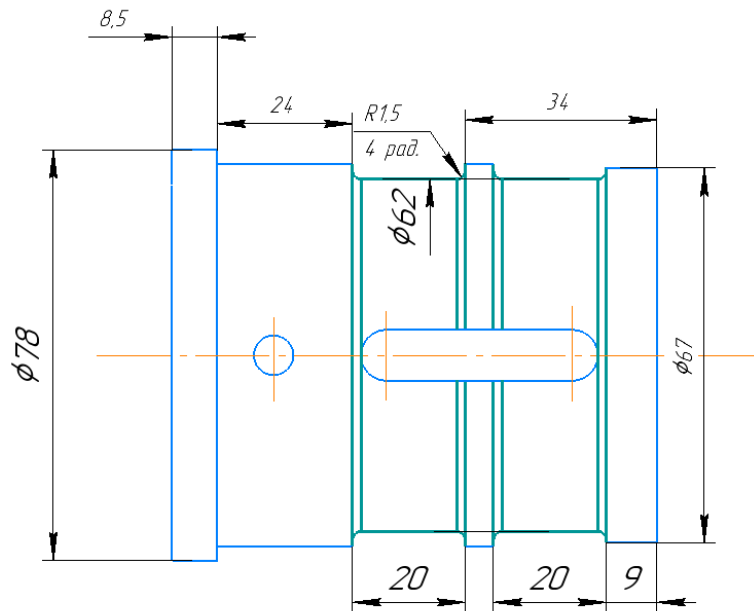


Рисунок 6.2 – Операційний ескіз операції 025

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

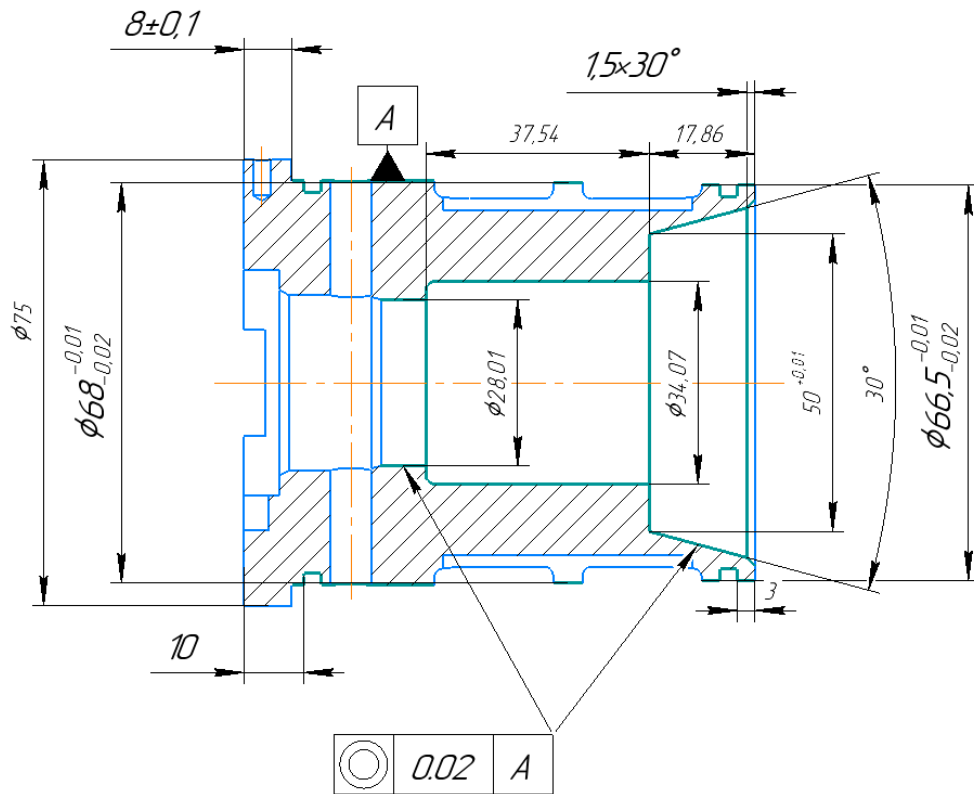


Рисунок 6.3 – Операційний ескіз операції 050

Проаналізувавши поверхні, що оброблюються, обираємо спосіб закріплення заготовки у трикулачковий самоцентруючий токарний патрон за циліндричну поверхню $\text{Ø}75(78)$ з упором у лівий торець. Такий спосіб закріплення надає доступ різального інструменту до оброблюваних поверхонь та забезпечує виконання допусків розташування поверхонь за рахунок обробки базової поверхні та поверхонь, до яких встановлено вимоги до співвісності за один установ. Використання інших методів закріплення вважаю недоцільним.

Пропонована схема закріплення позбавляє заготовку 5 ступенів вільності.

Виникають такі бази:

- встановлювальна – лівий торець позбавляє заготовку трьох ступенів вільності: переміщення вздовж вісі Z та обертань навколо X та Y.

- подвійна опорна база – циліндрична поверхня позбавляє заготовку двох ступенів вільності: переміщення вздовж осей X та Y.

Приклад базування приведений на рисунку 6.4, також додано таблицю відповідності 6.3 та матрицю зв'язків 6.4.

					ТМ 19510138-00 ПЗ		Арк.
							27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

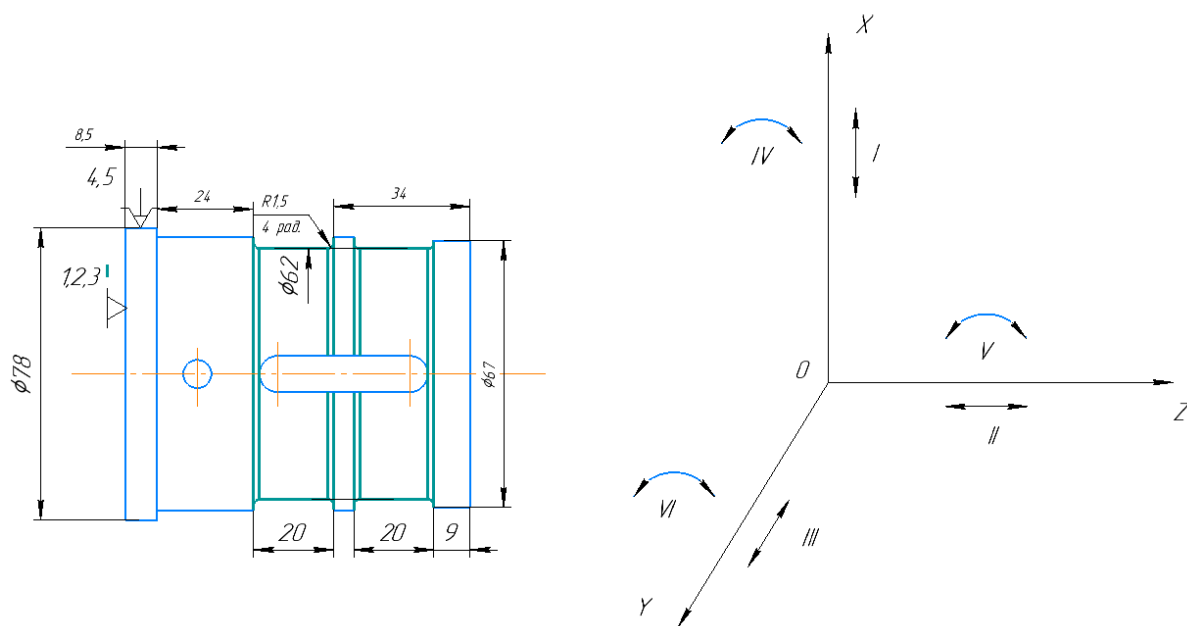


Рисунок 6.4 – Приклад базування заготовки на операції 025

Таблиця 6.3 – таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Бази
1,2,3	II, IV, VI	Встановлювальна
4,5	I, III	Подвійна опорна

Таблиця 6.4 – матриця зв'язків.

	X	Y	Z	Найменування баз
l	0	0	1	Встановлювальна база
α	1	1	0	
l	1	1	0	Подвійна опорна база
α	0	0	0	
Σ	2	2	1	5 ступенів

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Виходячи з габаритів та маси заготовки, форми її поверхонь та вимог до точності та розташування оброблюваних поверхонь для виконання механічної обробки на операціях 025 та 050 обираємо токарний верстат Doosan Lynx 220LMA з системою ЧПК Fanuc. Дане обладнання цілком підходить як для закріплення заготовки так і для обробки її поверхонь із заданою точністю. Технічна характеристика верстата приведена у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Технічна характеристика верстата моделі Doosan Lynx 220LMA.

Характеристика	Величина
Макс. діаметр над станиною, мм	510
Макс. діаметр над супортом, мм	290
Макс. діаметр обробки, мм	250
Рекомендований діаметр обробки, мм	170
Макс. довжина обробки, мм	510
Діаметр прутка, мм	51
Діаметр патрона, мм	170
Число обертів, об/хв	6000
Конус шпинделя	A 2-5
Потужність при режимі 30 хв/ постійно, кВт	15/11
Крутний момент, Нм	95,5
Зона постійного крутного моменту, об/хв	50-1500
Діаметр отвору шпинделя, мм	61
Діаметр підшипників, мм	90
Тип револьверної головки	BMT 45P
Кількість інструментів (при подвійному різцетримачі)	12 (24)

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Продовження таблиці 6.5 – Технічна характеристика верстата моделі Doosan Lynx 220LMA.

Обертання в обидві сторони	В обидві сторони
Розміри хвостовика різцетримача, мм	20X20
Діаметр прутка різцетримача (подвійна різцетримача), мм	32 (25)
Час індексації (сусідня позиція), с	0.15
Число оборотів приводного інструмента, об/хв	6000
Вбудований мотор-шпиндель, тип	Fanuc α 1.5
Потужність шпинделя, кВт	3,7

Крутний момент, Нм	23,5
Тип цанг для інструменту (діаметр кінцевої фрези)	ER20 ($\text{Ø}2 \div \text{Ø}13$)
Хід по осі X, мм	175
Хід по осі Z, мм	550
Хід по осі C, °	360 (0,001)
Прискорене перем.по осі X / Z, м/хв	30/36
Прискорене переміщення по осі C, об/хв	200
Макс. робочі подачі по осі X і Z, мм / об	500
Макс. робочі подачі по осі C, град / хв	4800
ШВП, діаметр × крок	
- по осі X, мм	28 × 10
- по осі Z, мм	32 × 12
Потужність приводів по осі X і Z, кВт	1,8 / 1,8

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Продовження таблиці 6.5 – Технічна характеристика верстата моделі Doosan Lynx 220LMA.

Тип напрямних	кочення
Позиціонування	
- по осі X, мм	0,01
- по осі Z, мм	0,02
- по осі C, °	0,0167
Повторюваність	
- по осі X, мм	+/- 0,002
- по осі Z, мм	+/- 0,003
- по осі C, °	+/- 0,006
Діаметр пінолі, мм	65
Хід пінолі, мм	80
Конус пінолі (MT – конус Морзе)	MT4
Ємність бака – без конвеєра, л	100
Потужність насоса (станд), кВт	0,4
Вага (прим.), Кг	3300
Вимога до електроживлення, кВА	23,7
Ширина верстата, мм	1600
Висота верстата, мм	1655
Довжина верстата, мм	2630
Система ЧПК	GE Fanuc 0i-T в базовому виконанні

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Обираємо верстатний пристрій, вимірювальний та металорізальний інструмент на операції 025 та 050.

Для установки та закріплення заготовки на операціях 025 та 050 використовуємо трикулачковий самоцентруючий токарний патрон D=200мм, виконання 1. Позначення: Патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80.

Передача крутного моменту здійснюється за рахунок сил тертя, що виникають при закріпленні заготовки.

Для обробки зовнішніх поверхонь заготовки на операції 025 використовуємо зовнішній канавковий токарний різець з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної пластини з радіусом при вершині 1,5 мм. Позначення державки - 570-25L123F15B, позначення пластини - N123F1-0300-RE 6220 T5K10.

Для контролю розмірів використовуємо штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89.

Для обробки зовнішніх поверхонь заготовки на операції 050 використовуємо прохідний відігнутий лівий токарний різець з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної пластини з радіусом при вершині 0,1 мм. Позначення державки – PCLNL 2525M 12, позначення пластини – CNGG 12 04 01-SGF 1105 T30K4.

Для обробки канавок використовуємо зовнішній канавковий токарний різець з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної пластини, шириною 3 мм.

Позначення державки – C4-RF123G10-27055B, позначення пластини – L123G2-0300-0501-CF 1125 T30K4.

Для обробки внутрішніх поверхонь заготовки використаємо розточний відігнутий правий токарний різець з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної пластини. Позначення державки – A12S-SVUBR 2HP-EB1, позначення пластини - VBMT 11 03 02-MF 1025 T30K4.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю розмірів використаємо: мікрометр МК-50-75 ГОСТ 6507-78, нутромір індикаторний НИ 18-50ГОСТ 868-82, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

Зведемо до таблиці 6.6 обраний раніше вимірювальний, ріжучий інструмент та верстатний пристрій для механічної обробки на операціях 025 та 050.

Таблиця 6.6 – Вимірювальний, ріжучий інструмент та верстатний пристрій для операцій 025 та 050

Номер операції	Ріжучий інструмент	Верстатний пристрій	Вимірювальний інструмент
025	Зовнішній канавковий різець 570-25L123F15B	Патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80	ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89
050	1.прохідний відігнутий різець PCLNL 2525M 12 2.Зовнішній канавковий різець C4-RF123G10-27055B 3.Розточний відігнутий A12S-SVUBR 2HP-EB1	Патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80	1.Мікрометр МК-50-75 ГОСТ 6507-78 2.Нутромір індикаторний НИ 18-50ГОСТ 868-82 3.Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93

6.5 Розрахунок режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання для операцій 015 та 050 токарна з ЧПК. Для поверхні $\varnothing 66,5g5$ виконаємо розрахунок розрахунково-аналітичним методом, для інших поверхонь – табличним методом. Розрахунок проведемо згідно [12].

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

Вихідні дані для операції 015: діаметр поверхні - 68,5 мм, матеріал заготовки – сталь 40Х13 з межею міцності $\sigma_B = 1820$ МПа, матеріал тврдосплавної пластини – Т5К10, ЗОР-емульсія, заготовка-поковка штампована на ГKM.

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D_3 - D_{\text{обрт}}}{2} \quad (6.14)$$

де D_3 – діаметр заготовки;

$D_{\text{обрт}}$ – діаметр після точіння;

$$t = \frac{80,5 - 68,5}{2} = 6 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{обр}}$$

Стійкість інструменту $T = 60$ хвилин. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m*} t^x * S_y} * K_v \quad (6.15)$$

де $C_v=110$, $m=0,15$, $x=0,2$, $y=0,45$ – коефіцієнт C_v в формулі сили різання.

K_v – поправочний коефіцієнт для врахування умов різання визначається за формулою:

$$K_v = K_M * K_t * K_n \quad (6.16)$$

де $K_M=0,5$ – поправка на оброблюваний матеріал;

$K_t= 1,4$ – поправка на інструментальний матеріал;

$K_n= 0,8$ – поправка на стан поверхні заготовки.

$$K_v = 0,5 * 1,4 * 0,8 = 0,56$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{110}{60^{0,15} * 6^{0,2} * 0,5^{0,45}} * 0,56 = 31,82 \frac{\text{М}}{\text{ХВ}}$$

Розрахуємо частоту обертання шпінделя за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi * D} \quad (6.17)$$

$$n = \frac{1000 * 31,82}{3,1415 * 80,5} = 125,8 \text{ об/ХВ}$$

Верстат обладнаний безступінчатою системою зміни частоти обертання шпінделя, отже приймаємо розраховану частоту, як фактичну.

Визначимо силу різання за формулою:

$$P_z = 10C_p * t^x * S^y * V^n * K_p \quad (6.18)$$

де $C_p=204$, $n=0$, $x=1$, $y=0,75$ – коефіцієнт и в формулі сили різання.

K_p – поправочний коефіцієнт для врахування умов різання визначається за формулою:

$$K_p = K_m * K_\varphi * K_\gamma * K_\lambda * K_r \quad (6.19)$$

де $K_m=1$ – поправка на якість оброблюваного матеріалу;

$K_\varphi=0,94$ – поправка на головний кут у плані;

$K_\gamma = 1,0$ – поправка на передній кут;

$K_\lambda = 1,0$ – поправка на нахил леза;

$K_r = 0,93$ – поправка на радіус при вершині леза.

$$K_p = 1 * 0,94 * 1 * 1 * 0,93 = 0,87$$

$$P_z = 10 * 204 * 1 * 0,5^{0,75} * 1 * 0,87 = 1055 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність обробки за формулою :

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} \quad (6.20)$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{1055 * 31,82}{1020 * 60} = 0,55 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна верстата Doosan Lynx 220LMA за його паспортом дорівнює 11 кВт, отже він придатний для обробки.

Визначимо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L_p + l_1^* + l_1^{**}}{S * n} \quad (6.21)$$

де $l_1^* = ctg\phi * t = ctg60 * 6 = 3,46$ мм – величина врізання різця;

$l_1^{**} = 2$ мм – величина перебігу;

$L_p = 79,15$ мм – довжина обробки.

$$T_o = \frac{79,15 + 3,46 + 2}{0,5 * 125,8} = 1,35 \text{ хв}$$

Для решти поверхонь на операції 015 обираємо режими різання табличним методом.

Результати заносимо до таблиці 6.7.

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки						
	i	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	L, мм	T _o , хв
Торець Ø68,5/Ø80,5	1	2	0,6	37	144	6	0,07
Торець L88	1	1,5	0,6	39	153	10	0,11
Фаска 1,5x45°	1	1,5	0,6	39	153	2	0,02
Конус Ø47,4x30°	1	1	0,5	46	223	18	0,16
Торець Ø49	1	1,5	0,5	42	273	9	0,06
Ø31,4	1	4,2	0,4	38	383	38	0,24
Торець Ø26	1	2	0,4	44	537	3	0,01
Ø26	1	1,5	0,4	46	568	8	0,03
Торець Ø23	1	2	0,4	44	607	2	0,01

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

Сумарний час обробки дорівнює 2,07 хв

Виконаємо розрахунок для операції 050

Вихідні дані для операції 050: діаметр поверхні - 66,5 мм, матеріал заготовки – сталь 40Х13 з межею міцності $\sigma_B = 1820$ МПа, матеріал тврдосплавної пластини – Т15К6, ЗОР-емульсія, заготовка-поковка штампована на ГКМ.

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D_3 - D_{обт}}{2}$$

де D_3 – діаметр з попередньої операції;

$D_{обт}$ – діаметр після точіння;

$$t = \frac{68,5 - 66,5}{2} = 1 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу :

$$S_o = 1 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Стійкість інструменту $T = 60$ хвилин. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m*} t^{x*} S_y} * K_v$$

де $C_v = 110$, $m = 0,15$, $x = 0,2$, $y = 0,45$ – коефіцієнт в формулі сили різання.

K_v – поправочний коефіцієнт для врахування умов різання визначається за формулою:

$$K_v = K_M * K_t * K_n$$

де $K_M = 0,5$ – поправка на оброблюваний матеріал;

$K_t = 1,9$ – поправка на інструментальний матеріал;

$K_n = 1$ – поправка на стан поверхні заготовки.

$$K_v = 0,5 * 1,9 * 1 = 0,95$$

$$V = \frac{110}{60^{0,15} * 1^{0,2} * 1^{0,45}} * 0,95 = 56,54 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо частоту обертання шпінделя за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi * D}$$
$$n = \frac{1000 * 56,54}{3,1415 * 68,5} = 262,74 \text{ об/хв}$$

Верстат обладнаний безступінчатою системою зміни частоти обертання шпінделя, отже приймаємо розраховану частоту, як фактичну.

Визначимо силу різання за формулою:

$$P_z = 10C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

де $C_p=204$, $n=0$, $x=1$, $y=0,75$ – коефіцієнт и в формулі сили різання.

K_p – поправочний коефіцієнт для врахування умов різання визначається за формулою:

$$K_p = K_m * K_\varphi * K_\gamma * K_\lambda * K_r$$

де $K_m=1$ – поправка на якість оброблюваного матеріалу;

$K_\varphi=0,94$ – поправка на головний кут у плані;

$K_\gamma = 1,0$ – поправка на передній кут;

$K_\lambda = 1,0$ – поправка на нахил леза;

$K_r = 0,87$ – поправка на радіус при вершині леза.

$$K_p = 1 * 0,94 * 1 * 1 * 0,87 = 0,82$$

$$P_z = 10 * 204 * 1 * 1^{0,75} * 1 * 0,82 = 1668,3 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність обробки за формулою :

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60}$$

$$N = \frac{1668,3 * 56,54}{1020 * 60} = 1,54 \text{ кВт}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність двигуна верстата Doosan Lynx 220LMA за його паспортом дорівнює 11кВт, отже він придатний для обробки.

Визначимо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L_p + l_1^* + l_1^{**}}{S * n}$$

де $l_1^* = ctg\varphi * t = ctg60 * 6 = 3,46$ мм – величина врізання різця;

$l_1^{**} = 2$ мм – величина перебігу;

$L_p = 38$ мм – довжина обробки.

$$T_o = \frac{38 + 3,46 + 2}{1 * 262,74} = 0,17 \text{ хв.}$$

Для решти поверхонь на операції 050 обираємо режими різання табличним методом.

Результати заносимо до таблиці 6.8.

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки						
	i	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	L, мм	T _o , хв
Торець Ø66,5/Ø75	1	0,5	0,3	66	279	6	0,07
Фаска 1,5x45°	1	0,5	0,3	66	349	2	0,01
Конус Ø50x30°	1	1	0,2	69	365	18	0,25
Торець Ø50	1	0,5	0,3	66	419	9	0,07
Ø34	1	1	0,2	69	644	38	0,29
Торець Ø28	1	1	0,2	69	782	3	0,02
Ø28	1	1	0,2	69	782	8	0,05
Торець Ø66,5/Ø75	1	0,5	0,3	66	279	6	0,07

Сумарний час обробки дорівнює 0,93 хв.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Технічне нормування операції

Виконаємо технічне нормування для операції 015 – токарна з ЧПК. Вихідними даними приймаємо дані таблиці 6.7, також раніше визначений тип виробництва-середньосерійний.

Розрахунок виконаємо згідно [13].

Згідно таблиці 6.7 основний час для операції 015 дорівнює 2,07 хв.

Визначимо допоміжний час за формулою:

$$T_d = T_{\text{вст}} + T_{\text{кв}} + T_{\text{вим}} \quad (6.22)$$

де $T_{\text{вст}} = 0,16$ хв – час на встановлення деталі;

$T_{\text{кв}} = 0$ (для верстатів з ЧПК).

$T_{\text{вим}} = 1,26$ хв – час на вимірювання.

$$T_d = 0,16 + 1,26 = 1,42 \text{ хв}$$

Оперативний час розрахуємо за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d \quad (6.23)$$

$$T_{\text{оп}} = 2,07 + 1,42 = 3,49 \text{ хв}$$

Визначимо додатковий час. Він складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок, визначається у відсотках від $T_{\text{оп}}$:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} * 0,08 \quad (6.24)$$

$$T_{\text{дод}} = 3,49 * 0,08 = 0,28 \text{ хв}$$

Розрахуємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} \quad (6.25)$$

$$T_{\text{шт}} = 3,49 + 0,28 = 3,77$$

Розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{N} \quad (6.26)$$

де $T_{\text{п-з}}$ – підготовчо-заключний час, який складається з:

- часу на отримання наряду і креслення, $T=4$ хв;

- часу на ознайомлення з кресленням, $T=3$ хв;

- час на інструктаж від майстра, $T=3$ хв;

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-час на отримання інструменту, верстатного приладу, вимірювального інструменту та заготовки, $T=11$ хв;

-час на налагодження верстату, $T=1$ хв;

$$T_{п-з} = 4 + 3 + 3 + 11 + 1 = 22 \text{ хв}$$

$N=50$ – кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 3,77 + \frac{22}{50} = 4,21 \text{ хв}$$

Для операції 050 виконуємо розрахунок аналогічно операції 015:

Згідно таблиці 6.8 основний час для операції 050 дорівнює 0,93 хв.

Визначимо допоміжний час:

$$T_d = 0,16 + 2,46 = 2,62 \text{ хв}$$

Розрахуємо оперативний час:

$$T_{оп} = 0,93 + 2,62 = 3,55 \text{ хв}$$

Визначимо додатковий час:

$$T_{дод} = 3,55 * 0,08 = 0,28 \text{ хв}$$

Розрахуємо штучний час:

$$T_{шт} = 3,55 + 0,28 = 3,83 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3,83 + \frac{36}{50} = 4,55 \text{ хв}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Згідно з завданням, необхідно спроектувати верстатний пристрій для установки і закріплення заготовки «Матриці» (додаток А) для токарної з ЧПК операції 015 технологічного процесу виготовлення деталі. На розглянутій операції проводиться чорнове обточування зовнішніх циліндричних поверхонь заготовки з розмірами $\varnothing 68,5h14$, $\varnothing 78h14$, підрізання зовнішніх торців заготовки з розмірами $86,5h14$, $8,5h14$, розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки з розмірами $\varnothing 47,4H14$, $\varnothing 31,4H14$, $\varnothing 26H14$, $\varnothing 36,4H14$, $\varnothing 27,5H14$, а також підрізання внутрішніх торців з розмірами $17,6js14$, $37,5js14$, $7,6js14$, $6,25js14$. Зовнішні та внутрішні циліндричні і торцеві поверхні обробляються з припуском під подальше чистове обточування і розточування. Шорсткість всіх оброблюваних на даній операції поверхонь відповідає $6,3$ мкм за критерієм Ra. Обробка заготовки виконується за два установа.

Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів, що витримують на операції

На операції з точіння зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 68,5h14$ виконується обробка поверхонь заготовки з розмірної точністю по 14 квалітету з шорсткістю $6,3$ мкм за критерієм Ra, що відповідає параметрам економічної точності, прийнятим для чорнового точіння (розточування). Ескіз операції представлений на рисунку 7.1.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

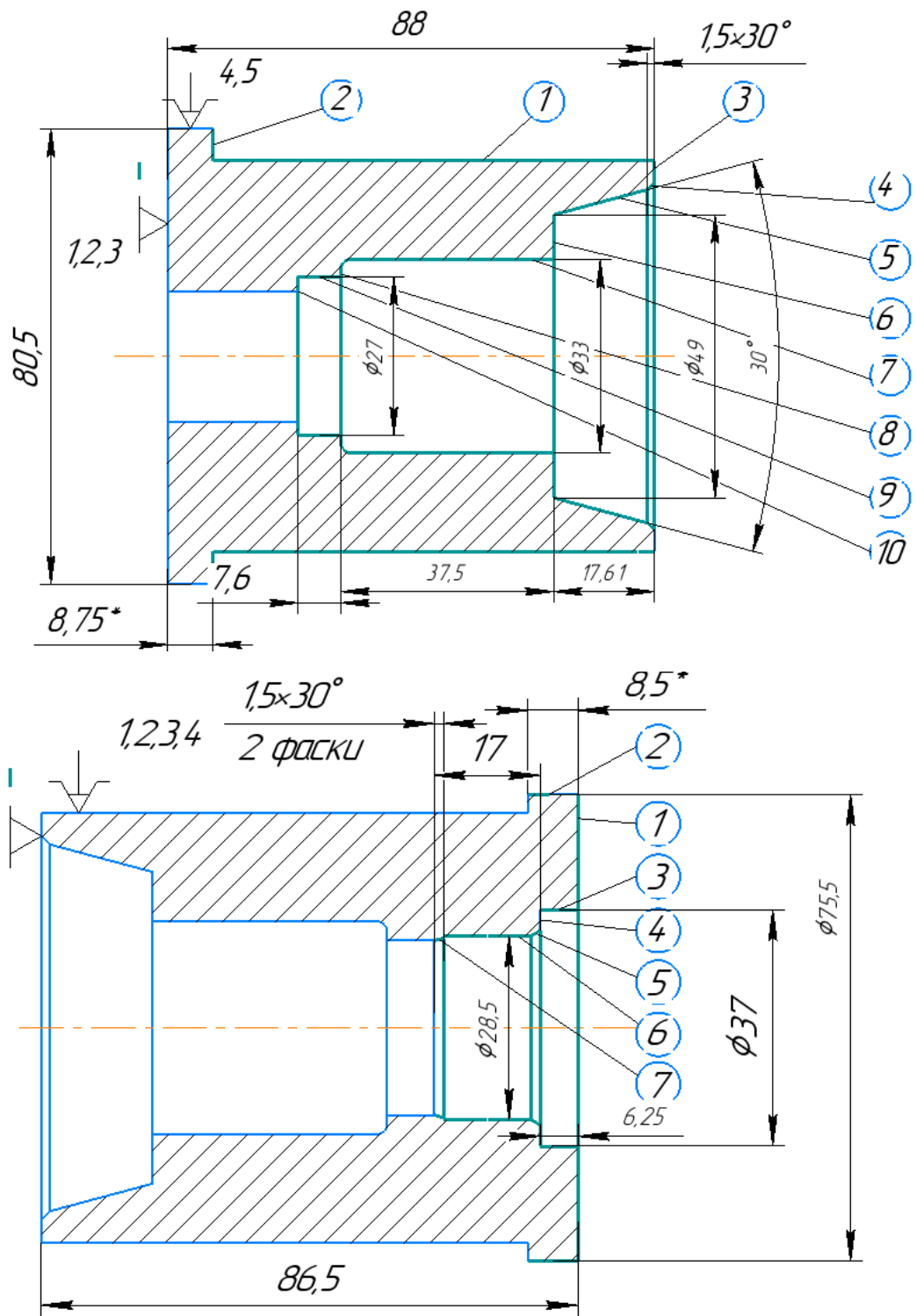


Рисунок 7.1 – Ескіз операції 015

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 19510138-00 ПЗ

Арк.

43

Розмірна точність. Номінальний розмір поверхні – 68,5 мм, поле допуску – h, квалітет розмірної точності – 14. [1, с. 46]

$$T_{\varnothing 68,5} = 740 \text{ мкм} = 0,74 \text{ мм}$$

На всі діаметри відповідно до технічних вимог на виготовлення деталі, допуск беремо по 14 квалітету точності [1, с. 46]

- на діаметр 78

$$T_{\varnothing 78} = 740 \text{ мкм} = 0,74 \text{ мм}$$

- на розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки діаметр 47,4

$$T_{\varnothing 47,4} = 620 \text{ мкм} = 0,62 \text{ мм}$$

- на розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки діаметр 31,4

$$T_{\varnothing 31,4} = 620 \text{ мкм} = 0,62 \text{ мм}$$

- на розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки діаметр 26

$$T_{\varnothing 26} = 520 \text{ мкм} = 0,52 \text{ мм}$$

- на розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки діаметр 36,4

$$T_{\varnothing 36,4} = 620 \text{ мкм} = 0,62 \text{ мм}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на розточення циліндричних і конічних ступенів заготовки діаметр 27,5

$$T_{\varnothing 27,5} = 520 \text{ мкм} = 0,52 \text{ мм}$$

Лінійні розміри підрізання зовнішніх торців заготовки задані вільними, а значить його допуск по 14 квалітету точності [1, с. 46].

- лінійний розмір 86,5

$$T_{86,5} = 870 \text{ мкм} = 0,87 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $86,5^{+0,87}$

- лінійний розмір 8,5

$$T_{8,5} = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $8,5^{+0,36}$

- підрізання внутрішніх торців 17,6

$$T_{17,6} = 430 \text{ мкм} = 0,43 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $17,6^{+0,43}$

- підрізання внутрішніх торців 37,5

$$T_{37,5} = 620 \text{ мкм} = 0,62 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $37,5^{+0,62}$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підрізання внутрішніх торців 7,6

$$T_{7,6} = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $7,6^{+0,36}$

- підрізання внутрішніх торців 6,25

$$T_{6,25} = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм}$$

На кресленнях рекомендується простановка таких відхилень заданого розміру $6,25^{+0,36}$.

Точність форми оброблюваних поверхонь

Точність форми оброблюваної поверхні на даному етапі обробки заготовки не регламентується. При цьому характерними відхиленнями форми для циліндричної поверхні слід вважати відхилення від круглості і циліндричності. Визначимо їх значення для рівня нормальної відносної точності А (30% від допуску на розмір поверхні):

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 68,5} = 0,3 \cdot 740 = 222 \text{ мкм} = 0,222 \text{ мм} \quad (7.1)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 78} = 0,3 \cdot 740 = 222 \text{ мкм} = 0,222 \text{ мм} \quad (7.2)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 47,4} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм} = 0,186 \text{ мм} \quad (7.3)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 31,4} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм} = 0,186 \text{ мм} \quad (7.4)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 26} = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм} = 0,156 \text{ мм} \quad (7.5)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 36,4} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм} = 0,186 \text{ мм} \quad (7.6)$$

$$T_{\bigcirc} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 27,5} = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм} = 0,156 \text{ мм} \quad (7.7)$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш близьким стандартним значенням допуску форми поверхні (круглості, циліндричної) в даному випадку є 0,16 мм, що відповідає 12-й ступеня точності [1, с. 110].

Точність розташування оброблюваних поверхонь

Точність взаємного розташування оброблюваної поверхні на даному етапі обробки заготовки не регламентується. При цьому характерними відхиленнями взаємного розташування для циліндричної поверхні слід вважати відхилення від співвісності, перпендикулярності, радіальне биття. Визначимо допуск радіального биття поверхні $\varnothing 68,5h14$ для рівня нормальної відносної точності А (30% від допуску на розмір поверхні):

$$T_{\nearrow} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 68,5h14} = 0,3 \cdot 0,74 = 0,222 \text{ мм.} \quad (7.8)$$

Найбільш близьким стандартним значенням допуску радіального биття в даному випадку є 0,16 мм, що відповідає 10 ступеня точності [1, с. 110].

Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість поверхні після обробки на даній операції відповідає 6,3 мкм за критерієм Ra.

Аналіз точності розмірів, форм, розташування і шорсткості базових поверхонь

Конструкція пристрою буде припускати базування заготовки по торця і по внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 80,5$ мм і примикає до неї крайній лівий торець заготовки (установ А), а також зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 68,5$ мм примикає до неї крайній лівий торець заготовки (установ Б).

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точність розмірів базових поверхонь

Згідно з кресленням, поверхня $\varnothing 80,5$ обробляється по IT14 (установ А).
Згідно [1, с. 46] знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 80,5} = 870 \text{ мкм} = 0,87 \text{ мм}$$

Це означає, що поверхня виконана з параметрами $\varnothing 80,5h14^{(+0,87)}$. Довжина поверхні $88_{(-0,87)}$ мм. Відношення $l/d < 1$, що свідчить про можливість використання поверхні як подвійної опорної бази.

Згідно з кресленням, поверхня $\varnothing 68,5$ обробляється по IT14 (установ Б).

Згідно [1, с. 46] знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 68,5} = 740 \text{ мкм} = 0,74 \text{ мм}$$

Це означає, що поверхня виконана з параметрами $\varnothing 68,5H14^{(+0,74)}$. Довжина поверхні $86,5_{(-0,87)}$ мм. Відношення $l/d < 1$, що свідчить про можливість використання поверхні як подвійної опорної бази.

Точність форми базових поверхонь

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 80,5H14$ і $\varnothing 68,5H14$ характеризується відхиленням від круглості і циліндричності (ГОСТ 24642 – 81*) і нормується по ГОСТ 24643 – 81 [1].

Оскільки допуск циліндричності і круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений в межах допуску на розмір:

$$T_{f/o/\varnothing 80,5} = 0,3 \cdot 870 = 261 \text{ мкм}$$

Згідно [1, с. 110] беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності і круглості:

$$T_{f/o/\varnothing 80,5} = 250 \text{ мкм}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це відповідає 12-й ступеню точності.

Оскільки допуск циліндричної і круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений в межах допуску на розмір:

$$T_{/o/\phi 68,5} = 0,3 \cdot 740 = 222 \text{ мкм}$$

Згідно [1, с. 110] беремо найближче стандартне значення допуску циліндричної і круглості:

$$T_{/o/\phi 68,5} = 220 \text{ мкм}$$

Це відповідає 11-й ступеню точності.

Похибка форми торця $\phi 80,5^{+0,87}$ характеризується відхиленням від площинності. Оскільки допуск площинності не вказується, то це означає, що він входить до складу допуску на номінальний розмір. Розрахункове значення допуску на площинності:

$$T_{\square \phi 80,5} = 0,6 \cdot 870 = 522 \text{ мкм}$$

Згідно [1, с. 107] беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\square \phi 80,5} = 540 \text{ мкм,}$$

Це відповідає 13-й ступеню точності.

Похибка форми торця $\phi 68,5^{+0,74}$ характеризується відхиленням від площинності. Оскільки допуск площинності не вказується, то це означає, що він входить до складу допуску на номінальний розмір. Розрахункове значення допуску на площинності:

$$T_{\square \phi 68,5} = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм}$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [1, с. 107] беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T \square \text{Ø}68,5 = 350 \text{ мкм},$$

Це відповідає 12-й ступеню точності.

Точність розташування базових поверхонь

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю Ø80,5H14 і Ø68,5H14 і биттю торця. На кресленні радіальне биття поверхні Ø80,5H14 становить 1 мм, Ø68,5H14 становить 1 мм.

Згідно [1, с. 109] вибираємо стандартний допуск

$$T \uparrow \text{Ø}80,5 = 1 \text{ мм},$$

$$T \uparrow \text{Ø}68,5 = 1 \text{ мм},$$

Це відповідає 12-й ступеню точності.

Допуск торцевого биття торця Ø80,5 на кресленні не вказано, тому беремо їх такими, що дорівнюють 60% від допуску на відповідний розмір:

$$T \uparrow \text{Ø}80,5 = 0,6 \cdot 870 = 522 \text{ мкм},$$

Згідно [1, с. 108] беремо найближче стандартне значення допуску торцевого биття:

$$T \uparrow \text{Ø}80,5 = 500 \text{ мкм},$$

Це відповідає 14-й ступеню точності.

Допуск торцевого биття торця Ø68,5 мм на кресленні не вказано, тому беремо їх такими, що дорівнюють 60% від допуску на відповідний розмір:

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T \uparrow \text{Ø}68,5 = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм},$$

Згідно [1, с. 108] беремо найближче стандартне значення допуску торцевого биття:

$$T \uparrow \text{Ø}68,5 = 500 \text{ мкм},$$

Це відповідає 14-й ступеню точності.

Шорсткість базових поверхонь

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для всіх розмірів Ra 6,3 мкм.

Це відповідає вимогам по точності, що пред'являються до базових поверхонь. Торець хоча і має шорсткість Ra 6,3 мкм, але для досягнення необхідної точності на даній операції цього достатньо.

У проєктованому пристрої планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме таких або в межах ± 10 розмірів із зазначеними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристрою повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проєктований пристрій

У заводському технологічному процесі на розглянутій операції заготовка обробляється з використанням універсального токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20. При цьому установка і закріплення заготовки здійснюється з використанням універсального токарного патрона з ручним приводом закріплення заготовки. В умовах запропонованого перспективного технологічного процесу виготовлення «Матриці» заготовка обробляється на токарному верстаті з ЧПК моделі Doosan Lynx 220 LMA.

При обробці в умовах базового технологічного процесу заготовка встановлювалася в трикулачній токарному патроні і закріплювалася вручну. При цьому робочий мав 4-й розряд. Застосування універсального безналадочного пристрою з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції до 3-го розряду, знизить трудомісткість обробки за рахунок

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скорочення витрат допоміжного часу на установку, закріплення і розкріплення заготовки, підвищить стабільність в забезпеченні розмірної точності оброблюваних поверхонь.

Складання переліку функцій, що реалізуються

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

2. Закріплення заготовки.

3. Базування пристрою на верстаті.

4. Закріплення пристрою 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: чорнове обточування зовнішніх циліндричних поверхонь заготовки з розмірами $\varnothing 68,5h14$, $\varnothing 78h14$, підрізання зовнішніх торців заготовки з розмірами $86,5h14$, $8,5h14$, розточування циліндричних і конічних ступенів заготовки з розмірами $\varnothing 47,4H14$, $\varnothing 31,4H14$, $\varnothing 26H14$, $\varnothing 36,4H14$, $\varnothing 27,5H14$, а також підрізання внутрішніх торців з розмірами $17,6js14$, $37,5js14$, $7,6js14$, $6,25js14$.

10. Поворот столу на кут 75° .

11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

На дану операцію, можливо запропонувати лише одну схему базування і закріплення заготовки(узгоджено з викладачем): 1 – базування зовнішньої циліндричної поверхні з упором в торець.

Розробка і обґрунтування схеми базування

Вибір установочної базової поверхні

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі базових поверхонь слід віддавати перевагу поверхням, які мають просту (правильну) форму, достатню протяжність (площа), досить високу геометричну точність і чистоту. Також слід враховувати можливість використання принципів сталості та суміщення баз. Всім цим критеріям відповідають зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 80,5$ мм і примикає до неї крайній лівий торець заготовки (установ А), а також зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 68,5$ мм примикає до неї крайній лівий торець заготовки (установ Б).

Так, передбачається, що заготовка при обтачиванні зовнішніх циліндричних поверхонь, розточування отворів і підрізання торців на токарної з ЧПУ операції буде встановлена в токарному трьохкулачковому патроні по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 80,5$ мм з упором в лівий торець на установі А і $\varnothing 68,5$ мм з упором в лівий торець на установі Б (рис. 5.1).

При базуванні заготовки по лівого торця реалізується установча технологічна база, що позбавляє заготовку 3-х ступенів свободи, в тому числі поступального переміщення уздовж центральної осі деталі (вісь x), а також обертальних рухів навколо осей y і z (рис. 5.1). При базуванні заготовки по зовнішній циліндричній поверхні реалізується подвійна опорна база, позбавляє заготовку 2-х ступенів свободи: поступальних переміщень уздовж осей y і z .

Таким чином, при установці заготовка буде позбавлена 5-ти ступенів свободи, вакантним залишається обертання навколо центральної осі заготовки (вісь x). Схема базування приведена на рисунку 7.2.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

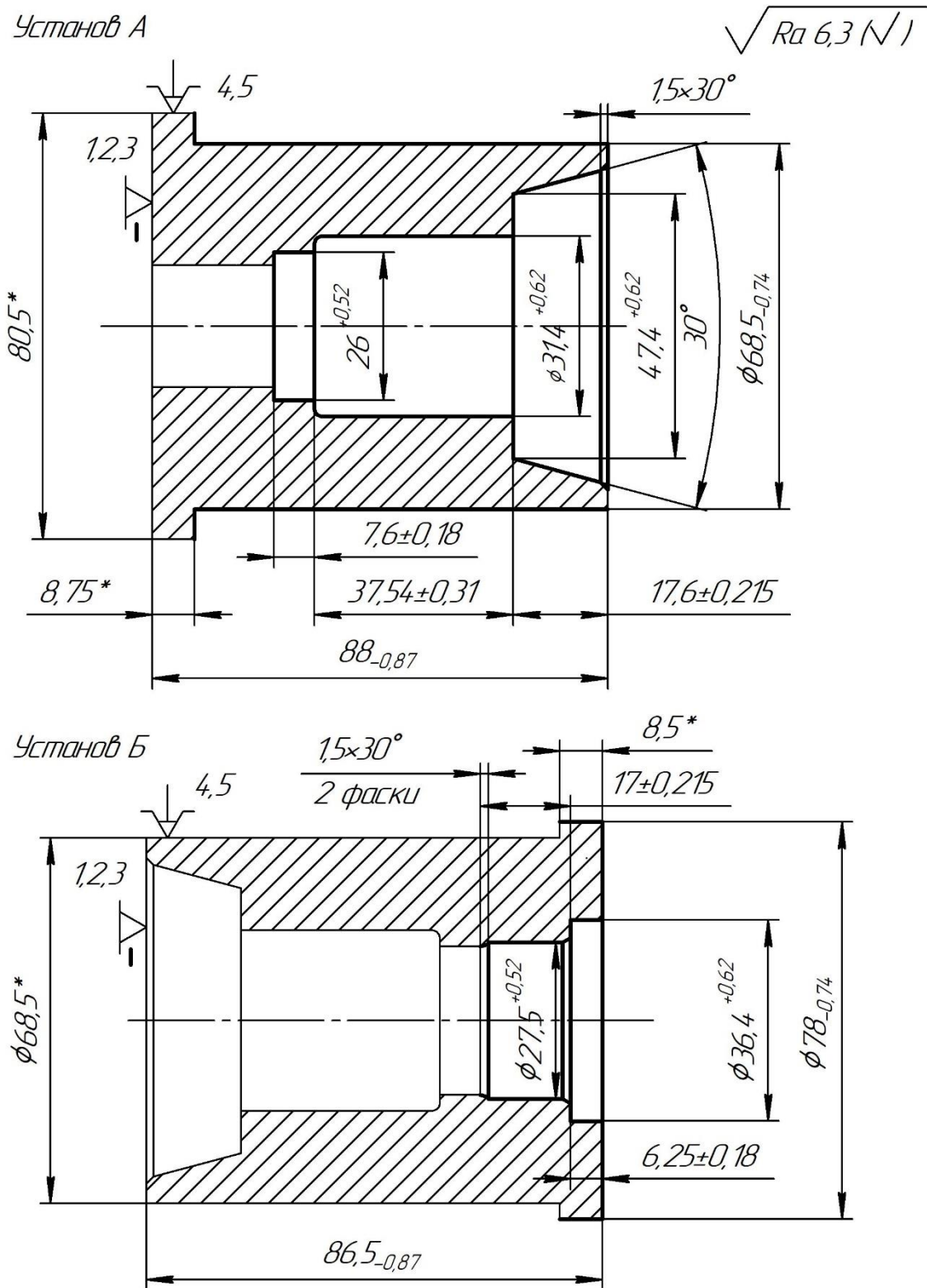


Рисунок 7.2 – Схема базування заготовки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 19510138-00 ПЗ

Арк.

54

Вибір подвійної-опорної базової поверхні

Виконаємо аналіз схеми базування заготовки в пристрої з точки зору можливості забезпечення розмірної точності операційних розмірів.

При використанні токарного трикулачні патрона автоматично забезпечується збіг центральної осі заготовки з центральною віссю шпинделя верстата. При цьому забезпечується збіг технологічних і вимірювальних баз формованих операційних розмірів, заданих в радіальному напрямку. Для таких розмірів похибка базування буде дорівнює нулю.

Для лінійного розміру $88_{-0,87}$ мм (Установ А) має місце збіг технологічної та вимірювальної баз (лівий торець заготовки), тобто похибка базування $E_{688} = 0$ мм. Для інших лінійних розмірів технологічна та вимірювальна бази не збігаються, для них похибка базування $E_6 \neq 0$. Однак, дані розміри пов'язані між собою і торцем заготівлі, оброблюваних в розмір $88_{-0,87}$ мм. Всі ці розміри формуються при обробці заготовки за один установ. Таким чином, похибка базування в даному випадку втрачає своє значення.

Аналогічна ситуація має місце при обробці заготовки на установе Б. Для лінійного розміру $86,5_{-0,87}$ мм має місце збіг технологічної та вимірювальної баз (лівий торець заготовки), тобто похибка базування $E_{686,5} = 0$ мм. Для інших лінійних розмірів технологічна та вимірювальна бази не збігаються, для них похибка базування $E_6 \neq 0$. Однак, дані розміри пов'язані між собою і торцем заготовки, оброблюваних в розмір $86,5_{-0,87}$ мм. Всі ці розміри формуються при обробці заготовки за один установ.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок: запропонована схема базування заготовки (рис. 5.1) гарантує забезпечення точності операційних розмірів при обробці поверхонь заготовки гострінням. Домінуючою похибкою при забезпеченні точності операційних розмірів, заданих в радіальному і осьовому напрямку слід вважати точність позиціонування робочих органів верстата, значення якої відповідає 0,01 мм.

										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

Побудова функціональної структури пристрою

З набору функцій наведених в 5 пункті, виділимо ті які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заклучний час; функції 8, 11 прямого впливу на штучний час не роблять. Схема послідовної реалізації функцій приведена на рисунку 7.3.

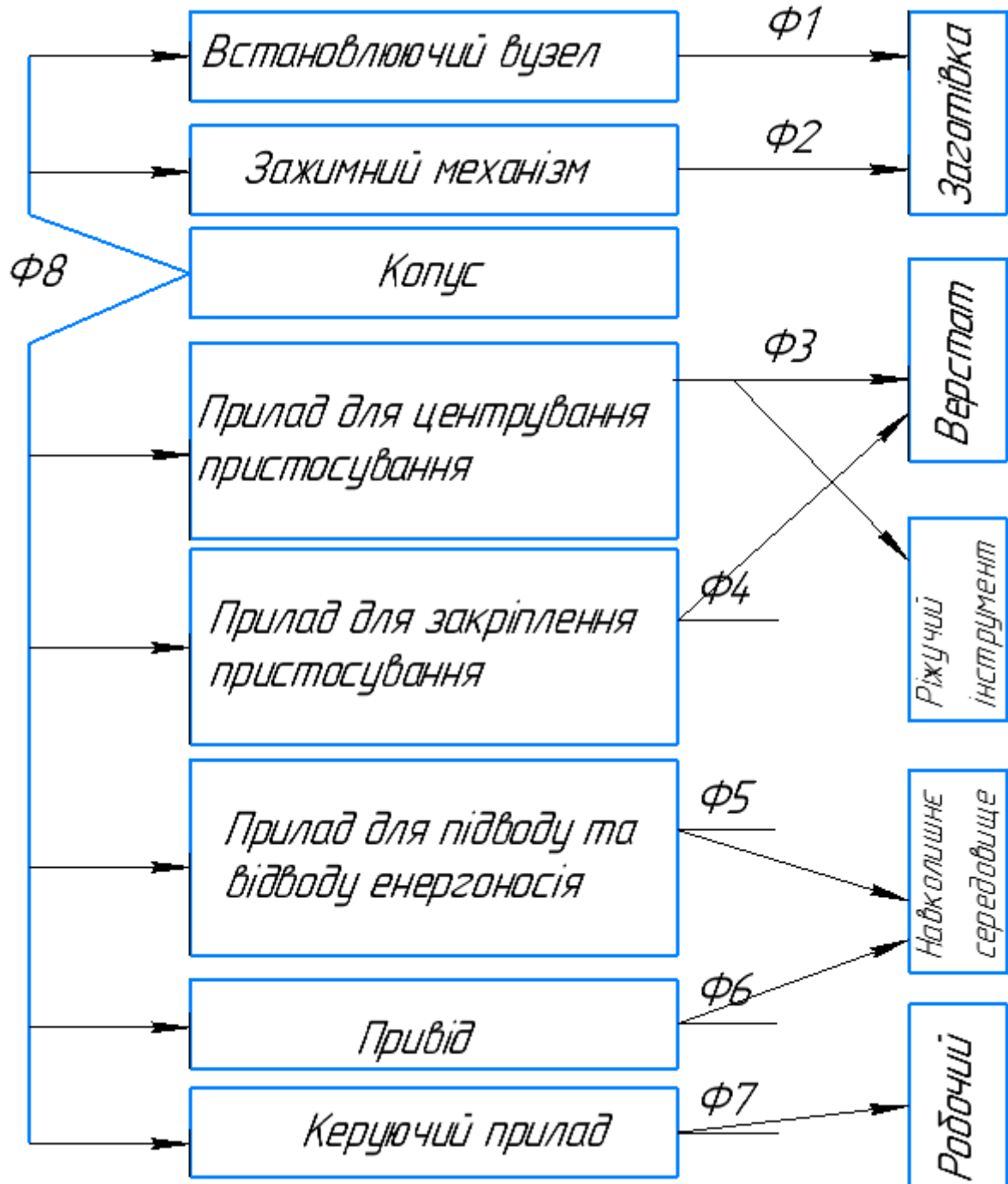


Рисунок 7.3 – Схема послідовної реалізації функцій

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації (рисунок 7.4).

Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при дрібносерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

Функціональна структура проектного пристрою представлена на малюнку 7.2.

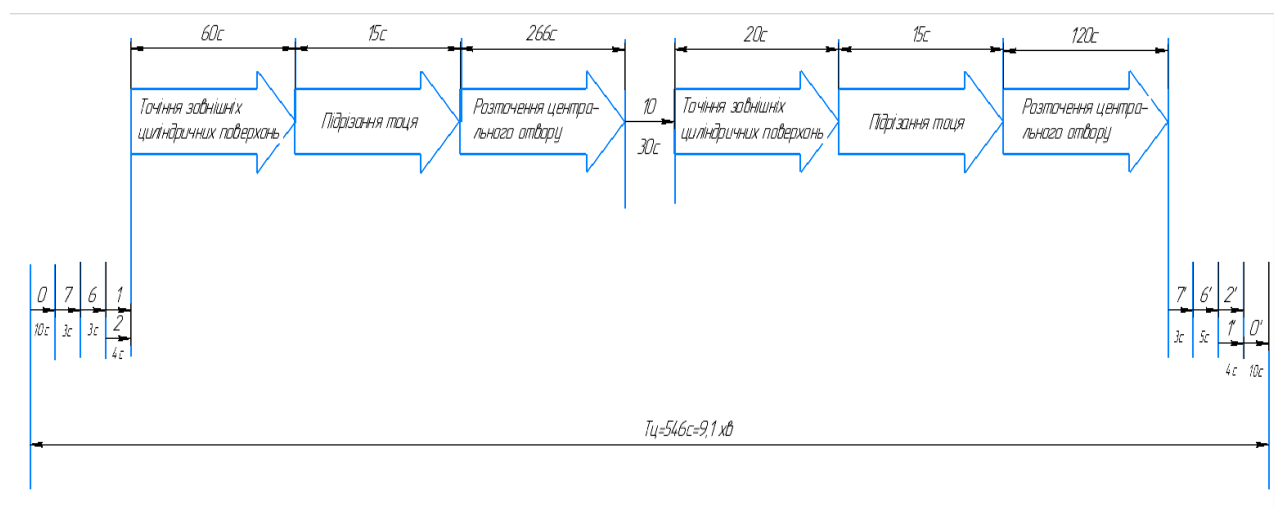


Рисунок 7.4 – Функціональна структура проектного пристрою

Розробка і обґрунтування схеми закріплення

Аналіз структури полів збурюючих сил

При обточування поверхонь заготовки передається тангенціальна складова сили різання P_z , точка докладання якої розташована на зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 78$ мм (рис. 8.1). Діючи по дотичній до поверхні $\varnothing 78$ мм тангенціальна складова сили різання P_z створює крутний момент $M_{кр}$, який провертає заготовку навколо її центральної осі. Для того, щоб врівноважити момент $M_{кр}$ до заготовки в радіальному напрямку з боку кулачків патрона по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 68,5$ мм прикладена сила закріплення P_3 (рис. 8.1). Сила закріплення P_3 , спрямована нормально до циліндричної поверхні заготовки $\varnothing 68,5$ мм,

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

створює розподілену по даній поверхні силу тертя $F_{тр}$, діючи по дотичній до неї. Зазначена сила тертя $F_{тр}$ створює момент тертя $M_{тр}$, врівноважує момент $M_{кр}$.

Таким чином, виконується умова рівноваги збурюючих і врівноважуючих сил, що діють на заготовку:

$$M_{тр} \geq M_{кр}$$

або

$$M_{тр} = K_{зап} \cdot M_{кр}, \quad (7.9)$$

де $M_{тр}$ – момент тертя, що створюється силами закріплення;

$M_{кр}$ – крутний момент, створюваний силами різання;

$K_{зап}$ – коефіцієнт запасу.

Схема докладання зусиль, що діють на заготовку приведена на рисунку 7.5.

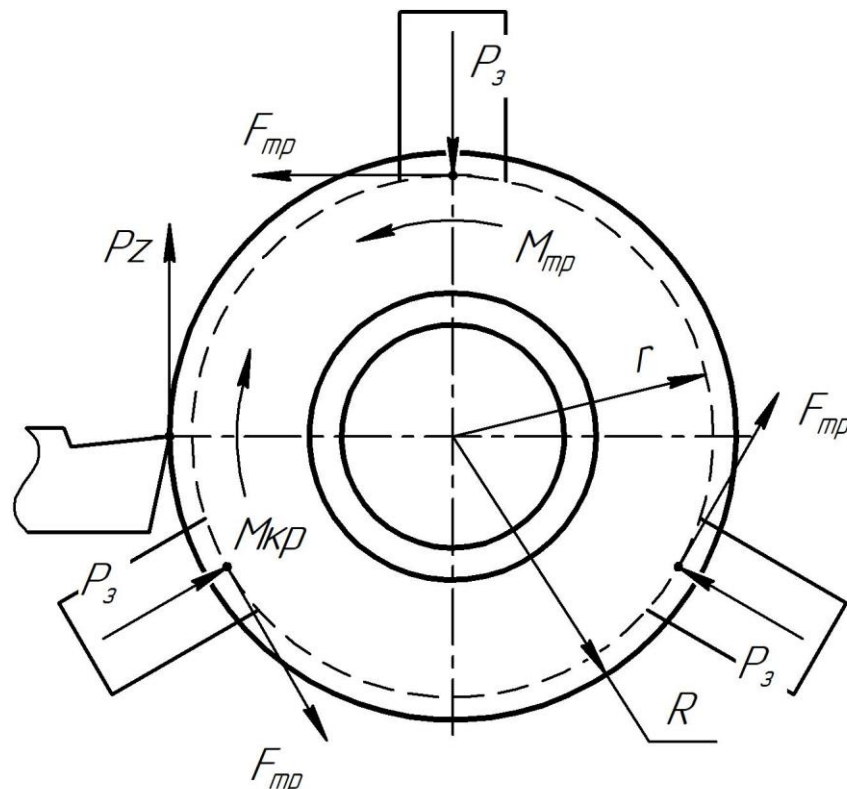


Рисунок 7.5 – Схема докладання зусиль, що діють на заготовку

										Арк.
										58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Момент тертя, створюваний силою закріплення P_3 можна розрахувати за формулою

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot R = P_3 \cdot f \cdot r, \quad (7.10)$$

де f – коефіцієнт тертя. приймаємо $f = 0,16$;

r – радіус, на якому прикладена сила закріплення. Згідно рис. 7.5 приймаємо $r = 34,25$ мм.

Крутний момент $M_{\text{кр}}$, створюваний силами різання можна розрахувати за формулою

$$M_{\text{кр}} = P_z \cdot R, \quad (7.11)$$

де R – радіус, на якому прикладена тангенціальна складова сили різання P_z . Згідно рис. 3.1 приймаємо $R = 39$ мм.

7.3 Розрахунок сил закріплення

Коефіцієнт запасу $K_{\text{зап}}$ розрахуємо за формулою

$$K_{\text{зап}} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.12)$$

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

$K_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при затупленні інструменту;

$K_2 = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує зміну припуску на обробку;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує переривчасті умови різання;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує рід приводу;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зручність в обслуговуванні приводу;

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_6 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку на опорах.

В результаті отримаємо:

$$K_{\text{зап}} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \approx 2,8.$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $K_{\text{зап}} = 2,8$.

Так, силу закріплення заготовки можна розрахувати за формулою

$$P_3 = (P_z \cdot R \cdot K_{\text{зап}}) / (f \cdot r). \quad (7.13)$$

В результаті попередніх розрахунків встановлено, що значення тангенціальної складової сили різання в процесі обточування зовнішніх циліндричних поверхонь заготовки і підрізання торців не перевищує 1100 Н. Тоді значення сили закріплення заготовки з урахуванням прийнятих умов складе:

$$P_3 = (1100 \cdot 39 \cdot 2,8) / (0,16 \cdot 34,25) \approx 21920 \text{ (Н)}.$$

У конструкції патрона в якості передавального пристрою між штоком приводу і кулачками передбачається використовувати клинову муфту.

Розрахуємо зусилля на штоку приводу з урахуванням кута нахилу $\alpha = 25^\circ$ напрямних клинної муфти патрона:

$$Q = P_3 \cdot \text{tg}\alpha, \quad (7.14)$$

де Q – зусилля на штоку пневмоциліндра приводу патрона.

$$Q = 21920 \cdot \text{tg}(25^\circ) = 10220 \text{ (Н)}.$$

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок на міцність

Розраховуємо на міцність різьблення штока. По конструктивних міркувань і попередньої компонованні пристрою прийmemo різьблення на штоку М12х1,75-6g. Сила на штоку $W=7618$ Н, матеріал гвинта – Сталь 40 ГОСТ 1050-88. Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_H - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.15)$$

$$d_B = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,1065 \text{ мм.}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\text{мініпрез}} = \frac{\pi d_B^2}{4} \quad (7.16)$$

$$S_{\text{мініпрез}} = \frac{\pi \cdot 10,1065^2}{4} = 80,22 \text{ мм}^2$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.17)$$

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

Запишемо умову міцності на розтягнення:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\text{мініпрез}}} \leq [\sigma_P] \quad (7.18)$$

$$\sigma_P = \frac{7618}{80,22} = 95 < 150 \text{ Мпа}$$

Отже міцність штока забезпечується, так як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовому ділянці). Розрахункова схема навантаження різьбової ділянки штока приведена на рисунку 7.6.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

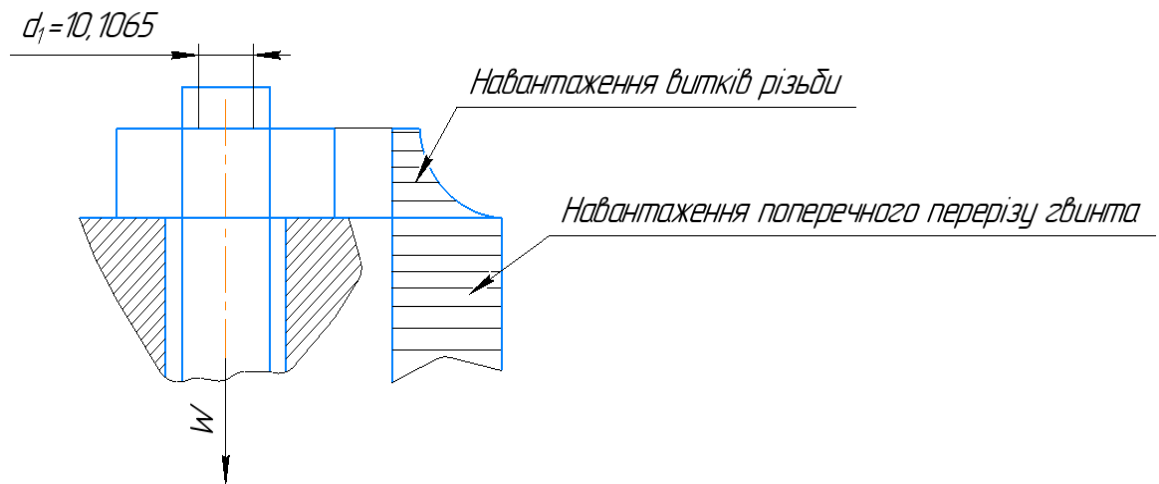


Рисунок 7.6 – Розрахункова схема навантаження різьбової ділянки штока

Обґрунтування вибору приводу

В якості механізованого приводу закріплення заготовки пропонується використовувати пневмоциліндр двосторонньої дії. При цьому тягнуче робоче зусилля на штоку приводу, що визначає силу закріплення заготовки, буде забезпечуватися при подачі стисненого повітря в штокову порожнину циліндра. Повернення поршня зі штоком приводу в початковий стан буде також забезпечуватися стисненим повітрям, що подається з пневмомережі в безштокові порожнину циліндра.

Згідно [3] діаметр пневмоциліндра двосторонньої дії при подачі стисненого повітря в штокову порожнину можна розрахувати за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d^2}, \quad (7.19)$$

де Q – сила на штоку пневмоциліндра. Приймаємо $Q = 10220$ Н;

p – тиск повітря пневмомережі. Приймаємо $p = 0,4$ МПа;

η – ККД приводу. Приймаємо $\eta = 0,8$;

d – діаметр штока пневмоциліндра. Приймаємо із конструктивних міркувань $d = 40$ мм.

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Тоді маємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10220}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,8} + 40^2} \approx 206 \text{ (мм)}.$$

Розрахункове значення діаметра циліндра округляємо в більшу сторону до найближчого стандартного значення $D_{\phi} = 250 \text{ мм}$.

Фактичне значення сили на штоку пневмоциліндра розрахуємо за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (D_{\phi}^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{\pi \cdot (250^2 - 40^2) \cdot 0,4 \cdot 0,8}{4} \approx 15310 \text{ (Н)}. \quad (7.20)$$

Тоді фактична сила закріплення складе:

$$P_{з.ф} = \frac{Q_{\phi}}{\operatorname{tg}(\alpha)} = \frac{15310}{\operatorname{tg}(25^{\circ})} \approx 32820 \text{ (Н)}.$$

Фактичні значення сили на штоку пневмоциліндра і сили закріплення заготовки вкажемо на складальному кресленні верстатного пристрою в технічних характеристиках.

Точнісні розрахунки приладу

При чорновому точінні заготовки до розрахункових параметрів, які в більшій мірі вплинуть на досягнення заданих допусків оброблюваних поверхонь заготовки слід віднести радіальне биття установлювальних поверхонь кулачків щодо посадкового паска патрона. Зазначена похибка може привести до підвищеного радіального биття циліндричних поверхонь деталі на токарній операції і її слід обумовити в технічних вимогах, пропонованих до точності виготовлення окремих елементів проектованого патрона.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У розділі 7 цієї роботи встановлено значення допуску радіального биття 0,16 мм, що відповідає нормальній відносній точності при обробці поверхні $\varnothing 68,5h14$.

Допустиму похибку верстатного пристрою розрахуємо за формулою

$$E_{np} = T - K \sqrt{(K_1 \cdot E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_u^2 + E_n^2 + (K_2 \cdot \omega)^2}, \quad (7.21)$$

де $K = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального закону розподілу окремих складових рівняння;

$K_1 = 0,8$ – для випадків, коли $E_6 \neq 0$;

E_6 – похибка базування. При базуванні заготовки по отвору на жорсткій циліндричній оправці у вертикальній площині $E_6 = 0$ мм;

E_3 – похибка закріплення. Приймаємо $E_3 = 0$ мм;

E_y – похибка установки пристрою на шпинделі верстата. Приймаємо $E_y = 0$ мкм;

E_u – похибка, пов'язана з зносом встановлювальних елементів пристрою. З урахуванням рівномірного зносу встановлювальних елементів пристрою приймаємо $E_u = 0$ мкм;

E_n – похибка установки і прекос інструменту на верстаті; приймаємо

$E_n = 0$ мкм;

$K_2 = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega = 50$ мкм – середня економічна точність обробки.

Для узгодження умов отримаємо:

$$E_{np} = 0,16 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,05)^2} = 0,124 \text{ мм.}$$

З урахуванням отриманих даних приймаємо допуск радіального биття робочих поверхонь кулачків щодо посадочної поверхні корпусу патрона в розмірі 0,1 мм (як найближче менше значення допуску зі стандартного ряду).

										Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510138-00 ПЗ					

Опис пристрою і принципу дії пристрою. Креслення пристрою наведене у додатку Г.

Спроектований патрон являє собою корпус 1, до якого за допомогою трьох гвинтів 21 кріпиться проміжний фланець 2, що має внутрішню конічну посадочну поверхню для установки і кріплення за допомогою гвинтів 24 до шпинделя токарного верстата з ЧПК.

Усередині корпусу 1 в радіальних пазах розміщені три корпуси 15, в пазах яких, в свою чергу, за допомогою шести гвинтів 22 закріплюються три кулачка 16 (по одному кулачку на кожен корпус). З іншого боку корпусу 15 по похилих напрямних входять в пази клиновий муфти 18, яка за допомогою втулки 3 з допомогою втулки 6 і гайки 11 з'єднана з тягою 7. Остання з'єднана зі штоком пневмоциліндра 28. Опорна пластина 14 закріплена гвинтами 20 на корпусі 1 патрона.

Пристрій працює наступним чином. Спочатку вручну налаштовується «розвід» кулачків 16 щодо корпусів 15 на необхідний діаметр закріплюємої заготовки. Потім оброблювана заготовка встановлюється по лівому торцю на торець кулачка 16. Після подачі повітря в праву порожнину пневмоциліндра 28, поршень останнього зі штоком і тягою 7, втулкою 3 і клинковою муфтою 18 переміщається вліво, зміщуючи по похилих пазах муфти 18 до центру корпусу 15 з кулачками 16, що і призводить до закріплення заготовки. Розкріплення заготовки відбувається в зворотній послідовності після подачі повітря в ліву порожнину пневмоциліндра 28.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту

Створення безпечних умов праці на виробництві було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю Держави є людина – це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого. [20]

Безпечні умови праці – це стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або вплив шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих значень.

В разі появи небезпеки є можливість завдати шкоду здоров'ю людини, тому потрібно робити всі необхідні заходи, спрямовані на її ліквідацію. В літературі можна зустріти такі визначення поняття «небезпека»:

- небезпека – це негативна властивість живої та неживої матерії, що здатна спричинити шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям;

- небезпека – це умова чи ситуація, яка існує в наколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення та/чи пошкодження.

Безпека людини – це поняття, що відображає саму суть людського життя, її ментальні, соціальні і духовні надбання. Безпека людини є невід'ємною складовою характеристики стратегічного напрямку людства, що визначений ООН як «сталий людський розвиток», такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними, (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.).

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні, індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

- охоронні;
- запобіжні;
- блокуючі;
- сигналізуючі;
- системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);

- індивідуальні захисні засоби (ЗІЗ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань або технологічних процесів;
- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Захисні пристрої – засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні),

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих речовин. Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновида устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Стаціонарні огорожі демонтуються лише періодично (зміна робочого інструменту, мастило, перевірка контрольних вимірювань і т.д.). Вони виконуються так, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки робочого. Такі огорожі можуть бути повними, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковою, коли ізолюється лише небезпечна частина машини. Прикладом повної огорожі є огорожі розподільчих пристроїв електрообладнання, вентиляторів, корпусу електродвигунів, насосів.

Рухома огорожа закриває доступ в робочу зону при настанні небезпечного моменту (особливо поширено у верстатобудуванні).

Переносні огорожі використовуються при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також від механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювачів.

Огорожі виконуються у вигляді зварних і литих кожухів, ґрат, сіток, щитків, екранів, вірьовок з прапорцями і т.д.

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу. У разі утворення вибуху, пожежонебезпечних сумішей, при концентраціях 5- 50% від вибухонебезпечної, спрацьовує аварійна вентиляція. При підвищеному тиску в ресиверах застосовують теплові реле, що вимикають двигун при збільшенні температури зріджуваного повітря понад припустимого значення.

У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому і перенесення різних виробів слід передбачити запасну проводку від

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запасного джерела живлення, обмежувачі руху, кінцеві вимикачі, гальмівні і утримуючі пристрої і т.д. Введення слабкої ланки полягає у внесенні до конструкції технологічного устаткування деталей і вузлів, розрахованих на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях (штифти, що зрізають, шпонки, фрикційні муфти, плавкі запобіжники в електроустановках, розривні мембрани і т.д.).

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій зоні (механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані).

Сигналізуючі пристрої - це засоби інформації про роботу технологічного устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають. За призначенням системи сигналізації діляться на оперативні; попереджуючі; пізнавальні. За способом інформації: звукові; візуальні; комбіновані; одоризаційні (по запаху, в газовому господарстві).

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести опізнавальне забарвлення трубопроводів, електропроводів і знаки безпеки.

Трубопроводи фарбують в наступні кольори: вода - зелений; пара - червоний; повітря - синій; горючі і негорючі гази - жовтий; кислоти - оранжевий; луж - фіолетовий, горючі рідини - коричневий; інші речовини - сірий.

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів:

- чорний – для провідників в силових ланцюгах;
- червоний – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму;
- синій – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму;
- зелено-жовтий (двобарвний) – для провідників в ланцюгах заземлення;
- блакитний – для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад:

- що забороняють (не включати – працюють люди; наскрізний проїзд заборонений);
- застережливі (стій – напруга; не влізай – уб'є; небезпечний поворот);
- що вирішують (працювати тут);
- вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: ізолюючі костюми; засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.); спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.); спецвзуття (черевики, чоботи і ін.); засоби захисту голови (каски, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В даній дипломній роботі був виконаний аналіз службового призначення деталі, розроблений технологічний процес обробки деталі «Матриця». Проведено аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі. Був визначений тип виробництва – середньосерійний. В якості заготовки була прийнята штамповка на ГKM. Виконано аналіз існуючого типового технологічного процесу, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювальних інструментів на операціях 015, 025 токарна з ЧПК. Були проведені розрахунки режимів різання для даних операцій та норми часу за табличним методом. Спроектовано верстатний пристрій на операцію 015 токарна з ЧПК, розроблено та обґрунтовано схему закріплення та тип силоутворюючого механізму, проаналізувано структуру полів збурюючих та зрівноважуючих сил, зробили опис пристрою та принцип його роботи.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.

2. Марочник сталей і сплавів. 2-е вид., Доп. і випр. / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А.С. Зубченко - М .: Машинобудування, 2003. 784 с .: іл.

3. Методичні вказівки до практичних робіт із курсів «Теоретичні основи технології виготовлення та складання машин» та «Технологія машинобудування» для студентів напряму 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / укладачі: В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 76 с.

4. Ишуткин В.И. Технологическая надежность системы СПИД. – М.:Машиностроение, 1973. – 186 с.

5. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.

6. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

7. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

8. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

9. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; под общ. Ред. В. М. Плескача. – К.: Выща шк., 1991. – 247 с.

10. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штамповані. Допуски, припуски і ковальські напуски».

11. Довідник технолога - машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., Перероб. і доп. - М .: Машинобудування, 1985. 656 с., іл.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

13. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт виконуваних на металорізальних верстатах з ЧПК. - Ч.1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточні, свердлильні, довбальні і фрезерні верстати. – Москва: Машинобудування, 1974. – 416 с.

14. Барановський Ю.В. Режими різання металів. Довідник. Вид. 3-е, пререраб. і доп. М.: Машинобудування. 1972. - 408 с., іл.

15. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

16. Кирилук Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. 2-е изд., перераб. И доп. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. 135., 3 ил., 26 табл.

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

18. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.

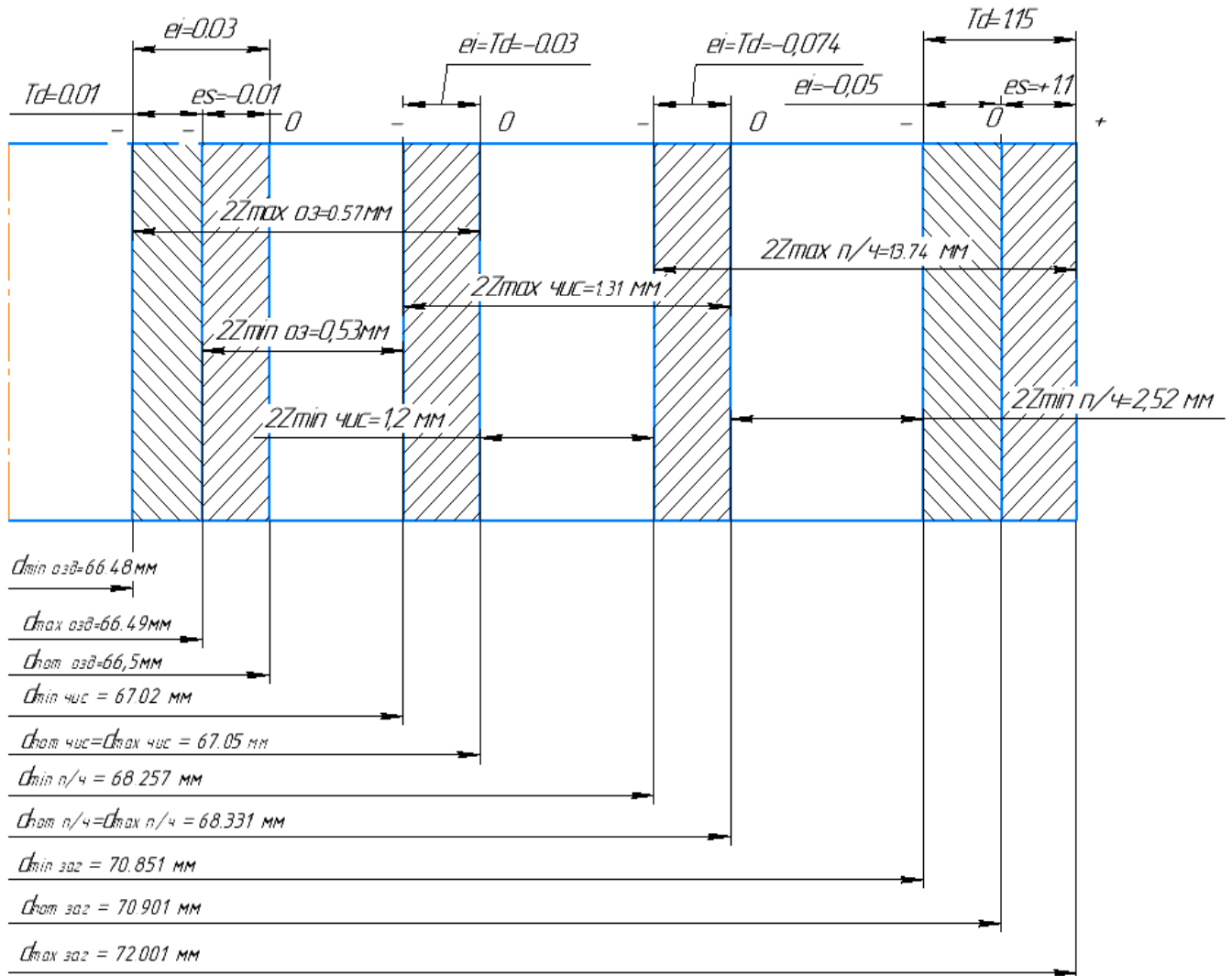
19. Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

20. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз’яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Схема розташування припусків і допусків на розмір $\varnothing 65,5g5(-0,010;-0,023)$



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 19510138-00 ПЗ

Арк.

75

Додаток Б

Специфікація лист 1 до верстатного пристрою

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			ТМ 19510138-00 СК	Збиральне креслення		
				<u>Збиральні одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
		1	ТМ 19510138-00 СК01	Корпус	1	
		2	ТМ 19510138-00 СК02	Фланець проміжний	1	
		3	ТМ 19510138-00 СК03	Втулка	1	
		4	ТМ 19510138-00 СК04	Сухарь	3	
		5	ТМ 19510138-00 СК05	Гвинт стопорний	1	
		6	ТМ 19510138-00 СК06	Втулка	1	
		7	ТМ 19510138-00 СК07	Тяга	1	
		8	ТМ 19510138-00 СК08	Фланець	1	
		9	ТМ 19510138-00 СК09	Гвинт	3	
		10	ТМ 19510138-00 СК10	Гвинт стопорный	1	
		11	ТМ 19510138-00 СК11	Гайка	1	
		13	ТМ 19510138-00 СК13	Гвинт	3	
		14	ТМ 19510138-00 СК14	Опорна пластина	1	
		15	ТМ 19510138-00 СК15	Корпус	1	
		16	ТМ 19510138-00 СК16	Кулачок	3	
			ТМ 19510138-00 СК			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		
Разраб.	Шевченко				Лит.	Лист
Пров.	Нешта				к	п
Н. бюро					ТМ-71-9	
Н. контр.						
Утв.						
				Патрон токарний		

					ТМ 19510138-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Додаток Г

Креслення верстатного пристрою.

