

**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 (проєкту)

перший (бакалаврський)

(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проєктування технологічного процесу виготовлення
Корпусу крейцкопфа 317-212.024-01»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-81/1
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»

(назва освітньої програми)

Олексій Тверезовський

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Анна Нешта

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

Іван Дегтярьов

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2022 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*

«___» _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ**

Тверезовський Олексій Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення*

Корпусу крейцкопфа 317-212.024-01

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 « ___ » _____ 2022 року № ___

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) *«01» червня 2022 року*

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «Корпус крейцкопфа 317-212.024-01».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 500 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Корпус крейцкопфа 317- 212.024- 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 «Корпус крейцкопфа 317-212.024-01»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «__» _____ 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	11.05.2022	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	13.05.2022	
3	Оформлення пояснювальної записки	23.05.2022	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	26.05.2022	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2022	

Студент

_____ (підпис)

Олексій ТВЕРЕЗОВСЬКИЙ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

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* 2022 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОРПУСУ КРЕЙЦКОПФА317-212.024-01**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Олексій ТВЕРЕЗОВСЬКИЙ

Керівник

Анна НЕШТА

Нормоконтроль

Артем СВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Записка: 68 с., 9 рис., 12 табл., 19 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь Корпус крейцкопфа 317-212.024-01, яка являється складовою частиною Компресорної установки 2ГМ10А-П-18/9-26.

Мета роботи – спроектувати технологічний процес виготовлення деталі «Корпус крейцкопфа 317-212.024-01».

В даній роботі проаналізовано службове призначення виробу, вузла та деталі, розглянуто технічні вимоги поставлені деталі. Табличним методом визначено тип виробництва - середньосерійний. Деталь було проаналізовано на технологічність конструкції, обрано та обґрунтовано оптимальний метод отримання заготовки.

Проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі. Для двох механічних операцій, Токарної з ЧПК та Свердлильної, було проведено обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання і проектування верстатного пристрою. Для обробки деталі підібрано різальний інструмент, оснащений пластинами твердого сплаву зі зносостійкими покриттями, та вимірювальні пристрою для контролю точності і якості деталі. Виконано розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Виконані креслення заготовки деталі, спеціального верстатного пристрою, маршрутно-технологічного процесу механічної обробки та операційної наладки на дві обрані операції.

Розглянуто норми охорони праці, засоби безпеки на виробництві та засоби запобігання надзвичайних ситуацій.

КРЕЙЦКОПФ, КОМПРЕСОРНА УСТАНОВКА, ШТАМПОВКА НА КГШП, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ

Зміст

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, деталі, вузла, деталі. Опис конструкторських особливостей деталі та умов її експлуатації	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	14
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	16
5 Вибір способу отримання заготовки	18
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	21
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	21
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки.....	23
6.3 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів	26
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	29
6.5 Розрахунок режимів різання	31
6.6 Технічне нормування операцій.....	39
7 Проектування верстатного пристрою	44
Висновок	58
Перелік джерел посилання.....	59
Додаток А.....	61
Додаток Б.....	65
Додаток В	66
Додаток Г	67

						ТМ-18510180 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Гверезовський О.				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>	Нешта А.О.					4	68	
<i>Реценз.</i>	Дегтярьов І.М.				СумДУ, ТМ-81/1			
<i>Н. Контр.</i>	Євтухов А.В.							
<i>Затверд.</i>								
Проектування технологічного процесу виготовлення Корпусу крейцкопфа 317-212.024-01.								

ВСТУП

Машинобудування – найважливіша ланка народного господарства держави, серцевина всієї важкої промисловості. Воно створює умови для розвитку всіх інших видів виробництва та галузей промисловості.

Головне завдання полягає у підвищенні темпів та ефективності розвитку економіки на базі прискорення науково-технічного прогресу, технічного переозброєння та реконструкції виробництва, інтенсивного використання створеного виробничого потенціалу, удосконалення системи управління, господарського механізму та досягнення на цій основі подальшого піднесення добробуту народу

Виходячи з головного завдання, необхідно прискорити розвиток машинобудування, підвищити його технічний рівень, домагаючись ритмічності виробництва, максимального завантаження обладнання, істотно підвищити зміну його роботи.

Продуктивність праці підвищується за рахунок збереження здоров'я та працездатності людини, шляхом підвищення рівня використання робочого часу, продовження періоду активної трудової діяльності людини, економії суспільної праці шляхом підвищення якості продукції, покращення використання основних виробничих фондів, зменшення аварій тощо.

Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів.

Високий рівень зношуваності обладнання, відсутність передових технологій і нових розробок, а також низьке забезпечення кваліфікованими кадрами – все це призвело до занепаду розвитку наукомістких галузей в Україні. Вітчизняні підприємства не отримують достатнього фінансування для розроблення нових технологій. Курс на заміщення вітчизняного виробника взяли

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

імпортні компанії, які оснащені значною кількістю високотехнологічних розробок і технологій. Таким чином, велика частина продукції галузі імпортується з країн Східної Азії – Китаю, Кореї, Таїланду, а також із країн ЄС і США

Зараз важливо налагоджувати випуск різноманітних комплектуючих деталей усередині країни, урізноманітнювати асортимент і якість продукції, яка необхідна, перш за все, для власного споживання, а також має важливе експортне значення.

Машинобудування гостро потребує припливу інвестицій. Брак інвестицій у машинобудівну галузь пояснюється високим зносом основних фондів і збільшенням податкового навантаження на підприємства з боку держави.

Для вирішення основних завдань машинобудівного комплексу на даний момент необхідно: широко впровадити гнучкі виробництва, що переналагоджуються, і системи автоматизованого проектування, автоматичні лінії, машини та обладнання з вбудованими засобами мікропроцесорної техніки, багатоопераційні верстати з числовими програмним управлінням, роторні та роторно-конвеєрні комплекси; розширити предметну, технологічну спеціалізацію, ефективно поєднуючи зі спеціалізованими заводами механоскладальні підприємства, підвищити продуктивність праці, знизити собівартість продукції.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Деталь «Корпус крейцкопфа», що розглядається в даній роботі, входить до складу компресорної установки 2ГМ10А-П-18/9-26, рисунок 1.1

Поршневі компресорні установки 2ГМ10А-П-18/9-26 на опозитній базі 2ГМ10А призначена для стиснення природного газу та подачі його в якості палива до газотурбінних двигунів (ГТД) газоперекачувальних агрегатів (ГПА).



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд компресорної установки на базі 2ГМ10А

Установка 2ГМ10А-П-18/9-26 в блочному виконанні для розміщення в легкозбірному укритті ангарного типу з температурою повітря всередині укриття не менше +5°C.

Компресор 2ГМ10А-П-18/9-26 – поршковий горизонтальний дворядний одноступінчастий на швидкохідній базі 2ГМ10А (1000 об/хв). Привід – газопоршковий привід ГПК10 потужністю 500 кВт.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики компресора на базі 2ГМ10А

Тип компресора		Поршневий дворядний на опозитній базі 2ГМ10А
Поршневе зусилля	т	10
Число рядів		2
Хід поршня	мм	150
Максимальна частота обертання колінчатого вала	об/хв	1000
Максимальна потужність на валу компресора	кВт	580
Тип підшипника		підшипники ковзання

Принцип дії поршневих компресорів простий: спочатку за рахунок дії кривошипно-шатунного механізму на поршень діє штовхальна сила, що примушує поршень робити зворотні рухи, внаслідок чого виникає розріджений тиск, і в камеру надходить газ. При зворотному ході поршня збільшується тиск, і, при досягненні величини тиску, що перевищує силу опору пружини, притискає нагнітальний клапан – відбувається виштовхування газу у нагнітальний патрубок.

Крейцкопф забезпечує сполучення поршня і шатуна у крейцкопфовому кривошипно-шатунному механізмі. При такому сполученні поршень є жорстко з'єднаним зі штоком, а останній сполучений з крейцкопфом через циліндричний шарнір.

Дане сполучення дозволяє розвантажити поршень від бокового зусилля, так як його дія переноситься на крейцкопф. Така конструктивна схема дозволяє створити другу робочу порожнину у циліндрі під поршнем і забезпечити двосторонню дію поршневої машини. При цьому шток проходить через сальниковий ущільнювач у штоковій кришці циліндра, що забезпечує необхідну герметичність.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тобто основне призначення корпусу крейцкопфа це передача зусилля від кривошипно-шатунного механізму до поршня. З одного боку в корпус вгвинчується шток поршня, а з іншого вставляється палець крейцкопфа на якому сидить шатун, який може вільно обертатися на пальці. При цьому корпус може бути виконаний в різноманітних формах в залежності від різних факторів

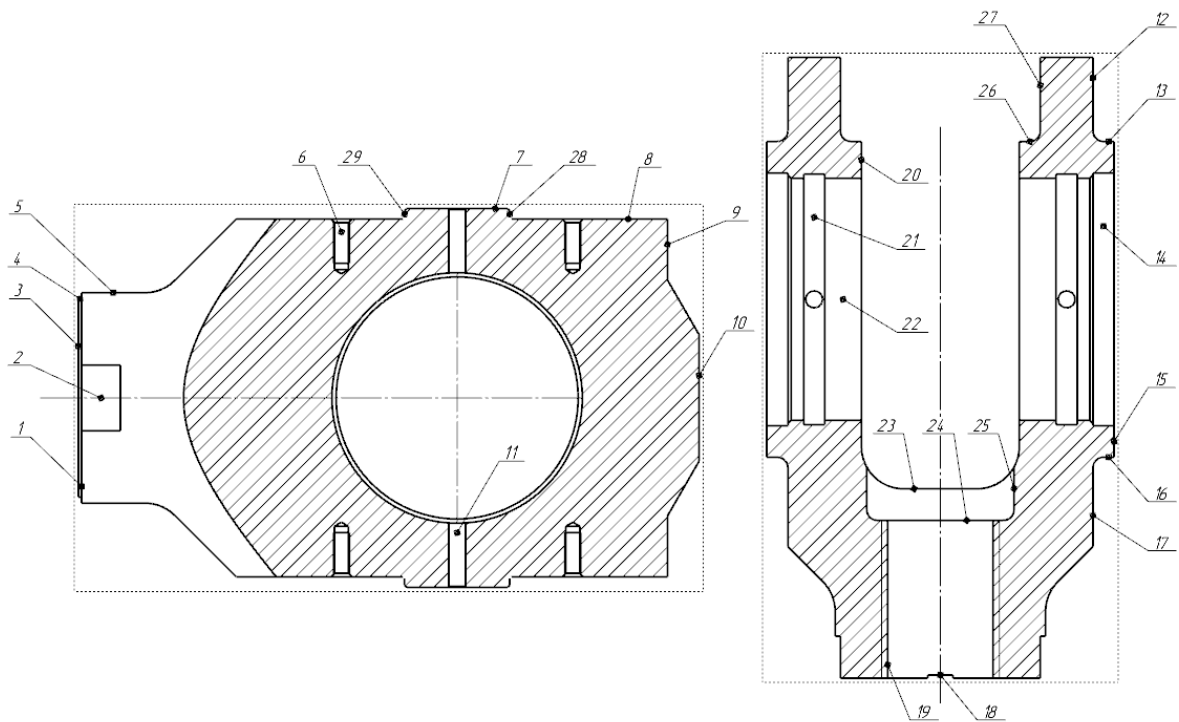


Рисунок 1.2 – Нумерація конструктивних елементів та поверхонь деталі

Відповідно до нумерації поверхонь деталі, представленої на рисунку 1.2 можна визначити їх функціональне призначення:

- виконавчі поверхні: 7, 8, 19, 22, 28,29 – з'єднання з іншими деталями вузла та машини;
- ОКБ: 6, 7, 8, 28, 29 – забезпечують розміщення в повзунах крейцкопфа, при цьому реалізуються встановлювальна база (поверхні 7 та 8) і направляюча база(поверхні 28 та 29), деталь позбавляється 5-ти степенів свободи;
- ДКБ: 19, 22 – забезпечують базування в корпусі штока (19) та пальця крейцкопфа (22);
- всі інші поверхні деталі є вільними.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ-18510180 ПЗ				

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Відповідно до службового призначення визначаються технічні вимоги на виготовлення деталі. Проаналізувавши робоче креслення деталі, можна зробити висновок, наявних проєкцій та перерізів для нормального читання креслення. Відповідно до існуючих стандартів вони розміщені правильно, вказані всі потрібні вихідні дані: розміри, точність, шорсткість, допуски на форму та взаємне розміщення поверхонь.

Крейцкопф в кривошипно-шатунному механізмі крейцкопфних компресорів призначений для передачі зусиль від шатуна, що має коливальний рух навколо пальця крейцкопфа, до поршня, що має зворотно-поступальний рух.

Крейцкопфи малих компресорів виготовляються, як правило, цільними, без відокремлених повзунів, а середніх та важких компресорів – складними, з корпусу та двох повзунів. Остання обставина дозволяє регулювати (за допомогою прокладок різної товщини) величину зазору між крейцкопфом і направляючими станини компресора, компенсуючи розбіжність осей циліндра і направляючих станини.

Корпус крейцкопфа відноситься до деталей типу корпус, конфігурація деталі це двозубчаста вилка, що має в цілому достатню жорсткість. Особливостями конструкції являється наявність великих отворів у зубцях виделки. Маса деталі складає 21,65 кг, а габарити 295x180x165 мм.

Корпус виготовлений з жароміцної релаксаційностійкої сталі 38Х2МЮА ТУ 26-12-811-90.

Хімічний склад сталі наведено в таблиці 2.1 [19], фізико-механічні властивості наведено в таблиці 2.2. Замінники – сталі 38Х2ЮА, 38ХВФЮ та 20Х3МВФ.

Використання в промисловості: деталі, що азотуються: шестерні, валики, пальці, втулки тощо, що працюють при температурах до 450 град.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 38Х2МЮА, у %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Al	Cu
0.35-0.42	0.2-0.45	0.3-0.6	до 0.3	до 0.025	до 0.025	1.35-1.65	0.15-0.25	0.7-1.1	до 0.3

Твердість сталі складає 240...270 НВ

Технологічні властивості сталі марки 38Х2МЮА:

- температура кування, °С: початку 1240, кінця 800. До 50 мм охолодження в штабелях на повітрі, 51-100 мм в ящиках.
- не використовується для зварних конструкцій;
- схильність до відпускнуї крихкості – не схильна;
- флокеночутливість – чутлива.

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивості сталі 38Х2МЮА

$\sigma_b, \text{МПа}$	$\sigma_m, \text{МПа}$	$KC, \text{МПа}$	$E \times 10^{-5}, \text{МПа}$	$\sigma_{-1}^{32}, \text{МПа}$
980	835	16	2,09	400

Проставлення розмірів на кресленні деталі виконане правильно, у відповідності до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів під час механічної обробки.

Таблиця 2.3 – Контроль розмірів

Розміри	Засоби вимірювання
Ø100h11, Ø115H7, Ø120H12, M52×3 – 6H, M8, 175H9, 150H6, 1165h8, 1170h8, 1180h8	Калібр-скоба, калібр-пробка, мікрометр, калібр різьбовий
Ø95, 1150, 145, 125, 175, 11,5, 1280, 1295, Ø8, 190, 112, 110	Штангенциркуль, глибиномір

Фаски та конуси контролювати кутоміром, скруглення контролювати за допомогою шаблонів.

Розміри поділяються на дві групи:

1. Розмір, що залежить від налагодження верстата;
2. Розмір, що забезпечується інструментом.

До першої групи відносяться:

Ø100h11, Ø115H7, Ø119, Ø120H12, 110, 175H9, 127,5, 1120, 112, 150h6, 190*, 1150, 120, 11,5, 162,5*, 155, 145, 125, 175, 1165h8, 1180h8, 1170h8, M52×3 – 6H, 175, R20, Ø70, 1180, 1280, 1295, 140, 124, 30°, 45°.

До другої групи відносяться:

Ø8, M8, 121, R5, 1,5×45°, 0,5×45°, R0,8

На кресленні деталі проставлені такі допуски: допуск перпендикулярності ($\pm 0,016$ та $\pm 0,025$), допуск симетричності відносно осі отвору ($\pm 0,03$), допуск на відхилення від циліндричності ($\pm 0,016$), допуск перетину осей (0,03) та позиційний допуск (0,6).

1. допуск симетричності двох площин 170h8 у горизонтальній площині відносно отвору А (M52×3 – 6H) становить 0,03 мм.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. допуск перпендикулярності торця $\varnothing 95$ відносно отвору А (М52×3 – 6Н) становить 0,016 мм.
3. повне поле допусу на відхилення від перетину осі отвору $\varnothing 115H7$ відносно осі отвору А (М52×3 – 6Н) складає 0,03 мм.
4. допуск перпендикулярності осі отвору $\varnothing 115H7$ відносно осі отвору А (М52×3–6Н) становить 0,025 мм.
5. допуск циліндричності отвору $\varnothing 120H12$ становить 0,016мм.
6. позиційний допуск розміщення групи отворів $\varnothing 8$ становить 0,6 мм.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова.

Виходячи з річної програми випуску $N = 500$ шт. і маси деталі 21,65 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь - середньосерійному – по [7].

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

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (3.1)$$

де N – річна програма, шт.;

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

Призначаємо 6 днів.

$$n = \frac{500 \cdot 6}{254} = 11,81 \approx 12 \text{ шт.}$$

Для середньосерійного виробництва характерний випуск виробів досить великими серіями обмеженої номенклатури; серії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю виробів у партії; річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. Виробничий процес ведеться таким чином, що після виконання обробки заготовок на одній операції проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій, Кзо – 10-20 операцій. Устаткування – універсальне і спеціальне, вид руху предметів праці — паралельно-послідовний. Заводи мають розвинуту виробничу структуру, заготівельні цехи спеціалізуються за технологічним принципом, а в механоскладальних цехах створюються предметно-замкнуті ділянки.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також, при середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним керуванням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПУ. Переналагодження верстатів, пристосувань і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньої технологічної підготовкою.

Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і налагоджують використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на настроєних верстатах.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічність конструкції характеризують якісні показники: сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних затрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Корпус крейцкопфа відноситься до деталей типу корпус, конфігурація деталі це двозубчаста вилка, що має в цілому достатню жорсткість. Виготовляється зі сталі 38Х2МЮА ТУ 26-12-811-90. Хімічний склад та фізико-механічні властивості наведені в таблиці 2.1 і таблиці 2.2 відповідно.

Маса готової деталі становить 21,65 кг, тому на механічних операціях треба застосовувати допоміжні підйомні механізми (кран-балки, мостові крани), через що збільшиться допоміжний час та собівартість готової деталі. За масою деталь технологічна. Габарити готової деталі дорівнюють 295x180x165 мм. Робоча зона для обробки такої деталі повинна мати великі розміри, так як використовуване обладнання має великі габарити. Обладнання нормальної точності, тому його обслуговування має не велику вартість.

Креслення деталі виконане відповідно до ГОСТу, на ньому вказана достатня кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень. По даному пункту деталь технологічна.

Деталь «Корпус крейцкопфа» має точні поверхні 6-9 квалітети із шорсткістю Ra 1,6-3,2 мкм, і грубі квалітети 11-14 із шорсткістю Ra 6,3, тому для забезпечення відповідної якості потрібна відповідна кількість операцій. Все це відображається на собівартості виробу. Допуски радіального биття досягаються завдяки принципам сумісності і постійності баз. Для отримання

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даних вимог треба використовувати точне чистове обладнання, достатню кількість операцій та переходів (чорнові та чистові), відповідні режими різання та технологічну оснастку. Вартість готової деталі збільшиться, тому що буде використовуватися точне обладнання, технологічна оснастка (вимірювальний інструмент та пристосування).

З точки зору зручності базування дана деталь є не технологічною, так як необхідне застосування спеціальних пристроїв на деяких операціях механічної обробки.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча і потребує використання спеціальних пристосувань на певних етапах обробки.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ

Спосіб отримання заготовки має суттєвий вплив на трудомісткість та собівартість виготовлення деталі. Ці фактори повинні бути мінімальними, а заготовка повинна мати форму, що мінімізує механічну обробку деталі. Заготовка не повинна мати жодних дефектів. Основними методами утворення форми заготовок або їх основних поверхонь являються лиття, обробка тиском, формування, обробка різанням, наплавлення, металізація, напилювання, заливка рідким металом.

В наявному технологічному процесі виготовлення деталі «Корпус крейцкопфа» заготовку отримували вільним куванням на молотах. Виходячи з конфігурації деталі, габаритів, маси, обсягу випуску, пропонується метод штамповки на кривошипному гарячештамповочному пресі (КГШП).

За існуючим технологічним процесом заготовка отримується вільним куванням на молотах в розмірі 182x198x326 мм.

Собівартість вільного кування на молотах визначимо за наступною формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \cdot K_H \cdot K_B \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (5.1)$$

де $C = 54500$ грн – базова вартість 1 тони заготовки, грн;

$Q = 90,57$ кг – маса заготовки розміром 182x198x326 мм;

$q = 21,65$ кг – маса деталі;

$K_T = 1$ – коефіцієнт враховуючий точність поковки [2, с. 35];

$K_M = 0,93$ – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу [2, с. 35];

$K_{\Pi} = 1,33$ – коефіцієнт враховуючий групу серійності [2, с. 35];

$K_H = 0,9$ – коефіцієнт враховуючий групу складності [2, с. 35];

$K_B = 1,3$ – коефіцієнт враховуючий масу поковки [2, с. 35];

$S_{\text{відх}} = 10000$ грн – ціна 1 тони відходів.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{54500}{1000} \cdot 98,07 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 1,3 \right) - (98,07 - 21,65) \cdot \frac{10000}{1000} = 7247,8 \text{ грн.}$$

Розрахуємо собівартість заготовки при штампуванні на КГШП за формулою (5.1).

Для цього способу виготовлення заготовки коефіцієнти залишаються тими ж, зміниться лише конфігурація та вага заготовки яку попередньо розраховуємо за допомогою програми SOLIDWORKS, Q=54,77:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{54500}{1000} \cdot 54,77 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 1,3 \right) - (54,77 - 21,65) \cdot \frac{10000}{1000} = 4468,5 \text{ грн.}$$

Отже, за економічними розрахунками запропонований спосіб отримання заготовки, а саме штампування на КГШП є більш доцільним.

Вихідні дані для розрахунку припусків:

1. матеріал – сталь 38Х2МЮА ТУ 26-12-811-90;
2. маса деталі – 21,65 кг;
3. клас точності – Т3 [9, с. 68, табл. 19];
4. група сталі – М2 [9, с. 55, табл. 1];
5. ступінь складності – С2 [9, с. 68];
6. вихідний індекс – 15 [9, с. 57, табл. 2];
7. конфігурація поверхні рознімання штампа – I_c (симетрично вигнута).

Призначаємо припуски на розміри:

3,0 мм – на довжину 180 мм, шорсткість поверхні Ra 3,2;

3,0 мм – на довжину 295 мм, шорсткість Ra 6,3;

3,0 мм – на довжину 165 мм, шорсткість поверхні Ra 6,3;

2,5 мм – на Ø100 мм, шорсткість поверхні Ra 6,3;

2,7 мм – на Ø115 мм, шорсткість Ra 1,6.

Інші припуски, що враховують зміщення до поверхні рознімання – 0,6 мм, відхилення від площини – 0,6 мм.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів поковки

Розмір деталі, мм	Припуск на сторону, мм	Додатковий припуск	Допустимі відхилення розмірів заготовки, мм	Прийнятий розмір заготовки, мм	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
Довжина 295	3,0	0,2	+3,3 -1,7	301	$301^{+3,3}_{-1,7}$
Довжина 180	3,0	0,2	+3,0 -1,5	186	$186^{+3,0}_{-1,5}$
Ø 100	2,5	0,2	+2,7 -1,3	Ø105	$\text{Ø}105^{+2,7}_{-1,3}$
Довжина 165	3,0	0,2	+3,0 -1,5	171	$171^{+3,0}_{-1,5}$
Ø 115	2,7	0,2	+2,1 -1,1	Ø110	$\text{Ø}110^{+2,4}_{-1,2}$

У підсумку ми отримуємо заготовку штампуванням на КГШП. Припуски та допуски призначені згідно з ГОСТ 7505-89. Зміщення до поверхні рознімання дорівнює 0,6 мм, відхилення від площини 0,6 мм. Невказані радіуси заокруглень 3,0 мм.

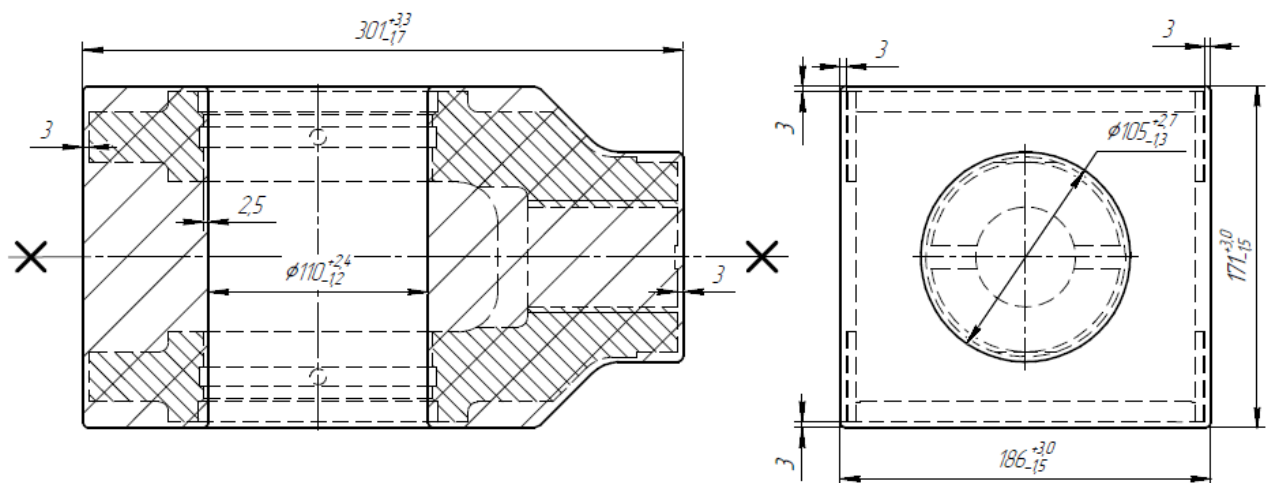


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ-18510180 ПЗ	

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахуємо припуски на операцію 250 для внутрішньої циліндричної поверхні Ø115H7 (+0,035) на двох переходах:

- а) чорнове розточування;
- б) чистове розточування.

Знаходження припуску внутрішньої циліндричної поверхні має вигляд:

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

де R_{Z-1} – шорсткість поверхні отриманої на попередній операції (переході);

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

$p_{(i-1)}$ – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Всі перераховані показники є обираються по таблицям окрім $p_{(i-1)}$, яка розраховується для кожної операції:

Для заготовки відхилення дорівнює:

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

де $\rho_{\text{зм}}$ – похибка зміщення осі, мкм;

$$\rho_{\text{зм}} = \delta, \quad (6.3)$$

де δ – допуск на поверхню, $\delta = 2,5$ мм

$\rho_{\text{кор}}$ – похибка короблення заготовки, мкм;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot D, \quad (6.4)$$

де Δ_k – питома кривизна заготовки, $\Delta_k = 0,3$ [5, с.186];

D – діаметр заготовки, $D = 110$ мм.

$$\rho_{\text{кор}} = 0,3 \cdot 110 = 33 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{2^2 + 33^2} = 33,06.$$

Величина просторового відхилення буде дорівнювати:

$$p = p_{\text{заг}} \cdot K_y, \quad (6.5)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми:

для чорнового точіння $K_y = 0,06$ [3];

для чистового точіння $K_y = 0,04$ [3];

$$\rho_{\text{чор.роз.}} = 33,06 \cdot 0,06 = 1,98 \text{ мкм;}$$

$$\rho_{\text{чис.роз.}} = 33,06 \cdot 0,04 = 1,32 \text{ мкм.}$$

Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вхідні дані для розрахунку припусків

Найменування переходу	Квалітет точності	Допуск, мкм	Елементи припуска, мкм			
			Rz	H	p	ε
Штамповка	T3	3200	80	80	33,06	-
Розточувати начорно	IT10	140	40	50	1,98	0
Розточувати начисто	IT7	35	10	25	1,32	0

Схема розташування припусків та допусків для внутрішньої циліндричної поверхні Ø115H7 показано в додатку Б пояснювальної записки.

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

Похибка базування це результат неспівпадіння вимірювальної та технологічної баз. Тому при виборі баз бажано в якості технологічної бази обирати поверхню, яка була б одночасно і вимірювальною базою; обирати поверхню яка забезпечить потрібну точність та жорсткість при закріпленні.

Розглянемо схему базування заготовки, та її можливі варіанти на операції 105 Розточна базового технологічного процесу. На даній операції свердлиться, розсвердлюється та розточується внутрішня циліндрична поверхня до Ø105 мм.

Перша схема – базування по поверхням 186×171 з упором в прилягаючий торець (див. рис. 6.1).

Друга схема – базування по поверхням 186×171 без упору в торець (див. рис. 6.2).

На першій схемі деталь позбавляється п'яти ступенів свободи:

- установча, торець деталі прилягаючий до поверхонь перетином 170x185 мм, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщення вздовж осі X і обертання навколо осей Y та Z;

- подвійна опорна, поверхня прямокутного перетину, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей Z та Y.

При даному способі базування всі деталі матимуть однакову налагоджену похибку базування на лінійні розміри. Похибка базування для лінійного розміру 1280 буде відсутня оскільки вимірювальна та технологічна бази збігаються, похибка базування на лінійні розміри 40 мм та 1,5 мм буде дорівнювати допуску на розмір 280 мм і буде дорівнювати $\epsilon_{640} = \epsilon_{61,5} = 0,52$, що перевищує допуск на дані розміри, але оскільки розмір 280 мм є розміром для довідок, то можна призначити менший допуск для зменшення похибки базування.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Індеси та номери зв'язків

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	-	R	R	R	R	R	-	-	R	R	R	R

При розгляданні другої схеми похибка базування на лінійні розміри буде у кожній деталі різною і дорівнювати похибці налагодження та встановлення, при цьому похибка буде досягати 1-5 мм, що є неприпустимим.

Отже для даної операції обираємо спосіб базування №1 з упором в торець.

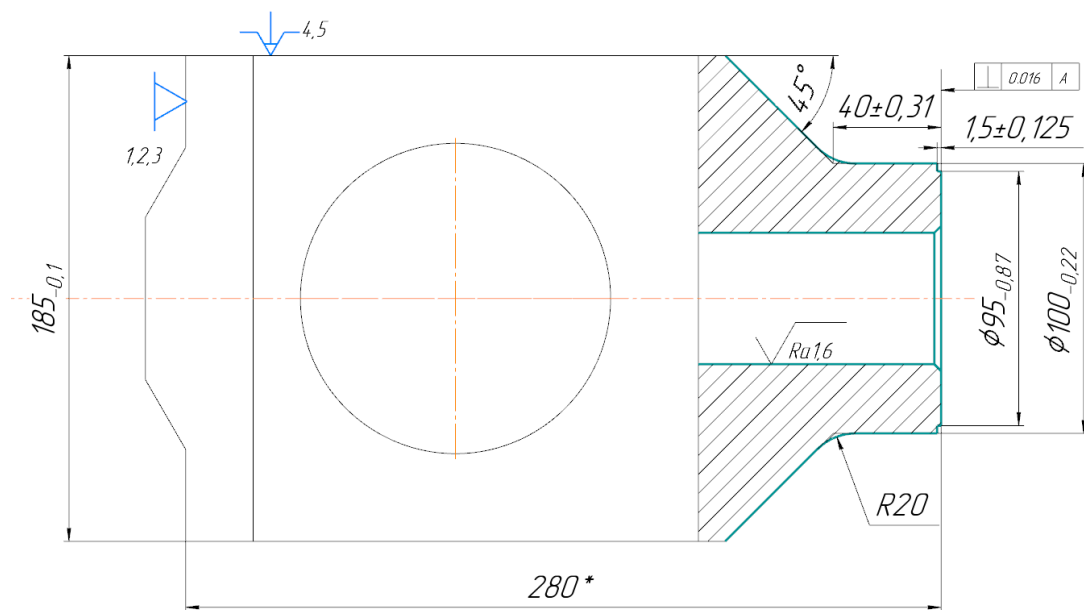


Рисунок 6.1 – Схема базування в чотирикулачковому патроні №1

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

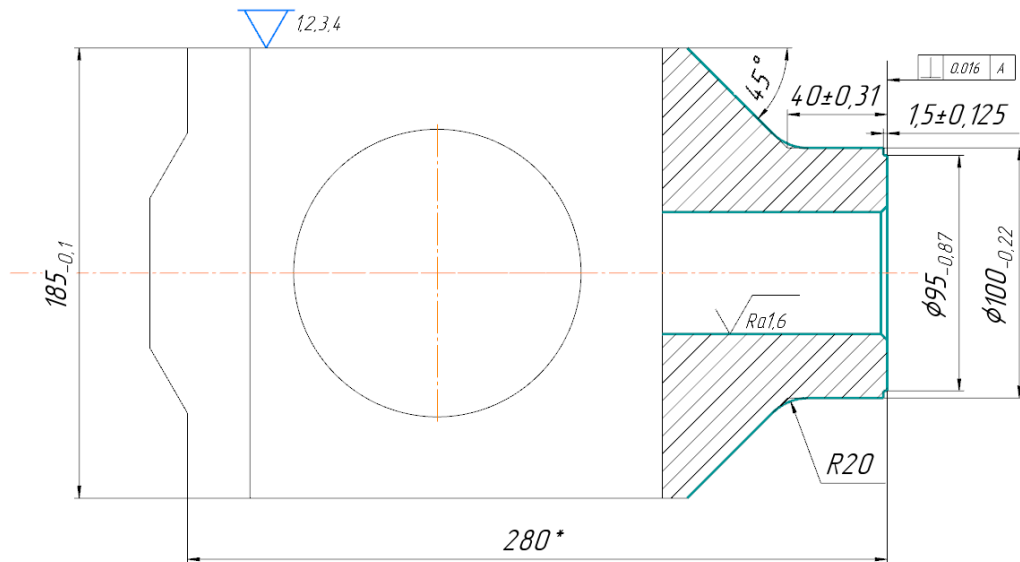


Рисунок 6.2 – Схема базування в чотирикулачковому патроні №2

Операція «260 Свердлильна» базового технологічного процесу. На даній операції виконують свердління чотирьох отворів $\varnothing 8$ до виходу в отвір під палець, з переустановленнями свердлярів вісім отворів $\varnothing 6,7$ на глибину 24 мм, під різь М8-7Н, а також зенкують фаски $1 \times 45^\circ$.

Базування в даному випадку можливе лише одним способом. Заготовка закріплюється в спеціальній оправці. Схема базування заготовки показано на рисунку 6.3.

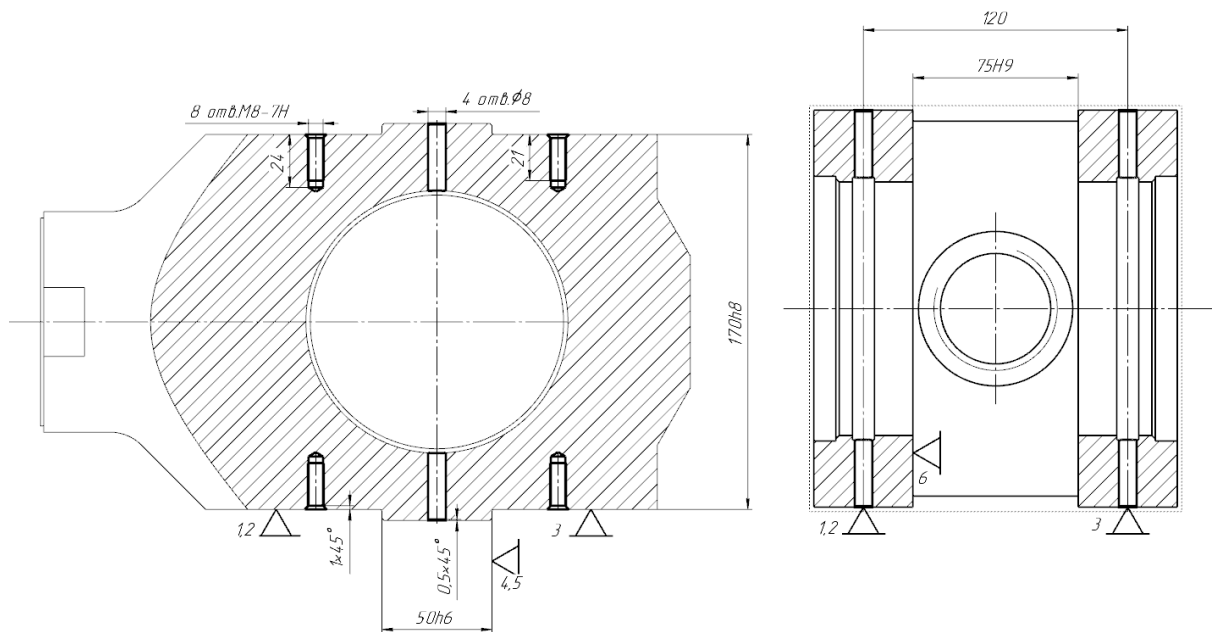


Рисунок 6.3 – Схема базування на операції «260 Свердлильна»

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За встановлювальну базу що позбавляє заготовку трьох ступенів свободи взято плоску поверхню полки корпусу. За опорну базу що позбавляє одного ступеня свободи взято внутрішній паз деталі 75Н9, а направляючу базу позбавляючу ще двох ступенів свободи виконують виступи-шипи в розмірах 50h6. Таким чином заготовка позбавляється шести ступенів свободи.

Похибки базування будемо визначати на лінійні розміри.

Похибка базування на лінійний розмір 124 мм буде дорівнювати допуску на розмір 170h8 і дорівнювати $\epsilon_{624} = 0,063$ мм. Похибка базування для лінійного розміру 1120 буде дорівнювати допуску на розмір 75Н9 і дорівнює $\epsilon_{6120} = 0,074$ мм. Похибка на лінійний розмір 155 буде дорівнювати допуску на розмір 50h6 і дорівнюватиме $\epsilon_{655} = 0,016$ мм.

Всі вищеописані розміри є вільними отже мають 14 квалітет точності, і мають допуски більші за похибки базування: $T_{24} > \epsilon_{624}$ ($0,52 > 0,063$), $T_{120} > \epsilon_{6120}$ ($0,87 > 0,074$), $T_{55} > \epsilon_{655}$ ($0,74 > 0,016$). Отже дана схема базування є доцільною.

6.3 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Обирати металорізальні верстати рекомендуються згідно з існуючими каталогами-довідниками. дотримуючись вимог [1]: враховувати технологічні методи оброблення поверхонь що вміщені в цю операцію; потужність двигунів верстатів; габарити робочого простору верстатів; тип виробництва; встановлену кількість інструментів.

Операція 170 – Токарна з ЧПК.

На даній операції виконується обробка таких розмірів:

- зовнішні циліндричні: $\varnothing 100h11$ та $\varnothing 95$ мм;
- внутрішня циліндрична $\varnothing 48,85^{+0,4}$ (під різь М52х3-7Н);
- внутрішня різь М52х3-7Н;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- конічна поверхня під кутом 45° та переходом через скруглення R20 в циліндричну поверхню $\varnothing 100h11$;

- лінійні розміри: 1280 мм, 140 мм до умовного перетину конічної поверхні та циліндричної поверхні $\varnothing 100h11$, 11,5 мм.

Обираємо токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі Haas ST-45. Технічна характеристика даного верстата наведена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Технічна характеристика верстата моделі Haas ST-45

Максимально діаметр встановлюваної заготовки, мм над станиною	876
над супортом	648
Максимальний оброблюваний діаметр заготовки, мм	648
Максимальна довжина точіння (без патрона), мм	1118
Посадка шпинделя	A2-11
Максимальна частота обертання шпинделя, об/хв	1400
Максимальний крутний момент на шпинделі (при $n=150$ об/хв), Нм	1898
Максимальна потужність на шпинделі, кВт	29,8
Діаметр отвору в шпинделі, мм	178
Максимальний діаметр оброблюваного прутка, мм	165
Діаметр 3-кулачкового гідро- або пневмопатрона, мм	457
Параметри точності:	
Точність позиціонування супорта, мм	$\pm 0,0050$
Повторюваність позиціонування супорта, мм	$\pm 0,0025$
Величина робочих переміщень по осям, мм	
по осі OX	432
по осі OZ	1118
Максимальна швидкість переміщень робочих органів по осям X та Z, м/хв	18,0
Кількість керованих осей	2

Після аналізу технічної характеристики верстата на операції 170 Токарна з ЧПК, можна зробити висновок, що використання верстата моделі Naas ST-45 є доцільним, тому що його технічні характеристики та технологічні можливості цілком забезпечують безперешкодну обробку деталі на даній операції.

Операція 260 – Свердлильна.

На даній операції проводиться свердління отворів Ø8, отворів Ø6,7 під різь М8-7Н яка нарізається на цій же операції.

Для даної операції пропонуємо використовувати універсальний вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н150А. Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Технічна характеристика верстата 2Н150А

Клас точності верстата по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Найбільший умовний діаметр свердління в сталі 45, мм	50
Ширина робочої поверхні стола, мм	500
Довжина робочої поверхні стола	560
Найбільше вертикальне переміщення стола, мм	360
Границі частот обертання шпинделя Min/Max, об/хв	22,4 - 1000
Конус шпинделя, Морзе	5
Найбільший допустимий крутний момент, Нм	800
Найбільша допустима сила подачі, кН	23,5
Потужність, кВт	7,5
Габарити, мм	1295×875×3090
Маса, кг	1900

Проаналізувавши технічні характеристики верстата можна вважати що його технологічні можливості та технічні характеристики повністю забезпечать вимоги до обладнання на операції «260 Свердлильна».

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Технологічна оснастка допомагає зробити механічну обробку більш точною, безпечною та менш трудомісткою. Технологічна оснастка допомагає зробити людську працю більш комфортною та знижує фізичне навантаження на робітників.

У загальному обсязі засобів технологічного оснащення приблизно 50% складають верстатні пристрої. Застосування верстатних пристроїв дозволяє: надійно базувати і закріплювати оброблювану деталь із збереженням її жорсткості в процесі обробки; стабільно забезпечувати високу якість оброблюваних деталей при мінімальній залежності якості від кваліфікації робітника; підвищити продуктивність і полегшити умови праці робітника в результаті механізації пристроїв; розширити технологічні можливості використовуваного обладнання.

Операція 170 – Токарна з ЧПК.

На даній операції в якості верстатного пристрою використовується спеціальний 4-кулачковий пневмопатрон.

Ріжучий інструмент підбираємо відповідно до сучасних каталогів та довідників:

- Різець прохідний: державка – DWLNR3232P08: D – тип механічного кріплення пластини – прижим зверху, W – форма пластини шестигранна з кутом при вершині 80°; L – головний кут в плані, що дорівнює 95°, N – задній кут, що дорівнює 0°; R – виконання – праве, 32×32 – перетин державки в мм; P – довжина різця – 170 мм, 08 – довжина ріжучої кромки – 8 мм. Пластинка WNMG080408W;

- Різець розточний: S25T-PSKNR12: S – оброблюваний матеріал – сталь; 25 – діаметр державки – 25 мм; T – довжина різця – 300 мм; P – система кріплення пластини – фіксація штифтом або прижим важелем; S – форма пластини – квадрат 90°; K – головний кут в плані – 75°; N – задній кут – 0°; R – виконання – праве; 12 – довжина ріжучої кромки – 12 мм. Пластинка SNMG120412;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Різець різьбовий: CNR0025P16AND: С – система кріплення пластини – тільки прижим; N – призначення – внутрішня різь; R – виконання праве; 00 – державка круглого перетину; 25 – діаметр хвостовика – 20 мм; Р – довжина різця – 170 мм; 16 – довжина ріжучої кромки – 16 мм; А – інша інформація – сталева з канавками для ЗОР; HD – придатна для важкої обробки. Пластинка 16NR3.0ISO CP500.

Для закріплення різців з круглою державкою обираємо перехідник VDI30 AV-D25-JHP з внутрішнім діаметром 25 мм.

Обираємо вимірювальний інструмент:

Калібр-скоба 8113-0354 h11 ГОСТ 16775-93, різьбовий калібр-пробка М52х3-6Н ПР/НЕ ГОСТ 2016-86, Штангенциркуль ШЦК-І-0-300-0,02 ГОСТ 166- 89.

Операція 260 – Свердлильна.

В якості верстатного пристрою використовується спеціальна оправка, свердління відбувається по кондуктору з базою 50h6 та 75H9.

Ріжучий та допоміжний інструмент:

- Свердло 2300-0186 ГОСТ 10902-77;
- Свердло 2300-0195 ГОСТ 10902-77;
- Зенківка 2353-0105 ГОСТ 14953-80;
- Мітчик 2621-2529 h7 ГОСТ 3266-81;
- Для закріплення свердл, мітчика та зенківки з циліндричними хвостовиками обираємо цанговий патрон MS5 ER40 ZZ-000750 для переходу на конус Морзе 5.

Для вимірювання лінійних величин використовується штангенциркуль ШЦ- І-125-0,1 ГОСТ 166-89, з ціною поділки 0,1 мм; для контролю різі – різьбовий калібр-пробка М8-7Н ПР/НЕ ГОСТ 2016-86.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунок режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання для операцій 170 Токарна з ЧПК і 260 Свердлильна.

Операція 170 – Токарна з ЧПК.

На даній операції виконується чистова обробка поверхонь. Проведемо розрахунок режимів різання для обточування поверхні Ø100 мм для інших переходів режими різання призначимо табличним методом [5,6]. Припуск на обробку на цій операції для даного розміру залишили 1 мм на сторону.

Запишемо вихідні дані для розрахунку: вид обробки – чистове точіння, поверхня – попередньо оброблена, діаметр поверхні – 102 мм, кількість проходів - 4, матеріал заготовки – сталь 38Х2МЮА з межею міцності $\sigma_B=980$ МПа, ЗОР – емульсія. Оскільки хімічний склад пластинок поністю невідомий, в призначенні деяких табличних коефіцієнтів ми будемо спиратись на твердий сплав Т15К6.

Розрахуємо глибину різання за прохід [4]:

$$t = \frac{D_z - D_{\text{дет}}}{2 \cdot i}, \quad (6.6)$$

де D_z – діаметр в стані заготовки;

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

i – кількість проходів.

$$t = \frac{102 - 100}{2 \cdot 4} = 0,25 \text{ мм.}$$

Визначаємо подачу за рекомендаціями до пластинок [4, с. 268, табл. 14]:

$$S = 0,26 \text{ мм/об.}$$

Стійкість інструмента $T = 90$ хв. Розраховуємо швидкість різання по формулі [4, с. 265]:

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (6.7)$$

де $C_v=420$; $x=0,15$; $y=0,20$; $m=0,20$ – коефіцієнти та показники у формулі швидкості різання [4, с. 269].

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, котрий враховує фактичні умови різання, визначається за формулою [4, с. 268]:

$$K_v = K_M \cdot K_n \cdot K_u, \quad (6.8)$$

де $K_M = 0,85$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий вплив матеріалу заготовки [4, с. 262];

$K_u = 1,4$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий матеріал інструмента [4, с. 263];

$K_n = 0,85$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий вплив стану поверхні заготовки [4, с. 263].

$$K_v = 0,85 \cdot 1,4 \cdot 0,85 = 1,01.$$

За формулою (6.7) розраховуємо швидкість різання:

$$V = \frac{420}{90^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,26^{0,2}} \cdot 1,01 = 278 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя за формулою [4, с 280]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (6.9)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 278}{3,14 \cdot 102} = 868 \text{ об/хв.}$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо частоту обертання $n = 870$ об/хв. Отже фактична швидкість різання буде складати :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}; \quad (6.10)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 102 \cdot 870}{1000} = 278,64 \text{ м/хв.}$$

Тепер розрахуємо силу різання [4, с. 271]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (6.11)$$

де $C_p = 300$, $x=1,0$, $y=0,75$, $n=-0,15$ – коефіцієнти та показники в формулі [4, с. 273];

K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує умови різання, розраховується за формулою [4, с. 271]:

$$K_p = K_m \cdot K_\varphi \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda \cdot K_r, \quad (6.12)$$

де $K_m = 1,17$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [4, с. 264];

$K_\varphi = 0,89$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані на силові залежності [4, с. 275];

$K_\gamma = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив переднього кута на силові залежності [4, с. 275];

$K_\lambda = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу головного леза на силові залежності [4, с. 275];

K_r – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив радіуса при вершині на силові залежності (для твердосплавних пластин не враховується) [4, с. 275].

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_p = 1,17 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,04.$$

Підставляємо всі коефіцієнти в формулу (6.8):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,26^{0,75} \cdot 278,64^{-0,15} \cdot 1,04 = 120,744 \text{ Н.}$$

Розраховуємо потужність необхідну для обробки за формулою [4, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (6.13)$$

$$N = \frac{120,744 \cdot 278,64}{1020 \cdot 60} = 0,55 \text{ кВт.}$$

Максимальна потужність на шпинделі верстата Haas ST-45 складає 29,8 кВт, що перевищує розрахункове значення потужності потрібної для обробки. Отже можна зробити висновок що обробка на обраному верстаті моделі Haas ST-45 буде забезпечена.

Розраховуємо основний час обробки за формулою [5, с. 5]:

$$T_o = \frac{L_p + l'_1 + l''_1}{S \cdot n}, \quad (6.14)$$

де L_p – довжина різання, $L_p = 30,25$ мм;

$l'_1 = ctg \varphi \cdot t = ctg 95^\circ \cdot 0,25 = 0,27$ мм – величина врізання різця;

$l''_1 = 3$ мм – перебіг інструмента.

$$T_o = \frac{30,25 + 0,27 + 3}{0,26 \cdot 740} = 0,17 \text{ хв.}$$

Режими різання для всіх інших поверхонь обираємо табличним методом за допомогою каталогів. Підібрані режими різання наведені в таблиці 6.4.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.4 – Режими різання призначені для операції 170 Токарна з ЧПК

Номер та назва переходу	Параметри режимів різання						
	i	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	L, мм	T _о , хв
1	2	3	4	5	6	7	8
Поверхня Ø100	4	0,25	0,26	278,64	870	30,25	0,17
Торець Ø100	3	0,5	0,33	282,74	900	50,2	0,31
Поверхня Ø95	5	0,5	0,51	223,84	750	1,5	0,03
Поверхня Ø48,85	9	0,5	0,165	199,5	1300	75	3,17
Фаска 2,5x45°	1	2,5	0,165	204,2	1300	2,5	0,03
Різь М52x3-6Н	10	0,3	3	89,85	550	75	0,45
Поверхня 45°	4	0,25	0,26	226,67	650	41,2	0,97
Поверхня R20	4	0,25	0,26	204,2	650	15,3	0,36
Всього	-	-	-	-	-	-	5,49

Операція 260 свердлильна.

Розраховуємо режими різання для свердління отвору Ø8. Для інших переходів призначимо режими різання табличним методом.

Запишемо вихідні дані: матеріал заготовки – 38Х2МЮА з межею міцності $\sigma_B=980$ МПа; діаметр отвору – 8 мм; матеріал інструмента – Р6М5; ЗОР – емульсія.

Глибина різання при свердлінні [4]:

$$t = \frac{D}{2}, \quad (6.15)$$

де D – діаметр отвору, $D = 8$ мм.

$$t = \frac{8}{2} = 4 \text{ мм.}$$

Подача при різання – $S = 0,06$ мм/об[4, с. 277, табл. 25].

								Арк.
								35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ-18510180 ПЗ			

Швидкість різання визначається за формулою [4, с.276]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (6.16)$$

де $C_v = 7,0$, $q = 0,4$, $y = 0,7$, $m = 0,2$, - коефіцієнти та показники у формулі розрахунку швидкості [4, с. 277];

$T = 45$ хв – період стійкості свердла зі швидкоріжучої сталі;

K_v – поправочний коефіцієнт, враховуючий умови різання, визначається за формулою [4, с. 276]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}, \quad (6.17)$$

де K_{mv} – коефіцієнт враховуючий вплив матеріалу деталі [4, с 276].

$$K_{mv} = K_r (750/980)^n, \quad (6.18)$$

де $K_r = 1$ – коефіцієнт враховуючий групу сталі [4, с. 262];

$n = 1$ – показник ступеню.

Тоді:

$$K_{mv} = 1 \cdot (750/980) = 0,77.$$

$K_{nv} = 1$ – коефіцієнт враховуючий якість поверхні [4, с. 263];

$K_{uv} = 0,5$ – коефіцієнт враховуючий матеріал інструмента [4, с. 263].

$$K_v = 0,77 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,385.$$

Підставивши всі коефіцієнти у формулу (6.16) розраховуємо швидкість різання:

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{7 \cdot 8^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 0,385 = 23,54 \text{ м/хв.}$$

Кількість обертів шпинделя розраховуємо за формулою (6.9):

$$n = \frac{1000 \cdot 23,54}{3,14 \cdot 8} = 936,6 \text{ об/хв.}$$

Зкорегуємо значення обертів шпинделя у відповідності з паспортом верстата, $n = 1000$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (6.10):

$$V = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,13 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо крутний момент за формулою [4, с. 277]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.19)$$

де $C_m = 0,041$, $q = 2,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти та показники в формулі (6.19) – по [4, с. 281];

K_p – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив оброблюваного матеріалу [4, с. 280]:

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (6.20)$$

де σ_B – границя короткочасної міцності, $\sigma_B = 980$ МПа;

$n = 0,3$ – показник степені.

$$K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,3} = 1,08$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи всі коефіцієнти розраховуємо крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8^2 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,08 = 3,95 \text{ Нм}$$

Знаходимо осьове зусилля за формулою [4, с 280]:

$$P_o = C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (6.21)$$

де $C_p = 143$, $q = 1,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти та показники сил різання [4, с. 281].

$$P_o = 143 \cdot 8^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,08 = 172,4 \text{ Н}$$

Знаходимо потужність потрібну для обробки за формулою [4, с 280]:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} \quad (6.22)$$

$$N = \frac{3,95 \cdot 1000}{9750} = 0,4 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність різання менша за потужність верстата з урахуванням ККД ($0,4 < 7,5 \cdot 0,85 = 6,375$ кВт), а отже можна зробити висновок що обробка цілком можлива.

Розраховуємо основний час за формулою [5, с. 5]:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i \quad (6.23)$$

де $L = 30,5 + 2 + 3 = 35,5$ мм – довжина обробки з урахуванням врізання та перебігу;

$n = 1000$ об/хв – частота обертання шпинделя;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S = 0,06$ мм/об – подача;

$i = 4$ – кількість проходів.

$$T_0 = \frac{35,5}{0,06 \cdot 1000} \cdot 4 = 2,36 \text{ хв}$$

Для інших переходів режими різання визначаємо табличним методом та вписуємо в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Режими різання призначені для операції 260 Свердлильна

Номер і назва переходу	Параметри режимів різання						
	i	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	L, мм	n, об/хв	T ₀ , хв
1	2	3	4	5	6	7	8
Свердління Ø8	4	4	0,06	25,13	30,5	1000	2,36
Свердління Ø6,7	8	3,35	0,19	21,04	24	1000	1,18
Нарізання різи М8-7Н	8	0,65	1,25	8,9	21	355	0,41
Фаска 1x45°	8	1	0,05	15,7	1	500	0,96
Всього	-	-	-	-	-	-	4,91

6.6 Технічне нормування операцій

В основі розрахунків продуктивності праці лежить технічне нормування операцій. З цією метою розраховують технічні норми штучно-калькуляційного часу, так як раніше було визначено тип виробництва – середньосерійне. Технічне нормування будемо проводити для операцій «170 Токарна з ЧПК» та «260 Свердлильна».

Операція 170 Токарна з ЧПК.

Основний час на операції це сума основного часу кожного переходу, його ми беремо з таблиці 6.4:

$$T_o = 5,49 \text{ хв.}$$

Розрахуємо допоміжний час для операції 170, за формулою [2, с. 101]:

$$T_d = T_{\text{вст}} + T_{\text{кв}} + T_{\text{вим}}, \quad (6.24)$$

де $T_{\text{вст}} = 4,1$ хв - час на установку і зняття заготовки з допомогою підйомника [5, с. 57];

$T_{\text{кв}} = 1,04$ - допоміжний час пов'язаний з керуванням верстата [5, с 79];

$T_{\text{вим}} = 1,035$ хв - час на вимірювання [5, с. 80-89].

$$T_d = 4,1 + 1,04 + 1,035 = 6,175 \text{ хв.}$$

Оперативний час складає [2, с. 102]:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d, \quad (6.25)$$

$$T_{\text{оп}} = 5,49 + 6,175 = 11,665 \text{ хв.}$$

Окрім цього визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot 0,08 = 11,665 \cdot 0,08 = 0,9332 \text{ хв.} \quad (6.26)$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо штучний час [2, с. 101]:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод}, \quad (6.27)$$

$$T_{шт} = 11,665 + 0,9332 = 12,5982 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою [2, с. 101]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N}, \quad (6.28)$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, що складається з часу:

- 1) на отримання креслення і наряду, $T= 4$ хв;
- 2) на ознайомлення з роботою та кресленням, $T= 5$ хв;
- 3) на інструктаж майстра, $T= 2$ хв;
- 4) на отримання основного та допоміжного інструменту, верстатного пристрою та заготовки, $T=10$ хв.

$$T_{п-з} = 4 + 5 + 2 + 10 = 21 \text{ хв.}$$

$N = 12$ шт. – кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 12,5982 + \frac{21}{12} = 14,35 \text{ хв.}$$

Операція «260 Свердлильна»

Норми основного часу беремо з таблиці 6.5:

$$T_0 = 4,91 \text{ хв.}$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо допоміжний час за формулою (6.24).

$T_{\text{вст}} = 0,7$ хв - час на установку і зняття заготовки з допомогою підйомника [5, с. 57];

$T_{\text{кв}} = 0,82$ - допоміжний час пов'язаний з керуванням верстата [5, с. 79];

$T_{\text{вим}} = 2,15$ хв - час на вимірювання [5, с. 80-89].

$$T_{\text{д}} = 0,7 + 0,82 + 2,15 = 3,67 \text{ хв.}$$

Оскільки установів на даній операції два, то допоміжний час треба подвоїти:

$$T_{\text{д}} = 3,67 \cdot 2 = 7,34 \text{ хв.}$$

Оперативний час визначимо за формулою (6.25):

$$T_{\text{оп}} = 4,91 + 7,34 = 12,25 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = 12,25 \cdot 0,08 = 0,98 \text{ хв.}$$

Штучний час відповідно до формули (6.27):

$$T_{\text{шт}} = 12,25 + 0,98 = 13,23 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час за формулою (6.28) буде складати:

$$T_{\text{шк-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{N},$$

де $T_{\text{п-з}}$ – підготовчо-заклучний час, що складається з часу:

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) на отримання креслення і наряду, $T = 4$ хв;
- 2) на ознайомлення з роботою та кресленням, $T = 5$ хв;
- 3) на інструктаж майстра, $T = 2$ хв;
- 4) на отримання основного та допоміжного інструменту, верстатного пристрою та заготовки, $T = 10$ хв.

$$T_{п-з} = 4 + 5 + 2 + 10 = 21 \text{ хв.}$$

$N = 12$ шт. – кількість деталей у партії.

$$T_{шк-к} = 13,23 + \frac{21}{12} = 14,98 \text{ хв.}$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою.

Необхідно спроектувати спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення заготовки на операції 170 Токарна з ЧПК.

На даній операції виконується обточування зовнішньої поверхні $\varnothing 100$ мм з переходом R20 в конусну поверхню з кутом 45° , а також обточування циліндричної поверхні $\varnothing 95$, розточування внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 48,8$ мм та нарізання внутрішньої різі M52x3-6H.

Для зменшення трудомісткості та часу виконання операції пропоную використувати пневматичний затиск замість ручного.

Використання верстатних пристроїв з механічним приводом сприяє:

- підвищенню продуктивності обробки;
- підвищенню точності оброблення;
- розширенню технічних можливостей обладнання;
- підвищенню безпеки праці;
- використанню робочих нижчої кваліфікації;
- введенню багатOVERСТАТНОГО обслуговування та вивільнення працівників;
- полегшенню умов праці;

Точність розмірів.

На даній операції формуються наступні розміри деталі: лінійна – довжина циліндричної поверхні до умовного перетину поверхонь L40 мм, діаметральний – зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 100$ мм з допуском h11 та скругленням R20 мм та переходом в конічну поверхню під кутом 45° , $\varnothing 95$ мм на довжину L1.5 мм. Всі допуски визначаємо за ДСТУ ISO 286-2.2002, а невказані допуски на розміри беремо за 14 квалітетом точності.

Знаходимо значення допуску:

$T_{\varnothing 100h11} = 220$ мкм;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\varnothing 95} = 870$ мкм;

$T_{\varnothing 48,8} = 620$ мкм;

$T_{D_2 M52 \times 3 - 6H} = 280$ мкм;

$TL_{40} = 620$ мкм;

$TL_{1,5} = 250$ мкм;

$T_{45^\circ} = 26'$.

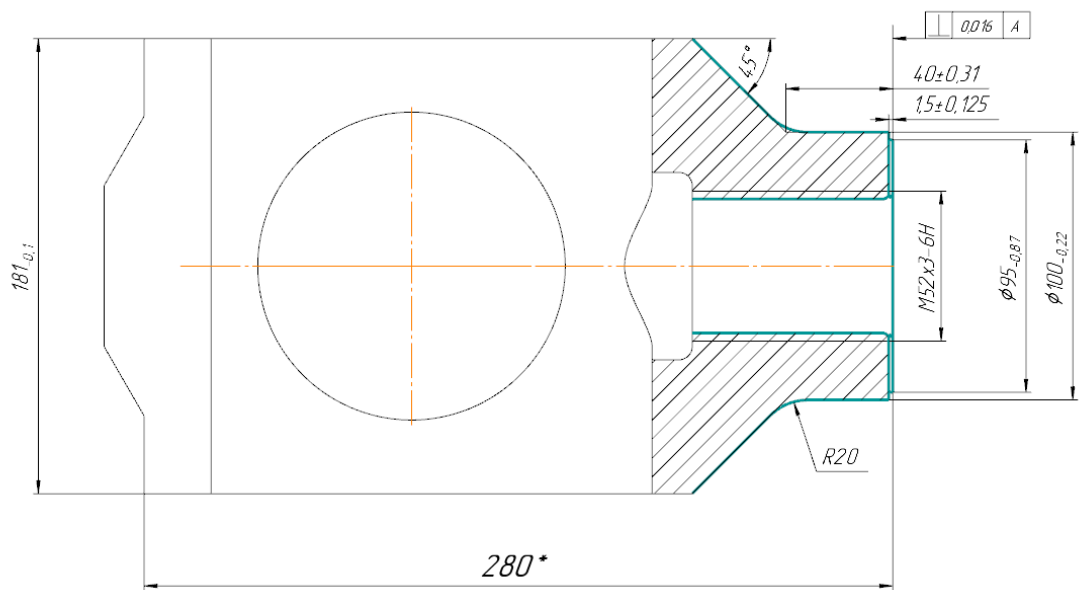


Рисунок 7.1 – Ескіз деталі

Точність форми.

Похибка форми циліндричних поверхонь $\varnothing 100_{h11}$, $\varnothing 95$, $\varnothing 48,8$ характеризує відхилення від циліндричності (відповідно до ГОСТ 24642-81), нормується за ГОСТ 24643-81.

Невказані допуски циліндричності поверхні приймаємо в межах 30% від допуску на діаметр.

$$T_1 = 0,3 T_{\varnothing 100} = 0,3 \cdot 220 = 66 \text{ мкм};$$

$$T_2 = 0,3 T_{\varnothing 95} = 0,3 \cdot 870 = 261 \text{ мкм};$$

$$T_3 = 0,3 \cdot T_{\varnothing 48,8} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм}.$$

Приймаємо найближчі стандартне значення допуску циліндричності:

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ-18510180 ПЗ

$T_1 = 60$ мкм, дане значення відповідає 10-му ступеню точності;
 $T_2 = 250$ мкм, дане значення відповідає 13-му ступеню точності;
 $T_3 = 200$ мкм, дане значення відповідає 13-му ступеню точності.

Точність розташування.

Точність взаємного розташування оброблюваних поверхонь регламентовано кресленням та технологічним процесом.

За кресленням ми бачимо що оброблюваний торець деталі має допуск на перпендикулярність відносно бази А 0,016 мм.

Невказані допуски радіального биття для розмірів $\varnothing 100$ мм $\varnothing 48,8$ мм та $\varnothing 95$ мм приймаємо в межах 60% від допуску на діаметр.

$$T_4 = 0,6 T_{\varnothing 100} = 0,6 \cdot 220 = 132 \text{ мкм};$$

$$T_5 = 0,6 T_{\varnothing 48,8} = 0,6 \cdot 620 = 372 \text{ мкм};$$

$$T_6 = 0,6 T_{\varnothing 95} = 0,6 \cdot 870 = 522 \text{ мкм}.$$

Приймаємо найближчі стандартне значення:

$$T_4 = 100 \text{ мкм};$$

$$T_5 = 300 \text{ мкм};$$

$$T_6 = 600 \text{ мкм}.$$

Шорсткість

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що формуються на даній операції вказана лише для внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 48,8$ і дорівнює 1,6 мкм за критерієм Ra; для поверхонь на які шорсткість не вказана на кресленні встановлюємо шорсткість поверхонь на рівні 6,3 мкм за критерієм Ra.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій.

Річна програма випуску даної деталі 500 шт. Така програма, з урахуванням трудомісткості, визначає тип виробництва, в якому виготовляється деталь – середньосерійному. Даний тип виробництва означає, що пристрій будуть

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати з великою інтенсивністю. В цілому, за період виготовлення деталі “Корпус крейцкопфа” (1 рік) пристрій буде повинен здійснити 500 робочих циклів.

Обробка заготовки на даній операції відбувається на токарно-револьверному обробному центрі Haas ST-45.

Оскільки поверхні, які розглядаються в якості базових (170x185 мм) попередньо шліфовані, мають однакові допуски (-0,1 мм) та однакову шорсткість, то схема базування, яку було запропоновано раніше, є цілком актуальною.

Пропонована схема базування забезпечує дотримання точності операційних розмірів:

Для лінійного розміру $280_{-1,3}$ похибка базування відсутня ($\epsilon_{b_{280}}=0$), тому що технологічною та вимірювальною базами є один торець (див. рис. 7.1). Таким чином пропонована схема базування забезпечує точність розміру L280.

Для лінійних розмірів $40 \pm 0,31$ та $1,5 \pm 0,125$ мм технологічна база та вимірювальна база (див рис. 6.1) не співпадають, тому похибки базування не дорівнюють нулю ($\epsilon_{b_{40}} \neq 0$, $\epsilon_{b_{1,5}} \neq 0$). У зв'язку з тим що розмір L40, L1,5 L280 та кутовий розмір 45° формуються на одному установі, похибки базування $\epsilon_{b_{40}}$, $\epsilon_{b_{1,5}}$ та $\epsilon_{b_{45^\circ}}$ усуваються, тобто точність розмірів L40, L1,5 та 45° також буде забезпечена даною схемою базування.

Для діаметральних розмірів $\varnothing 100_{-0,22}$ та $\varnothing 95_{-0,87}$ технологічною базою виступає прямокутна зовнішня поверхня розмірами 170x185 мм, а вимірювальними базами зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 100$ та $\varnothing 95$ відповідно (див. рис. 7.1), отже похибки базування не дорівнюють нулю ($\epsilon_{b_{100}} \neq 0$, $\epsilon_{b_{95}} \neq 0$). Але оскільки, ми використовуємо чотирикулачковий патрон із попарним затисканням зустрічних кулачків, то похибка базування на розміри, вказані в радіальному напрямі, буде дорівнювати нулю ($\epsilon_{b_{100}}=0$, $\epsilon_{b_{95}}=0$). Таким чином, запропонована схема базування забезпечує точність розмірів $\varnothing 100$ та $\varnothing 95$.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз структури полів збурюючих сил

Для визначення взаємного впливу полів збурюючих та зрівноважуючих сил будемо їх графічну модель (рисунок 7.2) відповідно з прийнятою схемою базування.

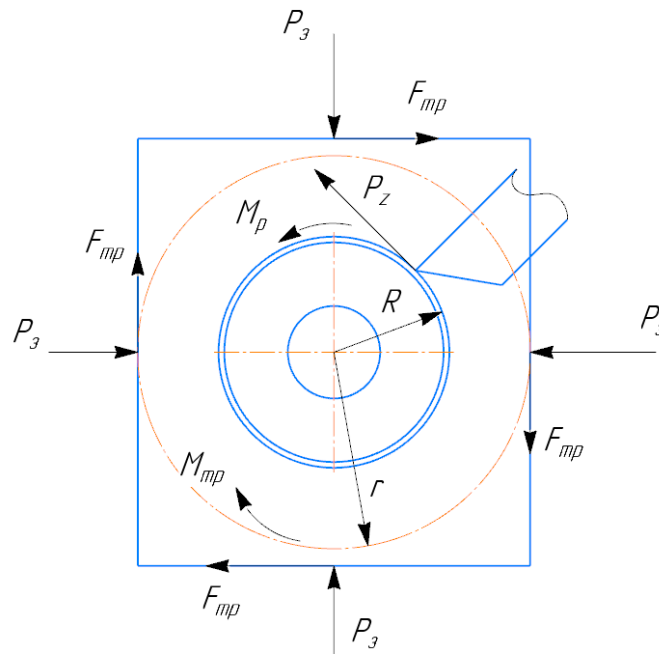


Рисунок 7.2 – Графічна модель полів збурюючих та зрівноважуючих сил

Аналіз структури полів зрівноважуючих сил

На рисунку 7.2 можна побачити, що на заготовку в процесі різання (точіння) буде діяти тангенціальна складова сили різання P_z , яка створює момент різання $M_{кр}$, який буде діяти на заготовку і сприяти прокрученню заготовки проти годинникової стрілки.

Тим часом кулачки токарного патрона будуть діяти на заготовку силою закріплення W , результатом чого буде момент тертя $M_{тр}$, який буде протидіяти моменту різання $M_{кр}$ та буде направлений за годинниковою стрілкою.

Щоб проаналізувати структуру та якість зв'язків при закріпленні заготовки побудуємо таблицю одnobічних зв'язків.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 – Однобічні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалі- зації	Реакція	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Сила зак- ріплення	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	$F_{тр}$	$F_{тр}$	-	-	-	-

Розрахунок сил затиску

Для надійного закріплення заготовки в патроні повинна виконуватися умова: $M_{тр} > M_p$, а з урахуванням коефіцієнта запасу $k_{зап}$, який враховує умови закріплення:

$$M_{тр} = M_p \cdot k_{зап},$$

де $M_{тр}$ – момент тертя;

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot r, \quad (7.1)$$

де r – радіус закріплення заготовки, оскільки заготовка не циліндричної форми а прямокутної замість, r ми візьмемо радіус кола вписаного в прямокутник з діаметром рівним меншій стороні прямокутника, $r=85\text{мм}$;

$F_{тр}$ – сила тертя;

$$F_{тр} = W \cdot f, \quad (7.2)$$

де W – сила закріплення;

f – коефіцієнт тертя в місцях контакту кулачків із заготовкою, при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування,

$$f = 0,16 \text{ по [4, с. 85, табл. 10].}$$

M_p – момент різання;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_p = P_z \cdot R, \quad (7.3)$$

де P_z – сила закріплення;

R – радіус поверхні різання $R = 50$ мм;

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт запасу визначаємо за формулою [3, с. 85]:

$$k_{\text{зап}} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (7.4)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу, $k_0 = 1,5$ [3, с. 85];

k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, $k_1 = 1$ – для чистової обробки [3, с. 85];

k_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, $k_2 = 1$ [3, с. 85];

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні, $k_3 = 1$ [3, с. 85];

k_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні гідро- або пневмокамер подвійної дії $k_4 = 1$ [3, с. 85];

k_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $k_5 = 1$ [3, с. 85];

k_6 – коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, $k_6 = 1$ [3, с. 85].

$k_{\text{зап}} = 1,5$ – при розрахунковому значенні коефіцієнта запасу $k_{\text{зап}}$ менше 2,5, приймають значення $K = 2,5$ [3, с. 85].

Сила закріплення визначається за формулою [3, с. 81, табл. 8]:

$$P_z = 0,7 \cdot P_z \cdot k_{\text{зап}} \cdot L / (D \cdot f), \quad (7.5)$$

де P_z – вертикальна (головна) складова сили різання;

L – довжина деталі, $L = 280$ мм;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

D – діаметр закріплення, $D = 170$ мм.

Найбільша сила різання виникає при найбільших значеннях глибини різання та подачі. В даному випадку розраховуємо силу різання для технологічного переходу з найбільшим числовим значенням цих параметрів на даній операції – обробка зовнішньої циліндричної поверхні. Вертикальна (головна) складова сили різання визначається за формулою (6.11):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

де $C_p = 300$, $x = 1,0$, $y = 0,75$, $n = -0,15$ – коефіцієнти та показники в формулі [4, с. 273];
 $K_v = 1,04$ (див п.6.5).

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,51^{0,75} \cdot 223,84^{-0,15} \cdot 1,04 = 418,13 \text{ Н.}$$

Оскільки заготовка має не циліндричну форму, силу закріплення ми визначимо беручи в розрахунок радіус кола вписаного в квадрат зі сторонами 170×170 мм для визначення максимальної сили затиску на кулачках розміщених ближче до центра заготовки. Розраховуємо силу закріплення:

$$P_3 = \frac{0,7 \cdot 418,13 \cdot 2,5 \cdot 280}{170 \cdot 0,16} = 7532,5 \text{ Н.} \quad (7.6)$$

Обґрунтування вибору привода

Визначимо силу на штоці Q з урахування м важільного передаточного пристрою [3, с. 89, табл. 15]:

$$Q = \frac{P_3 \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta}, \quad (7.7)$$

де P_3 – сила закріплення, $P_3 = 7532,5$ Н;

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l_1 та l_2 – плечі важеля, $l_2=45$ мм $l_1=110,4$ мм;

η – коефіцієнт корисної дії (ККД), $\eta=0,85$.

$$Q = \frac{7532,5 \cdot 45}{110,4 \cdot 0,85} = 3612,1 \text{ Н.}$$

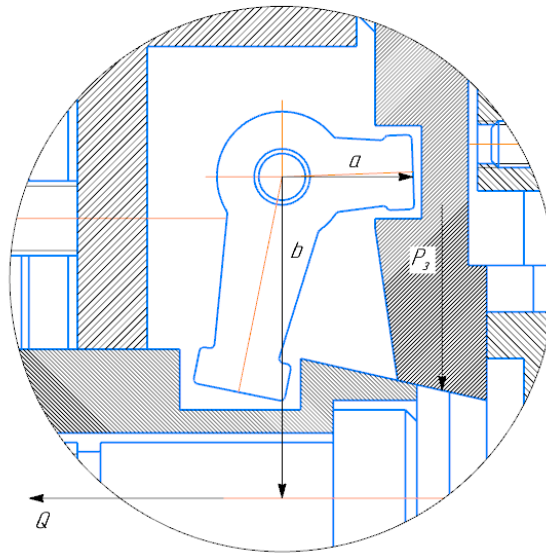


Рисунок 7.3 – Сили що виникають в приводі

Затиск заготовки виконується при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмокамери двосторонньої дії. При цьому максимальна сила на штоку розраховується по формулі (для вихідного положення штока) [3, с. 92, табл. 22]:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}, \quad (7.8)$$

де Q – сила на штоці, $Q=3612,1$ Н;

d – діаметр штока, $d=40$ мм;

D – діаметр діафрагми усередині пневмокамери, мм;

p – тиск стисненого повітря, $p=0,4$ МПа;

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД, $\eta_{\text{мех}} = 0,9$ [3, с. 92].

Опираючись на попередню формулу отримаємо наступний вираз:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}} + d^2}. \quad (7.9)$$

Підставивши всі складові отримаємо:

$$D = \sqrt{\frac{3612,5}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 0,9} + 40^2} = 119,9 \text{ мм.}$$

Найближчий більший стандартний діаметр пневмокамери двосторонньої дії обираємо за ГОСТ 13373-67:

$D_{\text{ф}} = 160 \text{ мм};$

Визначаємо фактичну силу закріплення: $W_{\text{ф}} = W_{\text{розр}} = 7532,5 \text{ Н.}$

Визначаємо фактичну силу на штоці:

$$Q = 0,785 \cdot (160^2 - 40^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 6782,4 \text{ Н.}$$

Дана сила перевищує необхідну для затиску заготовки силу, отже, спроектований верстатний пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

Оптимальна довжина ходу штока визначається по формулі:

$$l = \frac{L}{2} = (0,17 \div 0,22)D. \quad (7.10)$$

Приймаємо значення $l=0,22D$, маємо: $l=0,22 \times 125=27,5 \text{ мм.}$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок на міцність

Для розрахунку на міцність береться шпилька. Вона виготовлена зі сталі 40, у якої межа $\sigma_T=300$ МПа. На даній деталі, при затиску заготовки, саме вразливе місце – різь М40, за допомогою якої шпилька прикріплюється до штока пневмокамери.

Для того щоб не було розриву на шпильці, необхідне виконання умови:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

У свою чергу, допустиме навантаження шпильки $[\sigma_p]$ визначається за формулою:

$$[\sigma_p] \approx 0,67 \cdot \sigma_d$$

Тобто: $[\sigma_p] \approx 0,67 \cdot 300 = 201$ МПа.

Небезпечним є перетин, ослаблене нарізанням різі М40, найменший діаметр якого визначається по формулі:

$$d_I = d - 2H = d - 1,08 \cdot P, \quad (7.11)$$

де d_I - внутрішній діаметр різі;

d – зовнішній діаметр різі;

H – висота витка;

P – крок різі (приймаємо стандартний $P=3$ мм).

Тому для різі М40: $d_I=36,319$ мм.

Навантаження шпильки визначається по формулі:

$$\sigma = \frac{Q}{S}, \quad (7.12)$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q – зусилля на штоці ($Q=3612,1$ Н);

S – площа розглянутого перетину шпильки.

Розраховуємо напруження, що виникають на ділянці шпильки з різью:

$$\sigma_I^p = \frac{4Q}{\pi d_I^2} = \frac{4 \cdot 3612,1}{\pi \cdot 36,319^2} = 3,49 \text{ МПа}$$

Максимальні напруження не перевищують припустиме значення $[\sigma_p]$, тобто виконується умова $\sigma_p \leq [\sigma_p]$, отже різь М40 на шпильці витримає навантаження.

Розрахунки пристрою на точність

Розглянемо розрахунок проектного токарного чотирикулачкового патрона, який використовується для базування та закріплення деталі «Корпус крейцкопфа» на токарній операції.

Визначимо розрахункові параметри, які в найбільшій мірі впливають на забезпечення заданої точності поверхонь оброблюваної деталі.

До розрахункових параметрів слід віднести точність взаємного розташування основних і допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме радіальне биття робочої поверхні кулачка патрону відносно посадкової циліндричної поверхні патрону, яким останній встановлюється на шпиндель верстата.

Ці параметри є однорідними з похибками, що обумовлені на кресленні деталі як найбільш жорсткі допуски на взаємне розміщення поверхонь, тобто радіальне биття оброблюваної поверхні $\varnothing 100h11$.

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою [4, с.26]:

$$E_{\text{пр}} = T_{\varnothing 100} - K_T \cdot ((K_{T_1} \cdot \varepsilon_{\varnothing 100})^2 + \varepsilon_3^2 \varnothing 100 + \varepsilon_y^2 \varnothing 100 + \varepsilon_n^2 \varnothing 100 + \varepsilon_i^2 \varnothing 100 + (K_{T_2} \cdot \omega_{\varnothing 100})^2 + \varepsilon_{\text{ноз}}^2 \varnothing 100)^{1/2}, \quad (7.13)$$

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{\lambda\phi 100} = 0,3 \cdot 0,22 = 0,066$ мм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

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

$K_{T_1} = 0,85$ мм – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\lambda\phi 100} = 0$ – оскільки використовується самоцентруючий пристрій;

$\varepsilon_3^2 \phi 100 = 0$ – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється);

$\varepsilon_y^2 \phi 100 = 3$ мкм - похибка установлення пристрою на верстаті;

$\varepsilon_n^2 \phi 100 = 0$ - похибка перекосу інструмента;

$\varepsilon_i^2 \phi 100 = 0$ - похибка, що виникає внаслідок зношування встановлювальних елементів пристрою;

$K_{T_2} = 0,6$ мкм - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega_{\phi 100} = 6$ мкм - середня економічна точність обробки;

$\varepsilon_{noz \phi 84,4}^2 = 0$ - похибка позиціонування (заготовка не повертається).;

Підставляємо значення у формулу (10.1) та отримуємо:

$$E_{пр} = 66 - 1,2\sqrt{9 + (0,6 \cdot 6)^2} = 60,38 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду, беремо допуск радіального биття робочої поверхні кулачка $\varepsilon_{пр\lambda} = 60$ мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою технічну вимогу «допуск радіального биття робочої поверхні кулачка відносно посадкових поверхонь пристрою – не більше 60 мкм.

Опис та принцип дії пристрою

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кресленні представлений токарний чотирикулачковий пневматичний патрон двосторонньої дії з важільним центруючим механізмом. Дане пристосування призначене для автоматизації затиску деталі на токарних верстатах.

Особливість цього патрона в тому, що затискання заготовки здійснюється попарно зустрічними кулачками, причому затискання відбувається всіма кулачками з однаковою силою. При закріпленні та звільненні заготовки кожна пара кулачків підводиться та відводиться послідовно.

Патрон складається з корпусу 12, гвинта 1, втулок 11, 16, 10, 2 та 15, важелів 4 і 14, кулачків 5, губок 6. Корпус 12 кріпиться до шпинделя верстата через перехідну планшайбу. На гвинті 1 закріплені втулки 11 і 16, між якими встановлені втулки 2 та 11. Втулка 15 має два прорізи, в які входять кінці важелів 14, а під кутом 90° до цих прорізів ще дві, ширші прорізи для проходу кінців важелів. Втулка 2 має всього два прорізи, куди входять кінці важелів 4. Завдяки такому зв'язку важелів з втулками при русі однієї втулки переміщається одна пара важелів. Між втулками 11 та 16 і скошеними на кінці втулками 2 та 15 встановлені компенсатори 3 і 9. Компенсатори здійснюють послідовність підведення та відведення кожної пари кулачків. При переміщенні гвинта 1 вліво переміщаються всі втулки, важелі повертаються на осях 13 і всі кулачки 5 рухаються в радіальному напрямку до центру. (Важелі 4 і 14 входять при цьому у відповідні пази кулачків 5. При досягненні однією парою губок 6 поверхні оброблюваної заготовки, поворот важелів і рух відповідної втулки припиняється. Оскільки тяга 1 продовжує переміщатися, вона зміщує компенсатори 9 в радіальному напрямку 2 або 15. Подальше затискання другою парою кулачків відбувається описаним вище способом. Процес звільнення заготовки відбувається аналогічно, але в цьому випадку працюють компенсатори 3. Налагодження патрона проводиться установкою змінних губок 6. Кулачки 5 сполучаються з губками 6 рифленою поверхнею. Кріплення губок в Т-подібних пазах кулачків 5 проводиться гвинтами 7 та сухарями 8.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В даній роботі було проаналізовано службове призначення виробу, вузла, деталі. Виконана розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус крейцкопфа», який входить до складу виробу Компресорна установка 2ГМ10А- П-18/9-26. Виконано аналіз технічних вимог на виготовлення деталі та проаналізовано конструкцію деталі на технологічність. Був визначений тип виробництва – середньосерійний. Обрали спосіб отримання заготовки – штамповка на КГШП. Проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, підібрано металорізальні верстати та верстатних пристроїв, металорізальних та вимірювальних інструментів на операціях 170 Токарна з ЧПК та 260 Свердлильна. Проведені розрахунки режимів різання та норм часу для цих операцій. На операцію 170 Токарна з ЧПК було спроектовано спеціальний верстатний пристрій, розроблено схему закріплення, проаналізовано структуру полів збурюючих та зрівноважуючих сил. Обґрунтовано тип силоутворюючого механізму, проведено аналіз пристрою та описано принцип його роботи.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Євтухов, В. Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В.Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
2. **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
3. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
4. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
5. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени.** – Москва : Экономика, 1990.
6. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых Изм. станках с ЧПУ, часть II (нормативы режимов резания).** – Москва : Экономика, 1990.
7. **Добриденьов, І. С.** Курсове проектування по предмету «Технологія машинобудування»: Учб. посібник для технікумів за спеціальністю «Обробка металів різанням». - М.: Машинобудування, 1985. 184 с., іл.
8. **Гжиров, Р. И.** Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.
9. **ГОСТ 7505-89** Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

11. **Приходько, В. П.**, Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

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

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

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

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

16. ДСТУ ISO 286-2:2002 ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ЗА СИСТЕМОЮ ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів (ISO 286-2:1988, IDT)

17. Паспорт верстата Naas ST-45.

18. ГОСТ 13363-67 МЕХАНИЗМЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МЕМБРАННЫЕ ГСП. Основные параметры и размеры.

19. **Зубченко, А. С.** 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.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Причини виробничого травматизму, методи його аналізу, показники травматизму

На кожному підприємстві, незалежно від того яку продукцію воно виробляє, існує ризик виробничого травматизму. Для того щоб уникнути цих ризиків, для початку потрібно зрозуміти і проаналізувати причини та їх виникнення. Для полегшення цього завдання, відповідно до [15], прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні.

До організаційних причин відносять: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

До технічних причин відносять: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисного огороження, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

До санітарно-гігієнічних причин належать: підвищений (вище ГДК) вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До економічних причин належать: нерегулярна виплата зарплати; низький заробіток; неритмічність роботи; прагнення до виконання понаднормової роботи; робота за сумісництвом чи на двох різних підприємствах.

До психофізіологічних причин належать: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі; незадоволення роботою; несприятливий психологічний мікроклімат у колективі.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні. До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки. Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; встановлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Єдиної системи класифікації методів аналізу виробничого травматизму не існує, але В.О. Ачин запропонував поділити ці методи на такі групи: імовірнісно-статистичні та детерміністичні (див. рисунок 8.1).

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1 – Методи аналізу виробничого травматизму

Імовірно-статистичні методи дозволяють виявити залежність між чинниками системи праці та травматизмом на основі вивчення нещасних випадків, що вже сталися.

Статистичний метод базується на вивченні травматизму за документами і звітами, актами форми Н-1, журналами реєстрації тощо. Даний метод дозволяє визначити частоту травматизму та його тяжкість на окремих ділянках виробництва, в цехах, підприємстві в цілому, провести порівняльний аналіз з іншими підприємствами галузі, виявити закономірності його зростання чи зниження. Для оцінки рівня травматизму використовують відносні статистичні коефіцієнти (показники): коефіцієнт частоти травматизму та коефіцієнт тяжкості травматизму.

При груповому методі дані про травматизм групують за однорідними ознаками: за професіями, характером роботи, стажем та віком працівників, характером одержаних травм, джерелами травмування, днями тижня та годинами зміни, коли сталося травмування і т. п.

Топографічний метод ґрунтується на тому, що на плані чеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки.

Монографічний метод полягає в детальному обстеженні всього комплексу умов праці, технологічного процесу, обладнання робочого місця, прийомів праці, санітарно-гігієнічних умов, засобів колективного та індивідуального захисту. Іншими словами, цей метод полягає в аналізі небезпечних та шкідливих виробничих чинників, притаманних лише тій чи іншій ділянці виробництва, обладнанню, технологічному процесу.

Метод моделювання причинних зв'язків застосовується при аналізі випадків травматизму, які були спричинені дією кількох чинників. Модель причинних зв'язків будується від моменту травмування до подій, які йому передували, встановлюється логічний зв'язок між явищами.

Економічний метод полягає у вивченні та аналізі втрат, що спричинені виробничим травматизмом. Цей метод не дозволяє виявити причини травматизму, тому лише доповнює інші методи.

Метод анкетування. Розробляються анкети для робітників. На підставі анкетних даних (відповідей на запитання) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків. Цим методом встановлюють, в основному, причини психофізіологічного характеру.

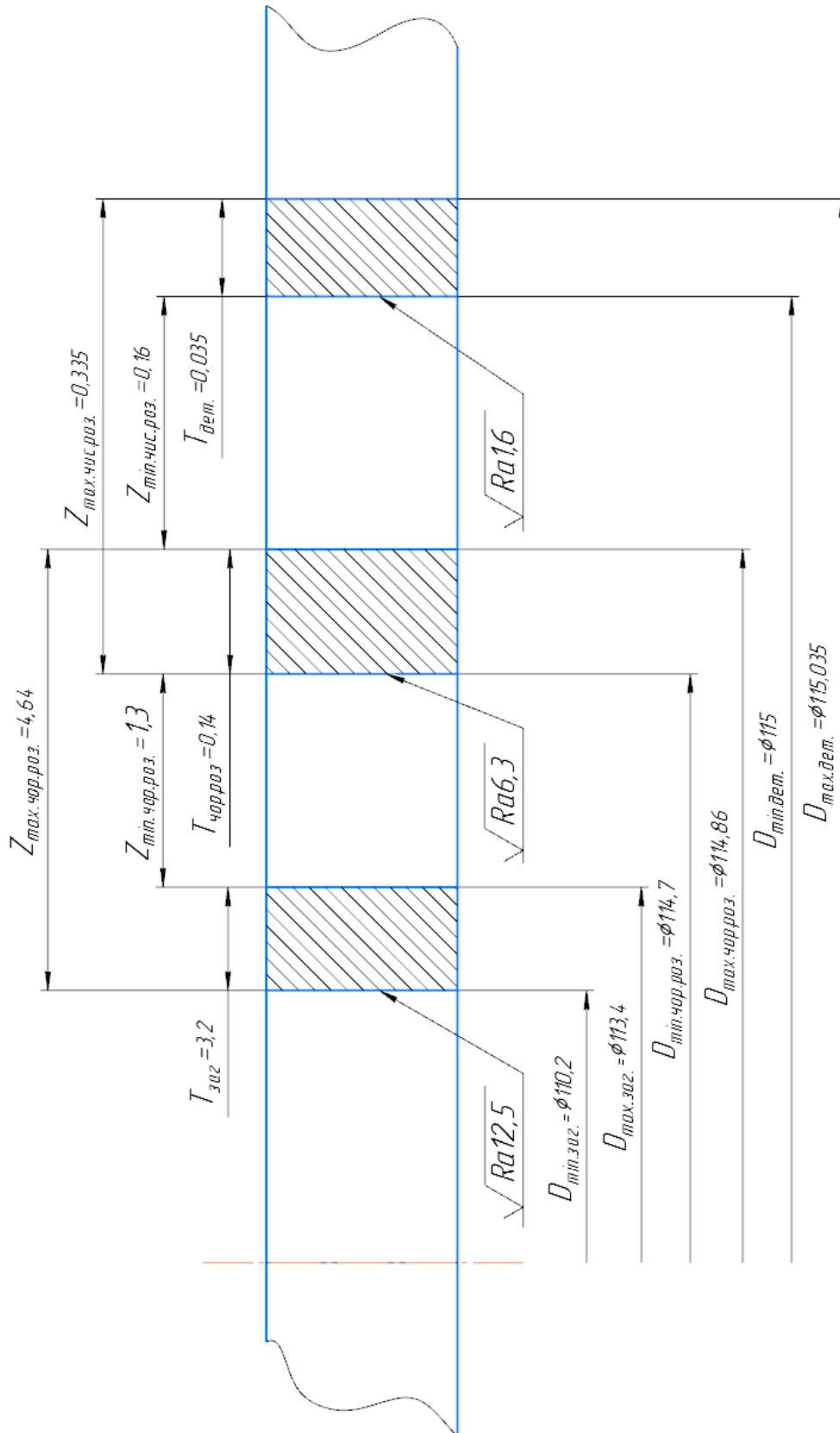
Метод експертних оцінок базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного устаткування, пристосувань, інструментів, технологічних процесів до вимог стандартів. Для винесення експертних оцінок назначаються експерти із числа фахівців, які тривалий час займалися питаннями охорони праці.

На основі аналізу причин виробничого травматизму можна звести до мінімуму всі фактори, що призводять до травматизму працівників, і як причина зменшити кількість випадків травматизму.

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Схема розташування припусків і допусків на розмір $\varnothing 115h7 (+0,035)$



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

TM-18510180 ПЗ

Арк.

65

Додаток В

Результати розрахунку величини припуску на ЕОМ

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

25.05.2022

Расчет выполнен для Тверезовський О.О. група - ТМ-81/1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - внутренняя цилиндрическая ϕ 115 + 0.035

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Предельные отклонения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шероховатость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр. Ез (i)
Штамповка на КГШП	ГОСТ 7505-89	+2,1 -1,1	250	150	33,06	0	0
Chernovaya	квалитет 10 +0.140	+0.140 0	60	100	1,98	0	0
Chistovaya	квалитет 7 +0.035	+0.035 0	20	25	1,32	0	0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения		Принятые значения, мм							
припуск, мкм	расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	111,3	111,3	111,3 +2,1 -1,1	110,2	113,4	-	-	-
200	3400	114,7	114,7	114,7 +0.14 0	114,7	114.84	1300	4500	4640
100	240	115	115	115 +0.035 0	115.0	115.035	160	280	335

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

					ТМ-18510180 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г

Специфікація до верстатного пристрою (операція 170 Токарна з ЧПК)

Формат	Зона	Пол.	Позначення	Назва	Кількість	Замітки
				<u>Документація</u>		
A1			TM 18510180-07-00.00	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		19	TM 18510180-07-01.00	Пневмокамера	1	
		26	TM 18510180-07-02.00	Пневморозподільвач	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	TM 18510180-07-00.01	Гвинт	1	
		2	TM 18510180-07-00.02	Втулка	1	
		3	TM 18510180-07-00.03	Компенсатор	4	
		4	TM 18510180-07-00.04	Важіль	2	
		5	TM 18510180-07-00.05	Кулачок	4	
		6	TM 18510180-07-00.06	Змінні губки	4	
		7	TM 18510180-07-00.07	Гвинт	8	
		8	TM 18510180-07-00.08	Сухар	4	
		9	TM 18510180-07-00.09	Компенсатор	4	
		10	TM 18510180-07-00.10	Втулка	1	
		11	TM 18510180-07-00.11	Втулка	1	
		12	TM 18510180-07-00.12	Корпус	1	
		13	TM 18510180-07-00.13	Вісь	4	
		14	TM 18510180-07-00.14	Важіль	2	
		15	TM 18510180-07-00.15	Втулка	1	
		16	TM 18510180-07-00.16	Втулка	1	
		17	TM 18510180-07-00.17	Пробка спеціальна	1	
		18	TM 18510180-07-00.18	Втулка	1	
		20	TM 18510180-07-00.20	Гвинт	4	
				TM 18510180-07-00.00		
Числ.	Лист	№ документа	Под.	Дата		
Розроб.		Гавришук			Лист	Листов
Пров.		Наша			1	2
Н. бюро					СумДУ гр. TM-81/1	
Н. контр.		Євдоким				

					TM-18510180 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

