

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
деталі фланець 1.732.100.01-01»**

Виконав: студент **IV** курсу, групи **ТМ-91-1**
спеціальності:

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: **Технології**

машинобудування
(назва освітньої програми)

Максим ТОКМАНЦЕВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник **Віталій КОЛЕСНИК**
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент **Анна НЕШТА**
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2023 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Токманцев Максим Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи)	<u>«Проектування технологічного процесу виготовлення деталі фланець 1.732.100.01-01»</u>
керівник проєкту	<u>Колесник Віталій Олександрович</u> (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «04» квітня 2023 року № 0338-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) «01» червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «Фланець».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 500 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Фланець».

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї

4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

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

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «___» _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2023	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2023	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2023	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2023	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2023	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Максим ТОКМАНЦЕВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Віталій КОЛЕСНИК

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Віталій ІВАНОВ

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»,

(код та назва)

освітньо-наукової програми «Технологія машинобудування»

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: «Проектування технологічного процесу виготовлення
деталі фланець 1.732.100.01-01»

Здобувача (ки) групи ТМ-91-1 Токманцев Максим Олексійович

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Максим ТОКМАНЦЕВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник старший викладач, канд. техн. наук., Віталій КОЛЕСНИК

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

РЕФЕРАТ

. Пояснювальна записка: 54 с., 8 рис., 20 табл., 12 джерела посилань

Мета роботи: Розроблення модернізованого технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець» який входить в складальну одиницю "Патрубок всмоктувальний".

Об'єкт дослідження: «Фланець» який входить в складальну одиницю "Патрубок всмоктувальний".

У роботі був проаналізований пропонований модернізований процес виготовлення деталі «Фланець» який являє собою складальну одиницю "Патрубок всмоктувальний" з використання сучасного металорізального обладнання та інструментів. Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі. Встановлений тип виробництва. Обраний оптимальний метод отримання заготовки. Розраховані припуски та допуски для поверхні $\varnothing 478H12$. Виконаний аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки на операціях 030 «Токарно-гвинторізна» та 055 «Фрезерна з ЧПК». До них же визначені режими різання, обґрунтований вибір верстатних пристроїв та вимірювального інструмента, виконане технічне нормування. Обґрунтований вибір металорізального верстату для операцій 030 «Токарно- гвинторізна» Обґрунтований вибір верстатного пристрою.

Розглянуто надання першої допомоги в разі ураження людини електричним струмом.

Розроблено креслення заготовки, маршрутного технологічного процесу та операційного налагодження.

ФЛАНЕЦЬ, ПРИПУСК, ЗАКРІПЛЕННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ, ВВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

ЗМІСТ

	С.
Вступ	7
1 Аналіз службового призначення верстата, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	8
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	15
5 Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	16
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процес.....	18
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	22
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки.....	26
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	28
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв	29
6.5 Розрахунки режимів різання	37
6.6 Технічне нормування операцій.....	43
7 Проектування верстатного пристрою	48
Висновки.....	51
Перелік джерел посилань	52

					<i>ТМ 21510044-00-ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Токманцев</i>			Проектування технологічного процесу виготовлення деталі фланець 1.732.100.01-01	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Колесник</i>					6	
<i>Реценз.</i>		<i>Нешта</i>				<i>СумДУ ТМ-91-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

ВСТУП

Машинобудування, що поставляє нову техніку всіх галузях народного господарства, визначає технічний процес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази суспільства. У зв'язку з цим його розвитку завжди додавалися і має першочергове значення.

В даний час поглиблюється розробка проблеми впливу технології на фізико-хімічні стан металу поверхневого шару оброблюваних заготовок, його діслакаціонное будова, розміри кристалічних блоків і на експлуатаційні властивості і надійність деталей машин. Триває розробка проблеми технологічної спадковості і зміцнюючої технології. Розробляються методи оптимізації технологічних процесів по досягається точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей. Розгортаються роботи по створенні гнучких автоматизованих виробничих систем на основі використання ЗВМ, автоматизації межоопераційного транспорту і контролю і работотехнікі.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і збірки (особливо в напрямках створення малоотходное технології, машинобудування на даному етапі має "здійснювати перехід до масового застосування високоеффіктивних систем машин і технологічних процесів, що забезпечують комплексну механізацію та автоматизації, виробництво, технічне переозброєння його основних галузей" .

Темою дипломного проекту є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі фланець.

В даному дипломному проекті спроектований технологічний процес, ріжучий інструмент, спроектованій верстат та обладнання.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

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

Газоперекачувальні агрегати призначені для стиснення і транспортування природного газу з заданими технологічними параметрами на лінійних компресорних станціях магістральних газопроводів, дожимні компресорних станціях і станціях підземних сховищ газу.

Основні переваги агрегатів:

- висока ефективність і надійність;
- відповідність сучасним екологічним вимогам;
- повна заводська готовність блоків, що поставляються на компресорні станції;
- повна автоматизація агрегатів;
- висока ремонтпридатність блоків і вузлів в польових умовах.

Залежно від вимог замовника газоперекачувальні агрегати поставляються на різні параметри по продуктивності, кінцевому тиску і ступеня підвищення тиску.

Уніфіковані базові корпусу компресорів дозволяють досягти вказаних замовником параметрів шляхом установки змінних проточних частин з різною кількістю ступенів. Конструкції компресорів відповідають вимогам стандарту Американського Нафтового Інституту.

У компресорах застосовуються опорні і наполегливі підшипники ковзання з самоустановлюючимися колодками, які відрізняються надійністю в роботі. У беззмащення компресорах використовуються електромагнітні підшипники.

Кінцеві ущільнення вала компресора - масляні, щілинного типу двох модифікацій

- до тиску 8 МПа - зі звичайними плаваючими кільцями,

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 21510044-00-ПЗ

при більш високому тиску - з зовнішніми плаваючими кільцями мають додаткові опорні колодки.

За бажанням Замовника можуть встановлюватись торцеві газодинамічні ущільнення, що відрізняються простотою експлуатації, високою надійністю, низькою споживаною потужністю.

Застосування в якості проводу агрегатів конвертованих газотурбінних двигунів авіаційного і суднового типів дозволяє створювати компактну конструкцію агрегату з відносно невеликими габаритами і масою, забезпечувати автоматизацію режимів роботи двигуна при сучасному рівні економічності і високої надійності.

За бажанням Замовника привід агрегатів потужністю 6.3 МВт можетосуществляться від електродвигуна що забезпечує більш високу екологічні характеристики.

Система автоматичного управління агрегатів реалізована на базі мікропроцесорів нового покоління і забезпечує виконання наступних основних операцій

- автоматичний пуск, висновок на робочий режим зупинка агрегату,
- дистанційне керування виконавчими механізмами,
- регулювання, зміна, запис і сигналізація технологічних параметрів компримування газу,
- захист агрегату при аварійних ситуаціях із записом причини відключення, протипожежне регулювання,
- попереджувальна сигналізація при неприпустимому відхиленні техноологіческіх параметрів,
- автоматична сигналізація стану механізмів агрегату,
- перевірка захистів при працюючому і відключеному агрегаті,
- перевірка справності цілей виконавчих механізмів.

Проектована в даному курсовому проекті деталь "Фланець" є приєднувальних частиною потрубка всмоктування, через який газ потрапляє в

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ГПА. Потрубки даної конфігурації встановлюються на газоперекачувальні агрегати з газотурбінним приводом потужністю 6,3 МВт.

Деталь “Фланець” входить в складальну одиницю “Патрубок всмоктувальний”.

Поверхні деталі призначені :

- через внутрішній діаметр фланця Ø478Н12 проходить газ,
 - лівий торець фланця, поверхня Ø 608Н8 призначені для приєднання фланця до простави при приєднанні потрубка до ГПА,
 - поверхня на правому торці фланця призначена для зварювання конуса,
 - канавка $b = 8$ призначена для установки ущільнення,
 - канавка $b = 51,5$ призначена для вварки в неї кільця з отворами, через яке в газ = добавляються домішки,
 - отвори Ø 40 призначені для установки в них шпильок, паз R45 призначений для закріплення шпильок гайками,
 - отвори M20-7Н призначені для установки в них віджимних болтів,
- отвори M22x1,5-7Н і Ø 26,3Н11 призначені для установки кульових кранів
- отвори Ø 32Н12 призначені для установки в них мідних прокладок під кульові крани,
 - через отвори Ø12 мм в газ добавляються домішки.

Інші поверхні являються вільними, тобто в процесі роботи не контактують з іншими деталями

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Згідно завдання в цьому пункті наведені нижче таблиці в яких вказано всі елементи деталі та технічні вимоги на їхнє виготовлення.

Таблиця 2.1 – Характеристика поверхонь деталі

Конструктивні елементи	Кількість	Розмір	Точність	Якість
Зовн. Циліндри				
d780	1	Ø 780	-1,5	Ra 6.3
d 640	1	Ø 640	-1	Ra 6.3
d 608 d8	1	Ø 608	d8	Ra 6.3
d 620	1	Ø 620	±0,3	Ra 6.3
d 544	1	Ø 544	H14	Ra 6.3
Внутр циліндри				
d 478 H12	1	Ø 478	H12	Ra 6.3
d 488	1	Ø 488	±0,5	Ra 6.3
d 510	1	Ø 510	H14	Ra 6.3
Торці				
L 308	2	308	H14	Ra 6.3
15	1	5	H14	Ra 6.3
1 18	1	18	H14	Ra 6.3
1 125	1	125	H14	Ra 6.3
Різьби	3	M20	H7	Ra 6.3
	2	M22x1.5	H7	Ra 6.3
Отвори	24	Ø40	H14	Ra 6.3
	3	Ø24	+1	Ra 6.3
		50	+2	Ra 6.3
	2	Ø32	H12	Ra3,2
		3	+0.5	Ra 6.3
	2	Ø26.3	H11	Ra3,2
		4	+0.5	Ra 6.3
	2	Ø12	+1	Ra 6.3
Кутова канавка	2	Ø 29 60° 0.3	±0.3	Ra3,2
Конуси	2	12 ° Ø 544	±2 °	Ra 6.3
	2	40 ° Ø 496	±3 °	Ra 6.3
	2	25 ° 9	±3 ° ±1	Ra 6.3

Радіуси	24	R45	H14	Ra 6.3
	1	R10	H14	Ra 6.3
Фаски	2	3x45 °	H14	Ra 6.3
	2	3x120 °	H14	Ra12,5
Лінійні розміри	1	42	±0.5	Ra 6.3
	1	55.5	±0.5	Ra 6.3
	1	25	+1	Ra 6.3
	1	51.5	+0.5	Ra 6.3
	1	24	+2	Ra 6.3
	1	30	+1	Ra 6.3
	1	35	H14	Ra 6.3

Розшифровка допуску форми та розташування поверхні заданої деталі



- позиційний допуск залежний 24-ох отворів, розміром Ø40 складає 1 мм

Підрахунок середнього значення якості точності

$$A_{\text{сер}} = \frac{(14 \cdot 84) + (12 \cdot 3) + 22 + 8 + 35}{95} = 13,4 \quad (2.1)$$

$$B_{\text{сер}} = \frac{6.3 \cdot 87 + 3.2 \cdot 6 + 2 \cdot 12.5}{95} = 6.2 \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2- Методи досягнення точності поверхонь пропонованої деталі

Хар. поверхні	Вид	Метод	РУ	ВУ
d 780	Зовнішнє точіння	1	Різець прохідний упорний	ШЦ, Калібр скоба
d 640		1		
d 608 d8		1,2,3		
d 680		1		
d 544		1		
l 308		1		
l 5		1		
l 18		1		
l 125		1		
d 488	Внутрішнє точіння	1	Різець розточний	ШЦ
d 478 H12		1		
d 510		1		
Ø 40	Свердління	1	Свердло	ШЦ
Ø 12		1		
Ø 28	Цикованя	1	Циковка	ШЦ
Ø 32		1		
M22x1.5 – H7	Різбонарізання	1	Мітлик	ШЦ

Лист

ТМ 21510044-00-ПЗ

12

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

M20 – H7		1		
Ø29, 0,6°,0,3 R45	Фрезерування	1	Черв'ячна модульна фреза	ШЦ, Кутомір

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 понад 10 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь - середньосерійному.

Среднесерійное виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовляє або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, Підприємствами цього типу

випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування України.

За технологічним і продуктивним характеристикам середнє серійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

У среднесерийном типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідоватальності технологічного процесу для однієї або декількох деталей вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть кілька

отлічатся одна від одної розмірами і ліконструкцією, допускають обробку на одному і тому ж Обарудованіє. Виробничий процес ведеться таким чином що після виконання обробки заготовок на одній операції проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

При средносерийном типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним управлінням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПУ. Переналадження верстатів, пріспосабленій і інструментів а також перебудова виробничого процесу

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньої технологічної підготовкою.

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

Технологічна документація я техніченормування подрбно розробляються для найбільш складних і відповідальним заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно-статистичного нормування найпростіших заготовок.

					<i>ТМ 21510044-00-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Якісна оцінка технологічності:

Матеріал деталі «Фланець» – сталь конструкційна низьколегована для зварних конструкцій 10Г2С по ГОСТ 19281-73

Матеріал замітник – сталі- 9Г2, 9Г2ДТ, 9Г21, 9Г2С

Хімічний склад деталі див. таб.4.1

Таблиця 4.1 – Хімічний склад матеріалу деталі

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	N	Fe
0,07-0,15	0,17-0,37	1,2-1,6	до0,3	до 0,035	до 0,035	до 0,3	до 0,3	до 0,008	97

Фізико-механічні властивості матеріалу деталі див. таб.4.2

Таблиця 4.2 – Фізико-механічні властивості матеріалу деталі

Марка сталі	Розір перетину, мм	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	Ψ , %	KCU	НВ, МПа
10Г2С	До 100	450	215	24	53	54	123-167
	100-300			20	48	49	
	300-500			18	40	44	

Простановка розмірів забезпечує зручність вимірювань. Конструкція деталі надає можливість застосовувати прості вимірювальні інструменти і пристосування. Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь. При обробці поверхонь деталі забезпечується вихід інструменту. У конструкції деталі немає глухих отворів. Наскрізний отвір запобігає поломкам інструменту і підвищує його стійкість, а також знижує трудомісткість обробки отвору. На кресленні немає жорстких допусків розташування отворів. Нетехнологічними конструкторськими елементами даної деталі являються кільцеві отвори та наявність конуса. На кресленні немає жорстких допусків розташування отворів.

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Нетехнологічними конструкторськими елементами даної деталі являються кільцеві отвори та наявність конуса.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для деталі Фланец зі сталі 10Г2С в умовах серійного виробництва найбільш доцільним методом одержання заготовки штамповка на молотах.

Креслення заготовки показано на рисунку 5.1

Основні припуски на розміри (на сторону) :

4.3 – діаметр 478 мм і шорсткість поверхні Ra=3.2 мкм

4.3 – діаметр 544 мм і шорсткість поверхні Ra=6.3 мкм

4.7 – діаметр 620 мм і шорсткість поверхні Ra=6.3 мкм

4.3 – діаметр 780 мм і шорсткість поверхні Ra=6.3 мкм

3.8 – діаметр 308 мм і шорсткість поверхні Ra=3.2 мкм

3.5 – діаметр 125 мм і шорсткість поверхні Ra=6.3 мкм

2.7 – діаметр 40 мм і шорсткість поверхні Ra=6.3 мкм

Допоміжні припуски

0.8 мм - діаметр 544 мм

1.0 мм - діаметр 620 мм

1.0 мм - діаметр 780 мм

1.2 - міжцентрова відстань 308 мм

0.5 - міжцентрова відстань 125 мм

0.2 - міжцентрова відстань 40 мм

Розміри поковки

діаметр $780+(4.7+1.2+1)-2=793.8$ мм, приймається 794 мм

діаметр $620+(4.7+1.2+1)-2=633.8$ мм, приймається 634 мм

діаметр $544+(4.3+1.2+0.8)-2=556.6$ мм, приймається 557 мм

діаметр $478-(4.3+1.2)-2=467$ мм, приймається 465 мм

довжина $308+(3.8+1.2+1.2)-2=320.4$ мм приймається 321 мм

довжина $125+3.8-3.5-0.5=124.8$ мм приймається 124 мм

довжина $40+3.8-2.7-0.2=39.1$ мм приймається 39 мм

Таблиця 5– таблиця розмірів заготовки в міліметрах

Розмір деталі	Основний припуск на сторону	Додатковий припуск на сторону	Розрахунковий розмір заготовки	Допуск і відхилення	Прийнятий розмір
Ø 780	4.7	1.2, 1	793.8	$8.0^{+5.3}_{-2.7}$	$794^{+5.3}_{-2.7}$
Ø 620	4.7	1.2, 1	633.8	$8.0^{+5.3}_{-2.7}$	$624^{+5.3}_{-2.7}$
Ø 544	4.3	1.2, 0.8	556.6	$7.1^{+4.7}_{-2.4}$	$557^{+5.3}_{-2.7}$
Ø 478	4.3	1.2	467	$7.1^{+2.4}_{-4.7}$	$465^{+5.3}_{-2.7}$
308	3.8	1.2, 1.2	320.4	$6.3^{+4.2}_{-2.1}$	$321^{+5.3}_{-2.7}$
125	3.8, 3.5	0.5	124.8	$5.0^{+1.7}_{-3.3}$	$124^{+5.3}_{-2.7}$
40	3.8, 2.7	0.2	39.1	$4.0^{+1.3}_{-2.7}$	$39^{+5.3}_{-2.7}$

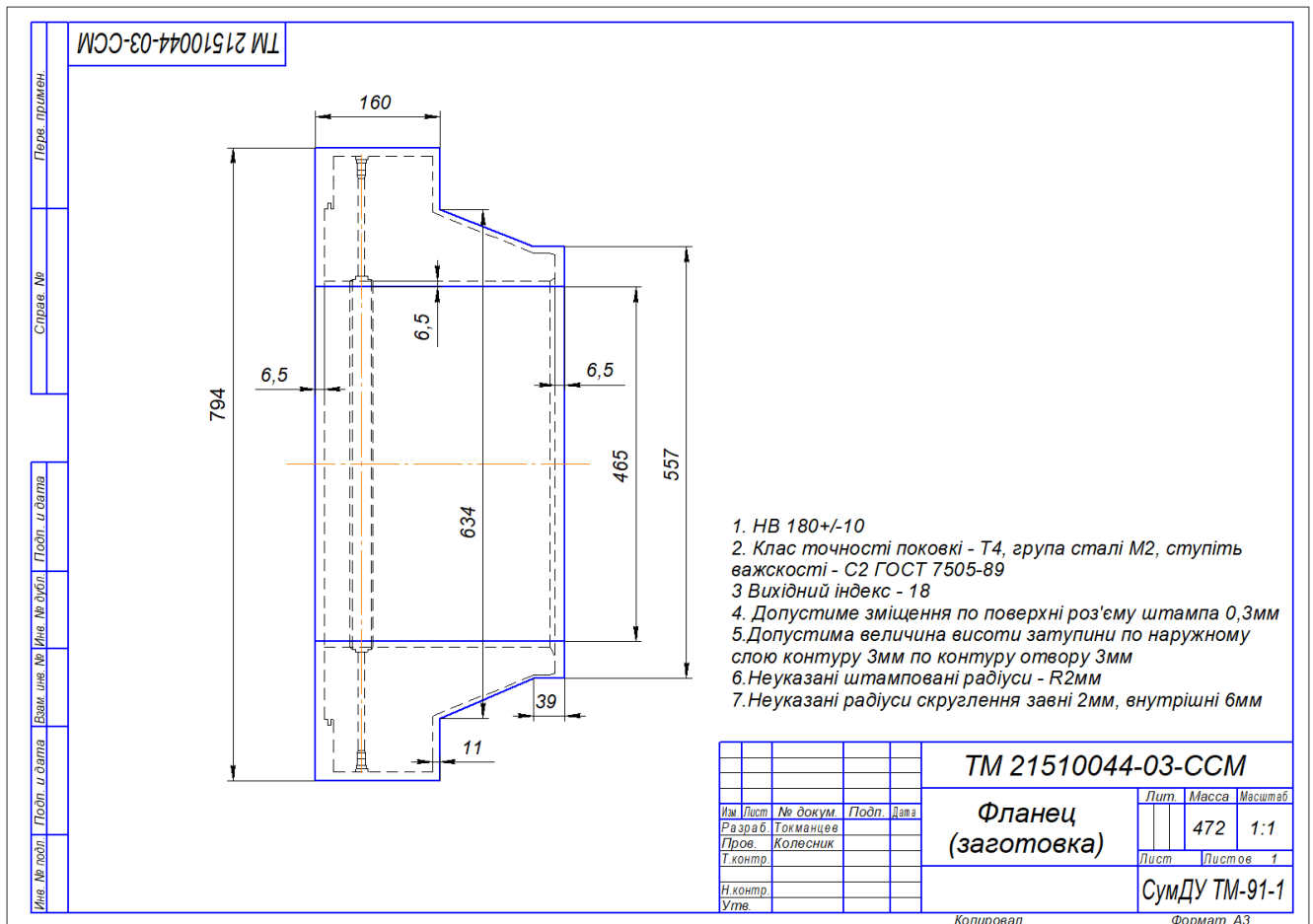


Рисунок 5.1– Креслення заготовки

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

В даному пункті курсового проекту аналізується базовий (заводський) технологічний процес і вносяться в нього корективи – нововведення по обладнанню, технічній оснастці і базуванню.

005 Заготівельна

В умовах одиничного типу виробництва заготовка – поковка кована на молотах. У зв'язку з тим що змінен тип виробництва на середньо-серійний, виникла необхідність змінити спосіб отримання заготовки. Обґрунтування вибору способу отримання заготовки див. п1.4

010 Термічна

Метою термічної обробки поковки є усунення дефектів, що виникли при нагріванні і обробці тиском, поліпшення оброблюваності різанням.

015 Токарно-карусельна

На даній операції за 2 установа проводиться чорнова обробка деталі.

Деталь базується і закріплюється в патроні, що самоцентрує. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Токарно-карусельний верстат мод. 1512

Ріжучий інструмент

Різець 2102-0005 ВК6М ГОСТ 18877-73

Різець 2112-0005 ВК6М ГОСТ 18877-73

Пропоновані нововведення в зв'язку зі збільшенням програми випуску деталі, дана операція розбивається на дві токарно-гвинторізні і токарних з ЧПУ, обробка на яких буде проводиться за один установ. У зв'язку з тим, що тип виробництва - середньосерійному, замінюємо різці з напайними пластинами на різці з пластинами з механічними кріпленням.

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

020 Токарно-гвинторізна

На даній операції за два установка точаться фаски під складання і проводиться чистова обробка торця фланця.

Деталь базується і закріплюється в патрон, що самоцентрує Ø780 ГОСТ 2675-80. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Токарно-карусельний верстат мод. 1512

Ріжучий інструмент

Різець 2102-0005 ВК6М ГОСТ 18877-73

Різець 2170-0005 ВК6М ГОСТ 18882-73

Різець 2177-0501 ВК6М ГОСТ 18890-73

Різець канавковий спеціальний В = 8 мм.

Різець канавковий спеціальний В = 10 мм.

Пропоновані нововведення дана операція проводиться на верстаті з числовим програмним управлінням, а також застосовується збірні різці.

025 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на попередніх операціях технологічного процесу.

Вимірювальний інструмент

Штангельциркуль ШЦ-И-250-0.1 ГОСТ 166-89

Штангельциркуль ШЦ-Ш-800-0.1 ГОСТ 166-89

030 Розмічальна

На даній операції, на розмічальній плиті, розмічаються 27 відп Ø 40, 3 отв під різьбу М20-7Н і 2 відп Ø 32Н12

Допоміжний інструмент

Циркуль розмічальний ГОСТ 27772-80

Лінійка ГОСТ 727-75

Чертілка дротова СТП 3300-2013-78

035 Вертикально-фрезерна

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

На даній операції фрезерується 27 паза R45

Датель базується і закріплюється в спеціальному пристрої. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Вертикально-фрезерний верстат мод. 6560

Ріжучий інструмент

Фреза 2225-0227 Р6М5 ГОСТ 7675-71

Допоміжний інструмент

Втулка 6102-0067 ГОСТ 13598-85

040 Вертикально-свердлильна

На даній операції свердлити 24 отв Ø40, 3 отв під різьбу М20-7Н та нарізати різьбу М20-7Н

Деталь базується та закріплюється в спеціальному обладнанні. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Г180

Ріжучий інструмент

Свердло 2300-0767 Р6М5 ГОСТ 2092-77

Свердло 2301-3725 Р6М5 ГОСТ 10903-77

Ріжучий інструмент

Свердло 2301-0083 Р6М5 ГОСТ 10903-77

Мітчик 2690-0256 Р6М5 ГОСТ 1609-71

Допоміжний інструмент

Втулка 6102-0199 ГОСТ 13598-85

Втулка 6102-0226 ГОСТ 13598-85

Втулка 6102-0228 ГОСТ 13598-85

Патрон 6161-0175 ГОСТ 22627-77

					<i>ТМ 21510044-00-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

Пропоновані нововведення- операції 035-045 об'єднуються в одну операцію – фрезерну з ЧПК. Операція виконується на верстаті з ЧПК мод 6560МФ3

045 Вертикально-свердлильна

На даній операції сверdlити 2 отв Ø12

Деталь базується та закріплюється в спеціальному обладнанні. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Вертикально-свердлильний верстат мод. 2М55

Ріжучий інструмент

Свердло 2301-0909 Р6М5 ГОСТ 2092-77

Допоміжний інструмент

Втулка 6102-0191 ГОСТ 13598-85

050 Слюсарна

Зчистити поверхню деталі від задирок, які з'явилися від механічних операцій

Допоміжний інструмент

Наждачна шкурка ГОСТ 5009-82

Напилок ГОСТ 1965-80

055Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на операціях 040-050 даного технологічного процесу.

Вимірювальний інструмент

Штангельциркуль ШЦ-И-250-0.1 ГОСТ 166-89

Штангельциркуль ШЦ-Ш-800-0.1 ГОСТ 166-89

Калібр-пробка різьбова М20-7Н

060 Горизонтально-розточувальна

На даній операції розсвердлюються 2 отвори під різьбу М22х1,5-7Н, нарізається різьба М22х1,5-7Н, розточується 2 отвори Ø 26,3Н11 та Ø 32Н12 і канавка 60°.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Деталь базується та закріплюється в спеціальному обладнанні. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази – установча і подвійна опорна.

Обладнання

Горизонтально-розточувальний верстат мод 2М615

Ріжучий інструмент

Свердло 2301-0938 Р6М5 ГОСТ 2092-77

Свердло 2301-0960 Р6М5 ГОСТ 2092-77

Різець 2192-0212 ВК6 ГОСТ 9795-89

Мітчик 2690-0278 Р6М5 ГОСТ 1609-71

Допоміжний інструмент

Втулка 6100-0199 ГОСТ 13598-85

Втулка 6100-0195 ГОСТ 13598-85

Оправка 6300-0726 ГОСТ 21223-75

Патрон 6161-0175 ГОСТ 22627-77

065 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на операції 060 даного технологічного процесу.

Вимірювальний інструмент

Калібр-пробка різьбова М22х1,5-7Н

Пробка 8133-1018 Н12 ГОСТ 19811-69

Калібр-пробка спеціальна Ø 26,3Н11

070 Маркувальна

Маркувати ударним методом Сум ДУ МФК ТМБ КП 19 ДФ Сталь 10Г2С

Допоміжний інструмент

Комплект літер українського алфавіту

Комплект цифр арабських

Молоток ГОСТ 2310-77

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку\

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для внутрішньої поверхні тіла обертання Ø478H12

Маршрут обробки даної поверхні вибирається по (6) с11, таблиця 5 і зводиться в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні

Найменування операції (переходи)	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості Ra
Заготівельна	T4	50
Розточування (чорнове)	H14	25 – 1,6
Розточування	H12	6,3 – 0,4

Величина мінімального припуску при обробці наружних та внутрішніх поверхонь визначається за формулою

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + e_{yi}^2}) \quad (6.1)$$

Де Rz_{i-1} - висота мікронерівностей профілю на попередньому переході, МКМ,

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого слою на попередньому переході, МКМ,

p_{i-1}^2 - сумарне значення просторових відхилень форми на попередньому переході, МКМ,

e_{yi}^2 – похибка установки заготовки, МКМ,

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного слою h вибираються по таблицям (6)

для заготовки – $Rz=400$ мкм, $h=400$ мкм,

по переходам – розточування чорнове $Rz=80$ мкм, $h=80$ мкм,

Сумарне значення відхилень форми заготовки при обробці в патроні отворів визначається за формулою

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{екс}}^2} \quad (6.2)$$

де $p_{\text{см}}$ - допустима похибка поковки по зсуву осей фігур,

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$p_{\text{см}} = 2800 \text{ мкм},$$

$p_{\text{екс}}$ - допустима похибка поковки по ексцентричності отворів, $p_{\text{екс}} = 3200$ мкм

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{2800^2 + 3200^2} = 4252 \text{ мкм}$$

Величина остаточного сумарного значення відхилень форми заготовки після переходу визначається за формулою

$$p_i = p_{\text{заг}} + K_y \quad (6.3)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення

Коефіцієнт уточнення вибирається по (6) с190, таблиця 29 для чорнового розточування $K_y = 0,06$

Тоді сумірні значення відхилень форми по переходах дорівнюють

$$p_{\text{черл}} = 4252 \cdot 0,06 = 255 \text{ мкм}$$

Похибка установки e_y , визначається за формулою

$$e_y = \sqrt{e_6^2 + e_3^2} \quad (6.4)$$

для чорнового розточування - $e_y = 210$ мкм

для получистового розточування - $e_y = 100$ мкм

Поставив вибрані () та розраховані (р) значення у формулу (111) для визначення мінімальних припусків на переходах

$$2Z_{\text{min чер}} = 2 \cdot (400 + 400 + \sqrt{4252^2 + 210^2}) = 5057 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{min н/ч}} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{225^2 + 190^2}) = 454 \text{ мкм}$$

Допуск заготовки $\delta_{\text{заг}}$ визначен в п.4 і дорівнює $\delta_{\text{заг}} = 7,1$ (ES=299мкм, EI=-9,7мкм)

Допуск по переходах визначається по (9)

для чорнового розточування $\delta_{\text{чор}} = 1,55$ мм (ES=1/55мм, EI=0)

для получистового $\delta_{\text{н/ч}} = 0,63$ мм (ES=0,63мм, EI=0)

Розміри отворів після получистового точіння визначають за формулою

$$D_{\text{min н/ч}} = D_{\text{ном н/ч}} + EI_{\text{н/ч}} \quad (6.5)$$

$$D_{\min \text{ н/ч}} = 478,0 + 0 = 478 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ н/ч}} = D_{\text{ном н/ч}} + ES_{\text{н/ч}} \quad (6.6)$$

$$D_{\min \text{ н/ч}} = 478 + 0,63 = 478,63$$

Номинальний і максимальний припуск на полустове точіння визначається за формулою

$$2Z_{\text{ном н/ч}} = 2Z_{\min \text{ н/ч}} + \delta_{\text{чер}} \quad (6.7)$$

$$2Z_{\text{ном н/ч}} = 0,454 + 1,550 = 2,004 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max \text{ н/ч}} = 2Z_{\text{ном н/ч}} + \delta_{\text{н/ч}} \quad (6.8)$$

$$2Z_{\max \text{ н/ч}} = 2,004 + 0,63 = 2,634 \text{ мм},$$

Розміри отворів після чорнового розточування визначають за формулою

$$D_{\min \text{ ч}} = D_{\text{ном ч}} = D_{\text{ном н/ч}} - 2Z_{\text{ном н/ч}} \quad (6.9)$$

$$D_{\min \text{ ч}} = D_{\text{ном ч}} = 478,0 - 2,004 = 475,996 \text{ мм},$$

$$D_{\max \text{ ч}} = D_{\text{ном ч}} + \delta_{\text{ч}} \quad (6.10)$$

$$D_{\max \text{ ч}} = 475,996 + 1,55 = 477,546 \text{ мм},$$

Номинальний і максимальний припуск на чорнове розточування визначається за формулою

$$2Z_{\text{ном ч}} = 2Z_{\min \text{ ч}} + ES_{\text{заг}} \quad (6.11)$$

$$2Z_{\text{ном ч}} = 5,057 + 2,4 = 7,457 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max \text{ ч}} = 2Z_{\text{ном ч}} + \delta_{\text{ч}} + EI_{\text{заг}} \quad (6.12)$$

$$2Z_{\max \text{ ч}} = 7,457 + 1,55 + 4,7 = 13,707 \text{ мм},$$

Розміри отворів заготовки визначаються за формулами

$$D_{\text{ном заг}} = D_{\text{ном ч}} - 2Z_{\text{ном ч}} \quad (6.13)$$

$$D_{\text{ном заг}} = 475,996 - 7,457 = 468,539 \text{ мм},$$

Приймаємо номінальний діаметр отвору заготовки 468,5 мм

$$D_{\max \text{ заг}} = D_{\text{ном заг}} + ES_{\text{заг}} \quad (6.14)$$

$$D_{\max \text{ заг}} = 468,5 + 2,4 = 470,9 \text{ мм},$$

$$D_{\min \text{ заг}} = D_{\text{ном заг}} - EI_{\text{заг}} \quad (6.15)$$

$$D_{\min \text{ заг}} = 468,5 - 4,7 = 463,8 \text{ мм},$$

Розраховані значення номінальних і максимальних припусків та проміжних розмірів зводяться в таблицю 1.8

Розрахунок загального припуску на обробку поверхні здійснюється за формулою

$$2Z_{\text{ном загал}} = \sum 2Z_{\text{ном м.о.}} \quad (6.16)$$

де $\sum 2Z_{\text{ном м.о.}}$ – сума номінальних між-операційних припусків, мм

$$2Z_{\text{ном загал}} = 2,004 + 7,457 = 9,461 \text{ мм}$$

Таблиця 6. 2- Вихідні та розрахункові дані на заданий розмір

Технологічні операції	Елементи припуска				Розрахунок припусків			Розрахунок Розмірів		
	Rz_i	h_{i-1}	p_{i-1}	e_{yi}	$2Z_{min}$	$2Z_{ном}$	$2Z_{max}$	D_{min}	$D_{ном}$	D_{max}
Заготівельна	-	-	-	-	-	-	-	463,8	468,5	470,9
Чорнове розточ	40 0	400	4252	21 0	5,057	7,457	13,70 7	475,99 6	475,99 6	477,54 6
Получистове розточ	80	100	255	10 0	0,454	2,004	2,634	478,0	478,0	478,63

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Згідно з завдання необхідно вибрати раціональну схему базування заготовки під час її оброблювання на токарно-гвинторізній операції 030.

Згідно з положеннями технології машинобудування як базові поверхні під час установки заготовки потрібно вибирати такі, що мають просту форму, зокрема кістку та (або) циліндричну, є достатньо розвинутими за габаритами та є достатньо точними.

Аналіз поверхонь заготовки показав, що на роль технологічних баз претендують зокрема плоский торець $\varnothing 557$ та циліндричний отвір $\varnothing 465$ (див. рис. 6.1) .Ці поверхні мають просту форму і достатньо великі габарити, що дозволяє забезпечити стійке положення заготовки під час її оброблення.

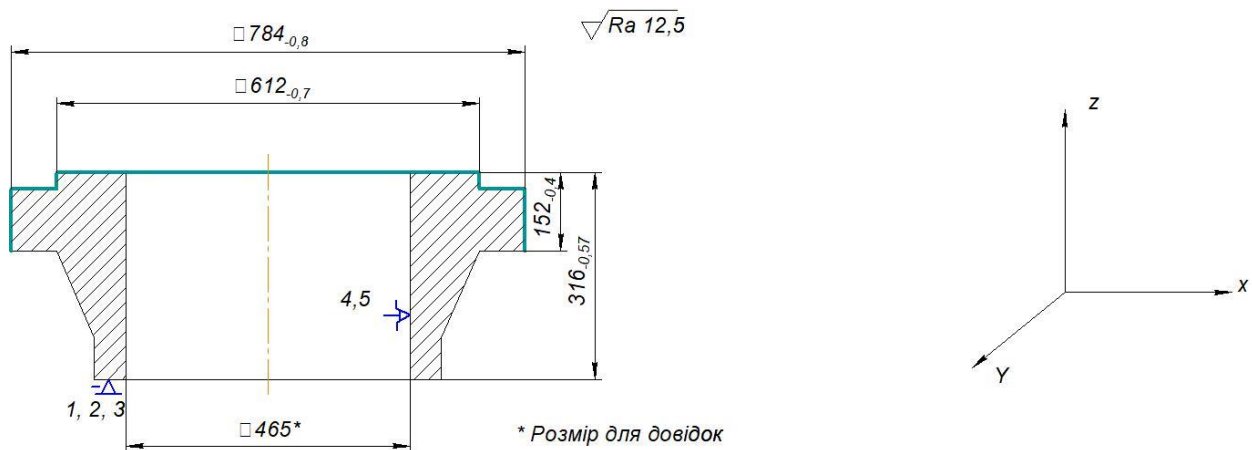


Рисунок 6.1 – Схема базування заготовки на токарно-гвинторізній операції 030

Згідно з рисунком 6.1 за торцем $\varnothing 557$ реалізується установча база, яка позбавляє заготовку 3-х ступенів вільності: поступального переміщення вздовж центральної осі Z, та обертання навколо осі Y та X (див. табл. 6.1, 6.2).

За цим отвором $\varnothing 465$ реалізується подвійно-опорна база, що позбавляє заготовку 2-х ступенів вільності: постійного переміщення вздовж осі X та Y (див. табл. 6.3, 6.4).

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	0	1	УБ
α	1	1	0	
L	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	

Під час оброблення правого торця заготовки в радіальному розмірі $316_{-0,57}$ похибка базування відсутня (технологічна база вимірювальні бази співпадають). Для радіального розміру $152_{-0,4}$ похибка базування дорівнює $0,57$ мм, тобто $E_{6152} = T_{316} = 0,57$ мм. Проте, завдяки тому, що вимірювальна база для радіального розміру 152 задається від раніше обробленої поверхні в радіальному розмірі 316, похибка базування нівелюється. За умови використання самоцентрувального

патрону похибки базування на діаметральному розмірі будуть відсутні. Отже точність радіальних розмірів на операції гарантуються.

При базуванні деталі в пристосуванні на 055 Фрезерна з ЧПК операцію, деталь позбавляється шести ступенів вільності. Мають місце три технологічні бази: установча база (основа деталі), подвійна опорна (центральної отвір $d=478H12$). Установча база позбавляє деталь трьох ступенів волі: обертання навколо вісей X та Y; переміщення уздовж вісі Z. Подвійна опорна база позбавляє детально 2-х ступенів волі: переміщення вздовж X та Y

Деталь встановлюється на призми з кутом 90^0 . З правого торця є упор. Закріплюється деталь зажимом силового привода.

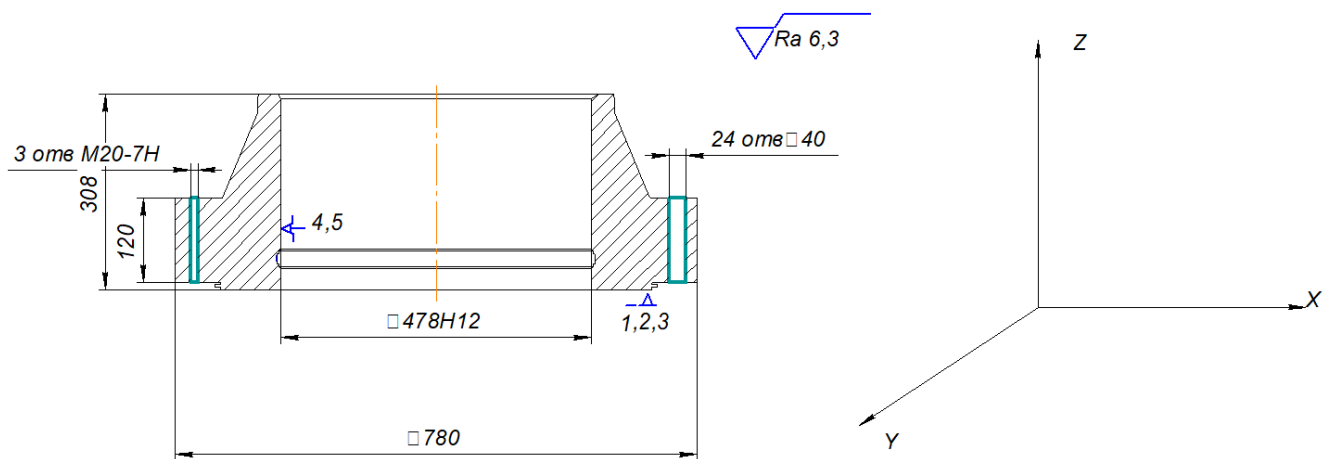


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на операції 055 “Фрезерна з ЧПК”

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Верстат Токарний Карусельний You Ji VTL1200

Токарно-карусельні верстати серії VTL1200 призначен для обробки деталі на 030 операцію на токарно-гвинторізній. Вирізняються цей верстат жорсткістю, стабільністю та дуже високою якістю виробництва. Вони призначені для важкої точної обробки великогабаритних симетричних і несиметричних деталей. Масивна, ребриста конструкція верстата, виготовлена з литого чавуну, має дуже добрі механічні властивості, забезпечуючи ефективну та точну обробку. Використані основні приводи великої потужності (FANUC, SIEMENS) і двоступенева зубчаста

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

коробка передач німецької компанії ZF ефективно передають велику потужність і сильний крутний момент Напрямні ковзання балки супорту (вісь X), колони (установочний рух) і повзуна (вісь Z) мають твердість 48-52 HRC, а ковзний бік вистелений плитами з матеріалу Turcite В, що мають дуже низький коефіцієнт тертя. Верстат може бути обладнаний додатковою віссю С. Окрім основного шпинделя (стола) верстат має у такому разі другий шпиндель (у повзуні), як у фрезерному обробному центрі. Завдяки такому рішенню верстат можна використовувати як універсальний вертикальний

токарно-фрезерний центр, який дозволяє, крім точіння, виконувати додаткові операції, зокрема фрезерування, виточку, свердління, нарізання різьби, шліфування тощо.

Таблиця 6.5 – Специфікація верстата

Тип токарного верстата	карусельний
Тип підшипників	перехресний підшипник
Максимальний діаметр точіння (мм)	1350
Максимальний діаметр обороту деталі (мм)	1600
Максимальна висота точіння (мм)	1200/1600/1800
Розмір стола (мм)	1250
Максимальне навантаження стола (кг)	5000
Потужність головного приводу S1(S60) (кВт)	37(45)



Рисунок 6.3 – Токарно-карусельний верстат You Ji VTL1200

6.4 Обґрунтування вибору верстатного пристрою

Планшайба з механізованим приводом закріплення заготовки

Планшайби, що використовуються на токарно-гвинторізних та токарно-карусельних верстатах, значно відрізняється. Якщо на токарно-гвинторізних верстатах планшайби використовуються як допоміжне кріплення для складних заготовок, то на токарно-карусельних установках планшайба є основним способом кріплення та є необхідним елементом верстата. На токарно-карусельних верстатах планшайба виконує функції горизонтального столу, що обертається.

Планшайба токарно-карусельних верстатів являє собою велику деталь у вигляді диска з центральним отвором, що базує. В отвір може бути запресована втулка, яку встановлюються пристосування. Наявність втулки обумовлено підвищеним зношуванням цієї області. Зношена втулка замінюється, а планшайба використовується далі. Зверху на планшайбі є Т-подібні пази, що розходяться від центру. Вони встановлюються затискні кулачки та інші пристосування закріплення оброблюваної заготовки.

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

Знизу планшайба має складну будову. У центрі знаходиться виступ у вигляді втулки, в отвір якої вставляється шпindel. Для фіксації з'єднання використовуються гвинти, що проходять через фланець шпинделя. На відстані від центру знаходяться ребра жорсткості. Краї планшайби спираються на кругові напрямні. Тяжкі планшайби мають додаткові напрямні.

Привід планшайб має два варіанти будови. Обертання планшайби передається через велике зубчасте колесо, закріплене знизу. Косозубе зачеплення вважається більш надійним та придатним для високих навантажень.

Серед карусельних верстатів виділяють одно- та двостоїчні. На одностійкових установлюють планшайбу радіусом до 800 мм. Використовують для обробки заготовок, які мають радіус до 750 мм. Краще показники мають двостоїчні, де можна встановити планшайбу радіусом до 12500 мм, завдяки чому можна обробляти великогабаритні заготовки. На станині, що знаходиться у вертикальній площині, є дві напрямні, де переміщається поперечка із встановленими на ній револьверним та розточувальним супортом. Супорти карусельних верстатів, водночас, переміщаються горизонтальними напрямними.

6.5 Розрахунки режимів різання

030 Токарно-гвинторізна

На токарно-карусельному верстаті мод. You Ji VTL1200 проводиться чорнове обточування поверхонь, показаних на малюнку 10. Параметр шорсткості оброблених поверхонь $R_a = 12,5$ мкм. Матеріал заготовки - сталь 10Г2 твердістю 110..120 НВ. Ріжучий інструмент - Різець 2141-0057 Т5К10 ГОСТ 18883-73 *. Припуск на сторону - $1-h = 5,0$ мм, $4-h = 5,0$ мм.

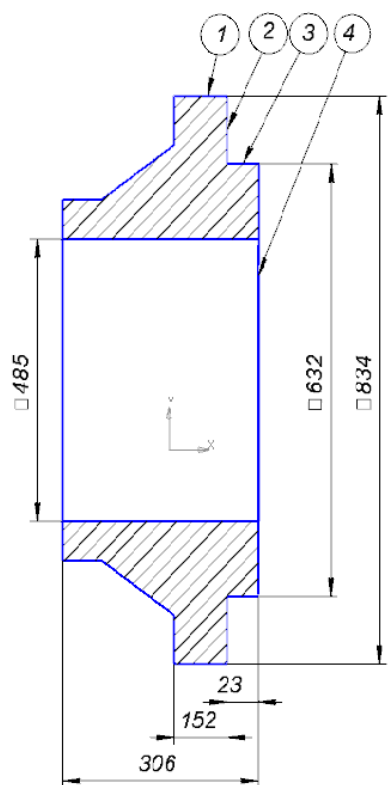


Рисунок 6.4 - Ескіз на обробку из операції 030

Так як припуск на даній операції знімається не за один прохід, то глибина різця дорівнює:

$$t=2,5 \text{ мм}$$

$$t=4,0 \text{ мм}$$

$$t=2,0 \text{ мм}$$

$$t=2,5 \text{ мм}$$

Подача призначається по (11) з 36, карта 1. Для обробки заготовки діаметром 780 мм з різцем перетином 16x25 мм, при глибині різання до 3 мм рекомендується подача $S_0 = 1,0-1,4 \text{ мм / об}$, при глибині до 5 мм рекомендується подача $S_0 = 0,8-1,2 \text{ мм / об}$. Ця подача перевіряється по лімітуючим факторам.

Знаходиться максимальне значення подачі, що допускається заданим параметром шорсткості поверхні по (11) з 39. карта 3. В цій карті наведені подачу лише для колишніх 4-6-го класів шорсткості поверхні, а $Ra = 12,5 \text{ мкм}$ відповідає колишньому 3-го класу шорсткості. За нормативними даними, для отримання $Ra =$

						Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12,5 мкм при обробці вуглецевої і легованої сталі і радіусі до 2,0 мм рекомендується $S_0 = 0,8-1,2$ мм / об.

Знаходиться максимальна подача, що допускається міцністю державки різця по (11) з 385, додаток 9. Для сталі з $\delta_b=40-59$ кг/мм², глибині до 3,5 мм і перетину різця 16x25 мм $S_{0\text{доп}} = 2,7$ мм / об. Приймаємо, що різець встановлений резцедержателе з нормативним веліти $l = 1,5$ ЧН. В цьому випадку поправочний коефіцієнт на подачу KS-1,0 з (11) з 385, додаток 9.

Знаходимо максимальну подачу, що допускається міцністю пластини з твердого сплаву по (11) з 387, додаток 10.

Ця подача залежить від ряду факторів, у тому числі від товщини пластини з твердого сплаву. Для різця перетином 16x25 мм застосовують пластини товщиною $z = 4$ ч5 мм, приймаємо $z = 4$ мм. Для сталі $\delta_b=40-64$ кг/мм², кута $\varphi = 95^\circ$, глибині до 4 мм та товщини пластини 4 мм $S_{0\text{доп}} = 1,3$ мм / об.

Знаходимо максимальну подачу, що допускається жорсткістю заготовки по (11) з 392, додаток 12. В цій карті наведені подачі лише для колишніх 3-5-го класів точності, а IT14 відповідає колишньому 6-м класом точності. За нормативними даним, для отримання даної точності при обробці вуглецевої і легованої сталі $\delta_b=40$ ч64 кг/мм², глибині до 5,0 мм і діаметру заготовки > 100 мм рекомендується $S_{0\text{доп}} = 2,5$ мм / об.

Таким чином, для заданих умов роботи подача лімітується параметром шорсткості оброблених поверхні $R_a = 12,5$ мкм, так як $S_0 = 0,8$ ч1,2 мм / об опинилася найменш з усіх допустимих подач.

Отриману подачу остаточно перевіряється осьової складової сили різання, що допускається міцністю механізму подачі верстата $R_{x\text{доп}}$. У верстата мод You Ji VTL1200 $R_{x\text{доп}} = 600$ кгс. При заданих умовах роботи у подачі $S_0 = 0,8$ ч1,2 мм / об по (11) з 382, додаток 7- для сталі з $O_b=40$ ч56 кг/мм², глибині до 5,0 мм S_0 до 1,8 мм/об, кута ($\varphi = 90^\circ$, при швидкості плавного рух різання до 40 м / хв сила $R_x = 128$ кгс. Так як $R_x < R_{x\text{доп}}$ ($128 < 600$), то $S_0 = 0,8$ ч1,2 мм / об не лімітується міцністю механізму подачі верстата. Таким чином, прийнята є для заданих умов обробки

												Лист
												32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								

максимально технологічно допустимого. Приймаємо 1,3,4 - $S_0 = 1,2$ мм / об, 2- $S_0 = 1,0$ мм / об.

Коригуємо подачу за паспортними даними верстата 1,3,4 - $S_0 = 1,2$ мм / об, 2- $S_0 = 1,0$ мм / об.

Призначаємо період стійкості різця $T = 60$ хв по (11) С31. Допустимий знос різця з твердого сплаву по задній поверхні по (11) С370, додаток 3, для чорнової обробки вуглецевої і легованої сталі $h_3 = 1,0$ мм.

Визначаємо швидкість Головно рух різця, що допускається різцем по (11) С41, карта 5. Для глибини дл 3 мм, S_0 до 1,2 мм / об і кута $\varphi > 0^\circ$ 1,3,4 – $V_T = 12,3$ м/хв, для глибини до 5 мм, S_0 до 1,0 мм / об і кута $\varphi > 0^\circ$ 2 – $V_T = 12,2$ м/хв.

Враховуємо поправочні коефіцієнти, наведені в карті.

Поправочний коефіцієнт, що враховує марку інструментального матеріалу $K_{uv} = 0,65$

Поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки $K_{uv} = 0,8$.

Поправочний коефіцієнт, що враховує марку оброблюваної заготовки $K_{uv} = 1,65$

Швидкість головного руху різця виражається за формулою

$$V = V_T \cdot K_{ux} \cdot K_{dx} \cdot K_{nx} \cdot K_{mx} \quad (6.17)$$

$$1 - V = 12,3 \times 0,65 \times 1,13 \times 0,8 \times 1,65 = 119,25 \text{ м/хв}$$

$$2 - V = 12,2 \times 0,65 \times 1,13 \times 0,8 \times 1,65 = 118,29 \text{ м/хв}$$

$$3,4 - V = 12,3 \times 0,65 \times 0,8 \times 1,65 = 105,53 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання шпинделя виражаєм за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.18)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм

$$n = \frac{1000 \cdot 119,25}{\pi \cdot 794} = 47,83, \text{ об/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118,29}{\pi \cdot 794} = 47,44, \text{ об/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 105,53}{\pi \cdot 612} = 55,1, \text{ об/хв}$$

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

$$n = \frac{1000 \cdot 105,53}{\pi \cdot 784} = 42,86, \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспортним даним верстата та встановлюємо дійсні значення частоти обертання 1,2,3 – пб = 50 об/хв,

4 – пб = 40 об/хв

Виражаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (6.19)$$

$$1,2 - V_d = \frac{\pi \cdot 794 \cdot 50}{1000} = 124,65 \text{ м/хв},$$

$$3 - V_d = \frac{\pi \cdot 612 \cdot 50}{1000} = 96,08 \text{ м/хв},$$

$$4 - V_d = \frac{\pi \cdot 784 \cdot 40}{1000} = 98,47 \text{ м/хв},$$

Виражаємо потужність, затрачену на різання по (11) С48, карта 7. Для $\delta < 58 \text{ кг/мм}^2$, глибина до 5 мм, $S_0 = 1,2 \text{ мм / об}$ і V_d до 130 м/хв $N_T = 2,9 \text{ кВт}$. Для заданих вимог обробки приведен в карті поправочний коефіцієнт на потужність $K_N = 1,0$.

Отже $N = N_T = 2,9 \text{ кВт}$

Перевіряється, чи достатня потужність привода верстата по залежності

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}} \quad (6.20)$$

По паспортним даним верстата мод 16К90 потужність електродвигуна привода верстата $N = 11 \text{ кВт}$. ККД верстата $\mu = 0,85$. Потужність шпинделя верстата виражається за формулою

$$N_{\text{шп}} = N \cdot \mu \quad (6.21)$$

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,5 \text{ кВт}$$

Так як кутові (30) здійснювались ($2,9 < 9,35$), то обробка можлива.

Основний час виражається за формулою

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i \quad (6.22)$$

де L – довжина робочого ходу різця, мм,

i – кількість проходів,

Довжина робочого ходу різця виражається за формулою

$$L = l + y + \Delta \quad (6.23)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм,

				Лист	
				35	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ТМ 21510044-00-ПЗ

\sqrt{y} – величина врізання, мм,

Δ - величина перебігу, мм,

$$1- L = 174,5 + 2,5 + 2 = 179 \text{ мм,}$$

$$2- L = 89 + 3 = 92 \text{ мм,}$$

$$3- L = 23 + 3 = 26 \text{ мм}$$

$$4- L = 129 + 3 + 2 = 134 \text{ мм}$$

$$1 - T_o = \frac{179}{1,2 \cdot 50} = 7,16 \text{ хв,}$$

$$2 - T_o = \frac{93}{1,0 \cdot 50} = 11,04 \text{ хв,}$$

$$3 - T_o = \frac{36}{1,2 \cdot 50} = 0,43 \text{ хв,}$$

$$4 - T_o = \frac{134}{1,2 \cdot 40} = 5,58 \text{ хв,}$$

Допоміжний час виражається за формулою

$$T_B = T_{B \text{ уст}} + T_{B \text{ оп}} + T_{B \text{ ізн}} \quad (6.24)$$

де $T_{B \text{ уст}}$ – час на установку і зняття деталі, по (12) с52, карта 3 – при установі деталі в сомоцентрувальному патроні $T_{B \text{ уст}} = 1,42$ хв.

$T_{B \text{ оп}}$ – час обов'язковий з операцією по (12) с79, карта 14, $T_{B \text{ оп}} = 1,34$ хв,

$T_{B \text{ ізн}}$ – час на вимірювання по (12) с 80, карта 15, при вимірюванні довжини штангельциркулем до 1000 мм $T_{B \text{ ізн}} = 1,47$ хв

$$T_B = 1,42 + 1,34 + 1,47 = 4,23 \text{ хв}$$

Сума основного і допоміжного часу становить час оперативної роботи $T_{\text{оп}}$

$$T_{\text{оп}} = T_o \cdot T_B, \quad (6.25)$$

$$T_{\text{оп}} = 7,16 + 11,04 + 0,43 + 5,58 + 4,23 = 28,44$$

Норма штучного часу виражається за формулою

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{арг}} + a_{\text{атл}}}{100}\right), \quad (6.26)$$

Час на організаційне та технічне обслуговування робочого місця та особисті потреби по (12) с90, карта 16, $a_{\text{тех}} + a_{\text{арг}} + a_{\text{атл}} = 9\%$

$$T_{\text{шт}} = 28,44 \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 30,99$$

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

Норма підготовчо-заключного часу Тпз виражається по (12) с96, карта 21, та состоит з

- часу на отримання наряду, креслення, тех документації, ріжучого та допоміжного інструменту і обладнання, 9 хв
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, тех документацією, 2 хв
- час на установку ісходних режимів роботи верстата, 0,15 хв
- час на розточку кулачків, 5 хв
- час на настройку обладнання для подачі СОР, 0,25 хв

$$T_{пз}=9+2+0,15+5+0,25=16,4 \text{ хв}$$

055 Фрезерна з ЧПК

Вибір режимів різання для свердління і різьбонарізання

Подача, швидкість, потужність і осьова сила різання вибирається по (11) с 129, карта 46-51. Вибрані режими різання зводяться в таблицю 6.6.

Велечини частот обертання для табличних значень швидкості різання виражаються за формулою (28)

$$n = \frac{1000 \cdot 27,3}{3,14 \cdot 4} = 2174 \text{ об/хв}$$

Для інших переходів розрахунок ведеться аналогічно. Дані розрахунків зведені в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6 – Табличні значення режимів різання

Перехід	S _{оп} , мм/об	V, м/хв	К _т кВт	P _т Н	Мкр, Нм	п _т , об/хв
Центрування Ø4	0,09	27,3	0,19	580	-	2177
Свердління Ø40	0,53	17,6	У1	19637	-	101
Свердління Ø17,5	0,70	18,7	2,15	7982	-	335

Розсвердлювання Ø24	0,95	17,3	1,77	3730	-	230
Нарізання різи M20	2,5	12,8	1,20	97,0	71,8	207

Табличні значення режимів різання корегуються в залежності від змінених вимог роботи по формулам корегування (11) с172, карта 12.

Формули зведені в таблицю 6.7

Таблиця 6.7 – Формули корегування табличних значень

Перехід	Режими різання	Формула корегування
Свердління	Подача – S Швидкість – V Потужність – N Сила – P	$S = S_{от} \cdot K_{SM}$ $V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VX} \cdot K_{VT} \cdot K_{VO} \cdot K_{VU} \cdot K_{VW} \cdot K_{VI}$ $N = N_T / N_{KM}$ $P = P_T / P_{PM}$
Розсвердлювання	Подача – S Швидкість – V Потужність – N Сила – P	$S = S_{от} \cdot K_{SM}$ $V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VX} \cdot K_{VT} \cdot K_{VO} \cdot K_{VU} \cdot K_{VW} \cdot K_{VI}$ $N = N_T / N_{KM}$ $P = P_T / P_{PM}$
Нарізання різи	Подача – S Швидкість – V Потужність – N Сила – P	$S = S_{от} \cdot K_{SM}$ $V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VX} \cdot K_{VT} \cdot K_{VO} \cdot K_{VU} \cdot K_{VW} \cdot K_{VI}$ $N = N_T / N_{KM}$ $P = P_T / P_{PM}$

Значення поправочних коефіцієнтів вибираються по (11) с142, карта 53 і зводять в таблицю 6.8.

Таблиця 6.8 – Значення поправочних коефіцієнтів

Коефіцієнт	K_{SM}	K_{VM}	K_{VZ}	K_{VX}	K_{VO}	K_{VO}	K_{VI}	K_{VW}	K_{VT}	K_{NM}	K_{PM}	K_{VK}	K_{MM}
Значення	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1

Скориговані значення режимів різання зведені в таблицю 6.9.

Таблиця 6.9 – Скориговані значення режимів різання

Перехід	S_{0T} , мм/об	V , м/хв	K_T кВт	P_T Н	Мкр, Нм	пт, об/хв
Центрування $\varnothing 4$	0,1	27,03	0,17	527,3	-	2152
Свердління $\varnothing 40$	0,58	14,45	3,73	17851,8	-	100
Свердління $\varnothing 17,5$	0,44	18,22	1,96	7256,4	-	332
Розсвердлювання $\varnothing 24$	1,05	19,03	1,61	3118,2	-	253
Нарізання різі М20	2,5	14,08	1,20	85,5	38,0	224

Хвилина подача розраховується за формулою

$$S_{XB} = S_0 \cdot n \quad (6.27)$$

$$S_{XB} = 0,1 \cdot 2152 = 215,2 \text{ мм/хв}$$

$$S_{XB} = 0,58 \cdot 100 = 58 \text{ мм/хв}$$

$$S_{XB} = 0,44 \cdot 332 = 146 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB} = 1,05 \cdot 253 = 266 \text{ мм/хв}$$

$$S_{XB}=2,5 \cdot 224=560 \text{ мм/хв}$$

Обороти шпинделя і хвилинна подача корегуються по паспортним даним верстата

- $n = 2000 \text{ об/хв}, S_{XB} = 200 \text{ мм/хв}$
- $n = 100 \text{ об/хв}, S_{XB} = 63 \text{ мм/хв}$
- $n = 315 \text{ об/хв}, S_{XB} = 160 \text{ мм/хв}$
- $n = 250 \text{ об/хв}, S_{XB} = 250 \text{ мм/хв}$
- $n = 500 \text{ об/хв}, S_{XB} = 200 \text{ мм/хв}$

Фактична швидкість різання

$$1- V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2000}{1000} = 25,12 \text{ м/хв}$$

$$2- V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 100}{1000} = 14,44 \text{ м/хв}$$

$$3- V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 17,5 \cdot 315}{1000} = 17,31 \text{ м/хв}$$

$$4- V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 250}{1000} = 18,84 \text{ м/хв}$$

$$5- V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 500}{1000} = 31,40 \text{ м/хв}$$

Згідно з паспортом верстата потужність його двигуна $N_d=15\text{кВт}$, коефіцієнт корисної дії $\mu=0,81$ по (11). З усіх розрахованих переходів найбільша потужність різання відповідає свердління отворів $\varnothing 40 N=3,73 \text{ кВт}$.

Перевіряється вимога (30)

$3,73 < 15 \cdot 0,81 = 12,15$ – вимога 30 виконується, отже обробка можлива

Вибір режимів різання для фрезерування

Подача на зуб вибирається по (11) с213, карта 79 $S_z=0,21 \text{ мм/зуб}$. Поправочні коефіцієнти на подачу вибираються по (11) с217, карта 82 $K_{sm}=1,2, K_{su}=1,0, K_{sz}=0,7, K_{sl}=1,0$

Подача на зуб виражається за формулою

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{SM} \cdot K_{Su} \cdot K_{SZ} \cdot K_{SL} \quad (6.28)$$

$$S_z = 0,21 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,18 \text{ мм/зуб}$$

Подача на оберт виражається за формулою

					<i>ТМ 21510044-00-ПЗ</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_o = S_z \cdot Z \quad (6.29)$$

де Z – число зубців фрези

$$S_o = 0,18 \cdot 6 = 1,08 \text{ мм/об}$$

Табличні значення швидкості та потужності різання вибираються по (11) с228, карта 87, $V_T = 19$ м/хв, $N_T = 2,94$ кВт

Поправочні коефіцієнти для визначення швидкості і потужності різання вибираються по (11) с221, карта 84

$$K_{VO} = K_{NO} = 1,2$$

$$K_{VM} = 1,35 \quad K_{NM} = 0,65$$

$$K_{VU} = K_{NU} = 1,0$$

$$K_{VT} = K_{NY} = 1,0$$

$$K_{VB} = K_{NB} = 1,0$$

$$K_{VN} = K_{NN} = 1,0$$

$$K_{VX} = K_{NX} = 1,0$$

Швидкість і потужність різання виражаються за формулою

$$V = V_T \cdot K_{VO} \cdot K_{VM} \cdot K_{VU} \cdot K_{VT} \cdot K_{VB} \cdot K_{VN} \cdot K_{VX} \quad (6.30)$$

$$N = N_T \cdot K_{NO} \cdot K_{NM} \cdot K_{NU} \cdot K_{NT} \cdot K_{NB} \cdot K_{NN} \cdot K_{NX} \quad (6.31)$$

$$V = 19 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 30,78 \text{ м/хв}$$

$$N = 2,94 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,65 \text{ кВт}$$

Частота обертання шпинделя виражається за формулою (1,18)

$$n_p = \frac{1000 \cdot 30,78}{3,14 \cdot 90} = 109 \text{ об/хв}$$

Корегуємо по паспорту верстата $n_\phi = 100$ об/хв

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 100}{1000} = 28,26 \text{ м/хв}$$

Хвилинна подача виражається за формулою

$$S_{хв} = 1,08 \cdot 100 = 108 \text{ мм/хв}$$

Фактична потужність різання виражається за формулою

$$N_\phi = N \cdot V_\phi / V \quad (6.32)$$

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$N_{\phi} = 2,65 \cdot \frac{28,26}{30,78} = 2,73 \text{ кВт}$$

Допоміжний час визначається за формулою (6.5.16)

Час на установку і зняття деталі по (12) з 52, карта 3 $T_{В\text{уст}} = 0,72 \text{ хв}$

Час обов'язків з операцією по (12) з 79, карта 17 $T_{Воп} = 1,37 \text{ хв}$

Час на вимірювання по (12) з 80, карта 15 $T_{В\text{изм}} = 3,77 \text{ хв}$

$$T_{В} = 0,42 + 1,34 + 3,47 = 5,23 \text{ хв}$$

Норма штучного часу розраховується за формулою

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_{В}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{арг}} + a_{\text{атл}}}{100}\right), \quad (6.33)$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по (12) С90, карта 16 $a_{\text{тех}} + a_{\text{арг}} + a_{\text{атл}} = 9\%$

$$T_{шт} = (28,17 + 5,23) \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 36,41 \text{ хв}$$

Норма підготовчо-заключного часу $T_{пз}$ виражається по (12) с96, карта 2 $T_{пз} = 14,6 \text{ хв}$

В таблицях 6.10-6.11 приведені режими і норма часу механічної операції

Таблиця 6.10 – Режими різання і норми часу на операції 030

Оброблювана	Режими різання	Норми часу
-------------	----------------	------------

поверхня	Глибина різання t ,	Число проходів i ,	Частота S , мм/об	Частота обертання шпинделя n об/хв	Швидкість різання V м/хв	Основний час T_0 , хв	Допоміжний час $T_в$,	Штучний час $T_{шт}$, хв	Підготовчо- завершальний час
Торець Ø612/ Ø465	2,5	2	1,2	50	127,80	7,16	4,23	28,19	16,4
Торець Ø784/ Ø612	4,0	6	1,0	50	127,80	11,04			
Поверхня Ø 612	2,0	1	1,2	50	99,22	0,43			
Поверхня Ø784	2,5	2	1,2	40	100,98	5,58			
Всього						24,21			

Таблиця 6.11– Режими різання і норми часу на операції 035

Оброблювана поверхня	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t ,	Число проходів i ,	Частота S , мм/об	Частота обертання	Швидкість різання V м/хв	Основний час T_0 , хв	Допоміжний час $T_в$,	Штучний час $T_{шт}$, хв	Підготовчо- завершальний час
Торець Ø544/ Ø496	3,5	2	0,8	60	145,70	1,56	6,18	29,85	17,5
Торець Ø784/ Ø620	3,5	2	0,8	63	159,05	3,29			
Поверхня Ø 544	3,5	2	0,8	80	142,93	1,88			
Конус Ø640/ Ø564 IT25	3,5	2	0,8	80	160,77	2,50			
Фаска 40°	20,0	1	0,8	80	140,17	0,45			
Фаска 15°	3,0	1	0,6	80	141,68	0,19			
Фаска 25°	3,5	1	0,6	63	103,66	0,36			
Галтель R10	10,0	1	0,6	80	164,49	0,25			
Поверхня Ø496	3,5	2	0,6	63	98,12	10,48			

Всього						21,21			
--------	--	--	--	--	--	-------	--	--	--

Таблиця 6.12 – Режими різання і норми часу на операції 045

Оброблювана поверхня	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t,	Число проходів і,	Частота S, мм/об	Частота обертання	Швидкість різання V м/хв	Основний час To, хв	Допоміжний час Tв,	Штучний час Tшт, хв	Підготовчо- завершальний час
Торець Ø640/ Ø478	1,5	2	0,8	80	165,79	2,89	5,68	25,38	17,5
Поверхня Ø 608	2,0	1	0,8	80	157,75	0,10			
Торець Ø640/ Ø608	3,5	2	0,8	80	165,79	0,63			
Поверхня Ø 640	1,0	1	0,8	80	165,79	0,28			
Торець Ø780/ Ø640	2,0	1	0,8	63	158,26	1,45			
Поверхня Ø 780	2,0	1	0,8	63	158,26	1,89			
Канавка b8	8,0	1	0,4	50	103,62	0,35			
Канавка b51,5	10,0	6	0,4	63	100,49	1,67			
Канавка b25	10,0	3	0,4	63	104,85	2,14			
Фаска 3x45°	3,0	2	0,4	63	100,49	0,56			
Поверхня Ø 478	1,0	1	0,6	63	98,51	5,64			
Всього						17,60			

Таблиця 6.13 – Режими різання і норми часу на операції 055

Оброблювана	Режими різання	Норми часу
-------------	----------------	------------

поверхня	Глибина різання t ,	Число проходів i ,	Частота S , мм/об	Частота обертання шпинделя n , об/хв	Швидкість різання V м/хв	Основний час T_0 , хв	Допоміжний час $T_в$,	Штучний час $T_{шт}$, хв	Підготовчо-завершальний час
Паз R45	35,0	24	1,08	100	28,26	9,11	5,23	36,41	14,6
Центровий отвір Ø4	20	27	0,1	2000	25,12	2,88			
Отвір Ø 40	2,30	24	0,58	100	14,44	11,87			
Отвір Ø 17,5	8,75	3	0,44	315	17,31	1,95			
Отвір Ø 24	3,25	3	1,05	250	18,84	1,14			
Різьба M20-7H	1,25	3	2,5	500	31,40	1,22			
Всього						28,17			

Таблиця 6.14 – Режими різання і норми часу на операції 065

Оброблювана поверхня	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t ,	Число проходів i ,	Частота S , мм/об	Частота обертання шпинделя n , об/хв	Швидкість різання V м/хв	Основний час T_0 , хв	Допоміжний час $T_в$,	Штучний час $T_{шт}$, хв	Підготовчо-завершальний час
Центровий отвір Ø4	2,0	1	0,1	2000	25,12	0,02	4,60	36,24	16,2
Отвір Ø 40	6,0	1	0,44	500	18,84	27,65			
Отвір Ø 17,5	4,25	1	1,05	315	20,28	0,27			
Отвір Ø 24	2,9	1	1,05	250	20,65	0,18			
Поверхня Ø 42	2,85	3	0,26	1000	100,48	0,15			
Канавка 60°	0,3	1	0,26	1000	91,06	0,10			

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТМ 21510044-00-ПЗ

Лист

44

Різьба	0,75	1	1,5	500	34,54	0,24			
M22x1,5-7H									
Всього						28,65			

6.6 Технічне нормування операцій

В цьому пункті згідно завдання буде наведений розрахунок річного приведенного обсягу деталей. Розрахунок норм штучно калькуляційного часу і розцінок

Річний приведенний випуск деталей, тобто умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості усіх деталей закріплених за дільницею розраховується виходячи з виробничої потужності дільниці і найбільш раціонального використання обладнання за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{д}}^0 \cdot K_3 \cdot 60}{T_{\text{шт}}^{\text{пр}} \cdot (1 + \alpha)} \text{шт} \quad (6.34)$$

де: $F_{\text{д}}^0$ - фонд дійсної роботи одного верстата годин, середній $F_{\text{д}}^0$ прийmemo у розмірі 4015 годин (при умові двохзмінного режиму роботи).

K_3 – коефіцієнт завантаження верстата (інтервал $0,8 \div 0,85$).

$T_{\text{шт}}^{\text{пр}}$ - норма штучного часу на провідній операції, хв.

α - це коефіцієнт допустимих витрат на переналагодження верстата (для дрібносерійного типу виробництва $0,03 \div 0,05$; для середньо серійного типу виробництва $0,05 \div 0,08$; для багатосерійного типу виробництва $0,08 \div 0,1$).

$$N_{\text{пр}} = \frac{4015 \cdot 0,8 \cdot 60}{25,38 \cdot (1 + 0,06)} = 8049 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 8000 \text{ шт.}$$

Річний обсяг випуску деталей розрахований в інтервалі:

$$N_p = \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{за}}^{\text{max}}} \div \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{за}}^{\text{min}}} \text{шт.} \quad (6.35)$$

де: $K_{\text{за}}$ - коефіцієнт закріплення операцій (для середньосерійного типу виробництва $K_{\text{за}} = 11 \div 20$).

$$N_p = \frac{8000}{20} \div \frac{8000}{11} = 400 \div 727 \text{ шт.}$$

Приймаю $N_p = 700$ шт.

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

TM 21510044-00-ПЗ

Кількість найменувань деталей, які будуть оброблятися на дільниці розраховуються за формулою:

$$m_d = \frac{F_d^0 \cdot K_3 \cdot 60}{T_{шт}^{пр} \cdot (1 + \alpha) \cdot N_p} \text{ шт} \quad (6.36)$$

$$m_d = \frac{4015 \cdot 0.8 \cdot 60}{25.38 \cdot (1 + 0.06) \cdot 700} = 10.23 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 20 \text{ шт.}$$

Мінімальна кількість деталей в партії розраховується за формулою:

$$n_d^{min} = \frac{T_{пз}^{пр}}{T_{шт}^{пр} \cdot \alpha} \text{ шт.} \quad (6.37)$$

де: $T_{пз}^{пр}$ - підготовчо закљбучний час на провідній операції.

$$n_d^{min} = \frac{17.5}{25.38 \cdot 0.06} = 11.5 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 20 \text{ шт.}$$

Випуск деталей за половину зміни вираховується за формулою:

$$\frac{1}{2} N_{зм} = \frac{T_{оп}^{зм}}{2 \cdot T_{оп}^{пр}} \text{ шт.} \quad (6.38)$$

де: $T_{оп}^{зм}$ - оперативний час за зміну (приймаємо $T_{оп}^{зм} = 380$ хв.).

$T_{оп}^{пр}$ - оперативний час на провідній операції.

$$T_{оп}^{пр} = T_o + T_d, \text{ хв.} \quad (6.39)$$

де: T_o – основний час, приймаю з 7 пункту КП ($T_o = 17.60$ хв.)

T_d – допоміжний час, приймаю з 7 пункту КП ($T_d = 5.68$ хв.)

$$T_{оп}^{пр} = 17.60 + 5.68 = 23.28 \text{ хв.}$$

$$\frac{1}{2} N_{зм} = \frac{380}{2 \cdot 23.28} = 8.2 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 10 \text{ шт.}$$

Отже приймаю n_d – за зміну 20 шт.

Розрахункова партія коригується таким чином, щоб вона була не меншою півзмінного випуску, а також мінімальної кількості деталей і кратною річному обсягу випуску деталей.

Кількість запусків за рік буде дорівнювати:

$$n_{зап} = \frac{N_p}{n_d}, \text{ запуски.} \quad (6.40)$$

$$n_{зап} = \frac{700}{20} = 35 \text{ запуски.}$$

Штучно калькуляційний час розраховується за формулою:

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 21510044-00-ПЗ

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \text{ хв} \quad (6.41)$$

$$T_{\text{шк}} = 30.19 + \frac{16.4}{11.5} = 31.61 \text{ хв.}$$

Відрядна розцінка на кожну операцію технологічного процесу розраховується за формулою:

$$P_{\text{від}} = \frac{C_{\text{год}} \cdot T_{\text{шк}}}{60}, \text{ грн} \quad (6.42)$$

де: $C_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду робіт, грн. (за даними базового підприємства).

$$P_{\text{від}} = \frac{46.2 \cdot 31.61}{60} = 24.3 \text{ грн.}$$

Річна трудомісткість приведенного випуску продукції розраховується за формулою:

$$Q = \frac{T_{\text{шк}} \cdot N_{\text{пр}}}{60}, \text{ н-г} \quad (6.43)$$

$$Q = \frac{31.61 \cdot 8000}{60} = 4215 \text{ н-г.}$$

Результати обчислень по інших операціях зведені в таблиці 6.15

Таблиця 6.15- Розрахунок норм часу і розцінок на деталь.

№ операції	Tшт, хв	нд, шт	Tпз, хв	Tшк, хв	Cгод, грн	Pвід, грн	Nпр, шт	Q, н-г
030	30.19	20	16.4	31.01	46.2	23.88	8000	4134,67
035	29.85	20	17.5	30.73	48.3	24.73	8000	4096,67
045	25.38	20	17.5	26.26	56.7	24.81	8000	3500,67
055	34.41	20	14.6	35.14	56.7	33.21	8000	4685,33
065	34.24	20	16.2	35.05	48.3	28.22	8000	4673,33
Разом	154.07	-	82.2	158	-	134.84	-	21091,67

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 21510044-00-ПЗ				

Призначення пристосування

Річна програма випуску деталі «Фланець» визначена в 500 шт. Така програма з урахуванням трудомісткості пропонує середньо серійний тип виробництва.

Тех. процес обробки деталі

005 Заготівельна – штамповка на КГШП

030 Токарно-гвинторізна – чорнова обробка по контуру

035 Токарна з ЧПУ – чорнова обробка по контуру

045 Токарна з ЧПУ – полу чистова обробка по контуру

055 Фрезерна з ЧПУ – чистова обробка по контуру

065 Горизонтально-розточувальна з ЧПК – свердлування отворів

- №065 Горизонтально-розточувальна з ЧПК.

Обладнання: свердлувальний станок з ЧПУ 6A622MФ2.

- Частота обертів шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400.

- Робочі подачі по вісі z, мм/мин: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500.

- Нфйбільша сила подачі, допустима міцністью механізму станка: Pст, Н – 15000.

- Потужність електродвигуна Nd, кВт – 4.

- ККД – 0,81.

Подача- - 3-6000 мм/хв.; Кількість інструментів в магазині – 12;

Найбільший діаметр інструмента – 125мм; Час зміни інструмента – 20 сек;

Дискретність – 0,001; Кількість керованих координат – 3; Кількість

одночасно керованих координат: при лінійній інтерполяції – 3; при круговій – 2.

Переваги проектного пристосування

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Дане пристосування застосовується для установки та закріплення групи деталей, близьких за конструктивно-технологічними розмірами, способом обробки та спільними установчими поверхнями вертикально-фрезерної операції обробки шпонкового пазу.

Переваги розробленого пристосування:

- висока швидкість зажиму за рахунок використання силового приводу;
- постійність сили зажиму;
- простота конструкції та економічність;
- легкість та простота в керуванні;
- конструкція установчих елементів дозволить швидко встановлювати деталь

При проектуванні даного затисного пристосування використовуються, як стандартні елементи – болти, гайки, шайби, так і спеціальні – корпус, шток. Корпус і силовий привід проектується спеціально для кожного конкретного випадку. Для забезпечення необхідних параметрів затиску деталі (сила затиску, крутний момент), розташування усіх елементів пристосування відповідно до корпусу та кріплення корпусу пристосування безпосередньо до верстата.

Матеріали деяких деталей пристосування по ГОСТ 1050-88;

Вибір матеріалів деталей пристосування ґрунтується на умовах роботи даної деталі в пристосуванні. Вибір матеріалу повинен задовольняти вимоги механічних навантажень, які будуть діяти на них.

1. Корпусні деталі – СЧ 20
2. Установчі елементи пристосування – сталь 45
3. Затискні елементи пристосування – сталь 45

Хімічний склад сталі 45:

Сіліцій (Si) 0.17-0.37

Купрум (Cu), не більше 0.25

Арсен (As), не більше 0.08

Манган (Mn) 0.50-0.80

Нікель (Ni), не більше 0.25

Фосфор (P), не більше 0.035

Хром (Cr), не більше 0.25

Сульфур (S), не більше 0.04

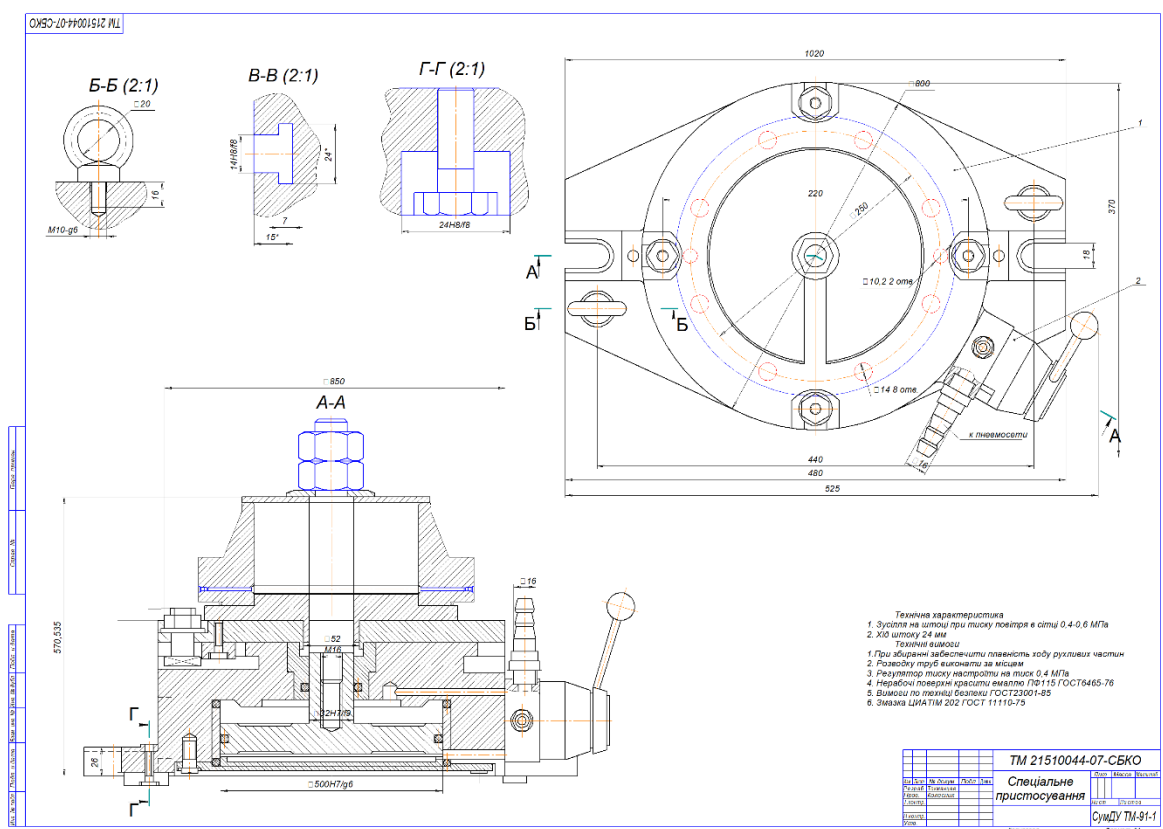


Рисунок 7 – Креслення верстатного обладнання

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 21510044-00-ПЗ

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота включала в себе різні етапи. Було виконано наступне:

1. Проведений аналіз службового призначення деталі «Фланець», що входить в складальну одиницю "Патрубок всмоктувальний".
2. Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі.
3. Встановлений тип виробництва деталі – середьносерійний.
4. Обраний оптимальний метод отримання заготовки – на молотах.
5. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі. Розроблені режими різання для механічних операцій 030 «Токарно-гвинторізна» та 055 «Фрезерна з ЧПК». Також для цих операцій виконаний аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки. Обґрунтований вибір верстатного пристрою та металорізального верстата.

					ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Егоров М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев ; под ред. М. Е. Егорова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1976. – 534 с.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград : Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Технология машиностроения (специальная часть) / А. А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. – Москва : Машиностроение, 1986. – 480 с.
4. Колесов И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – Москва : Знание, 1977. – 64 с.
5. Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / под ред. А. Г. Косиловой. – Москва : МВТУ, 1982. – 36 с.
6. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
7. Андерс А. А. Проектирование заводов и механических цехов в автотракторной промышленности / А. А. Андерс, Н. М. Потапов, А. В. Шулешкин. – Москва : Машиностроение, 1982. – 271 с.
8. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. – Москва : Машиностроение, 1969. – 560 с.
9. [Электронный ресурс]: верстат токарно-карусельный:
<https://abplanalp.ua/ru/stanok-tokarnyj-karuselnyj-you-ji-vtl1200>
10. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / В. В. Бабук и др. – Минск : Вышэйшая школа, 1979. – 464 с.
11. Худобин Л. В. Курсовое проектирование по ТМС / Л. В. Худобин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 288 с.
12. Картавов С. А. Технология машиностроения (специальная часть) / С. А. Картавов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Высшая школа, 1984. – 272 с.

						ТМ 21510044-00-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52