

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення обойми піджимної НША300-03-09

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кузнєцов В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Яшина Т.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ОБОЙМИ ПІДЖИМНОЇ НША300-03-09**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кузнєцов В.А.

Керівник

Яшина Т.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

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

Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»
Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Кузнєцов Віталій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного
процесу виготовлення обойми піджимної
НША300-03-09

керівник проекту Яшина Тетяна Вікторівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «___» _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «___» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «Обойма піджимна НША300-03-09»
Річний обсяг випуску деталей –5000 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї

4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	<i>27.04.2020</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>29.04.2020</i>	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	<i>30.04.2020</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>02.05.2020</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	<i>04.05.2020</i>	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>19.05.2020</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	<i>25.05.2020</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>28.05.2020</i>	
9	<i>Оформлення креслень</i>	<i>29.05.2020</i>	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	<i>05.06.2020</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>08.06.2020</i>	

Студент

(підпис)

Кузнецов В.А. __

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Яшина Т.В. __

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 57 с., 13 рис., 17 табл., 23 джерел.

В роботі проведено аналіз службового призначення бура електрогідравлічного ЭБГП-1 та насоса, проаналізовані конструктивні особливості обойми піджимної; технічні вимоги, що пред'являються до деталі; тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

Запропоновано вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Обойма піджимна НША300-03-09»: вибраний найбільш раціональний спосіб закріплення заготовки, сучасні верстати, різальний та вимірювальний інструмент, розраховані режими різання і норми часу.

В роботі розроблено пристрій з пневматичним приводом для операції «015 Фрезерна з ЧПК» та операційне налагодження для операції «025 Радіально-свердлильна з ЧПК».

Метою роботи є підвищення ефективності механічної обробки обойми піджимної за рахунок впровадження, сучасного технологічного оснащення та інструментів, здатних забезпечити якісну обробку заготовки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Обойма піджимна НША300-03-09».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма піджимна НША300-03-09».

ОБОЙМА, ВІДЛИВКА, БАЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, МЕТАЛОРИЗАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	19
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	35
6.5 Розрахунки режимів різання	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	44
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки	46
Висновки	55
Перелік джерел посилання	56
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 17090020-00ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення обійми піджимної НША300-03-09	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розробив		Кузнєцов В.А.				4	57	
Перевіриє		Яшина Т.В.						
Н. Контр.		Динник О.Д.				КІ СумДУ, ТМ-61		
Затверд.		Залога В.О.						

ВСТУП

Провідне місце в подальшому рості економіки держави належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу інших галузей народного господарства. В теперішній час машинобудування є потужною базою, що випускає більше чверті всієї продукції держави. Випереджаючий розвиток машинобудування і металообробки в умовах росту дефіциту енергетичних ресурсів і металу передбачено з одночасним збільшенням випуску продукції машинобудування, при прогресивних тенденціях, як до збільшення номенклатури виробів, так і оновлення її структури.

Продукція машинобудування швидко морально застаріває, а для впровадження нових виробів на кожну тисячу деталей необхідно розробити більше ніж 1500 різних видів технічної документації.

Все це потребує подальшого підвищення науково-технічного прогресу в машинобудуванні, яке в короткі терміни необхідно підняти на вищий технічний рівень.

В цьому зв'язку невідкладною задачею є розробка та масове використання сучасних САПР. Основною метою машинобудування є оновлення виробництва, підвищення якості характеристик машин, обладнання і удосконалення робочих місць.

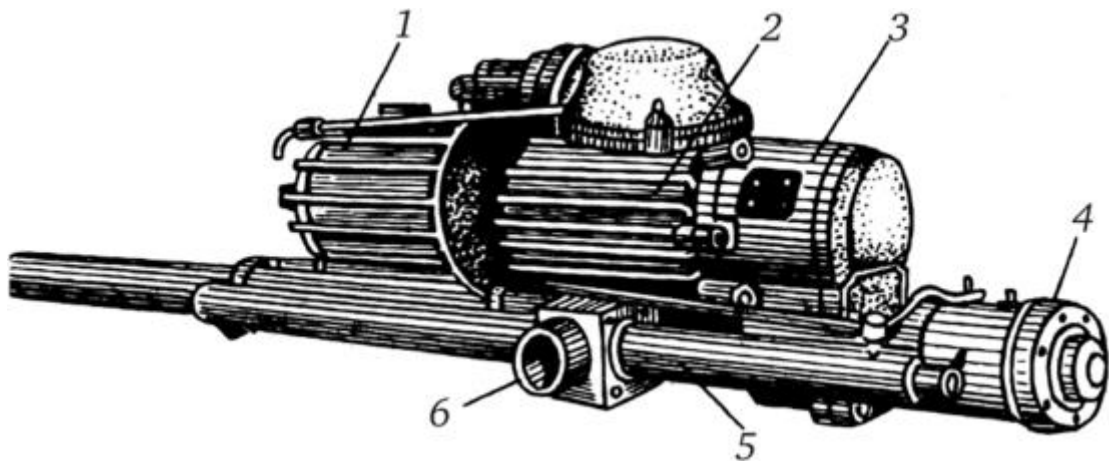
Завершальний розвиток прогресивного устаткування - автоматизоване виробництво, що забезпечує більш точне і якісне виготовлення продукції, що дозволяє працювати з максимальною продуктивністю праці.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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

Бур електрогідравлічний ЕБГП-1 (рис. 1) призначений для буріння з промиванням шпурів діаметром до 50 мм у гірських породах з коефіцієнтом міцності до 9 по шкалі проф. Протод'яконова й абразивністю $a = 30$ мг при проведенні підземних гірських робіт буровибуховим способом під будь-яким кутом до горизонту в тому числі в кліматичних районах, небезпечних по газу або пилу за ДСТ 15150-69 У и Т у наступних умовах експлуатації:

- температура навколишнього повітря T від 10 до 350°C ;
- відносна вологість навколишнього середовища при температурі 35°C , % до 98;
- атмосферний тиск, кПа (мм. рт. ст.) - у межах 87,8-119,7 (660 - 900);
- відхилення напруги живильної мережі від номінального значення від -5 до +10% [20].



1 – маслоносос; 2 – реверсивний асинхронний двигун; 3 – корпус; 4 – гідроциліндр; 5 – чотирьохступінчастий редуктор; 6 – цапфа

Рисунок 1.1 – Бур електрогідравлічний ЕБГП-1

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ						

Технічні характеристики виробу [20]:

1 Номінальна потужність – 2,5 кВт.

2 Споживча потужність – 5,2 кВт.

3 Посилення подачі – 15000 Н.

4 частота обертання – 200; 315 об/хв.

5 Номінальна напруга:

- живлячої мережі – 380/600 В;

- ланцюгового керування – 18 В.

6 Номінальна частота – 50; 60 ГЦ.

7 Маса – 130 кг.

8 Степінь захисту оболонки – IP54.

9 Рівень та вид вибухозахисту – РВ ЗВ Іа.

10 Кліматичні умови:

- УХЛ15 для помірного та холодного клімату;

- Т5 для тропічного клімату.

Бур працює з маніпулятором і керується по п'ятижильній іскробезпечній схемі через пускач. Він розрахований на експлуатацію в шахтах і родовищах, небезпечних по вибуху газу та повітря, де необхідне застосування вибухобезпечного електрообладнання.

Бур складається з електродвигуна, редуктора, гідроприводу, двох гідроциліндрів у зборі, траверси зі шпинделем і пристрою для промивання.

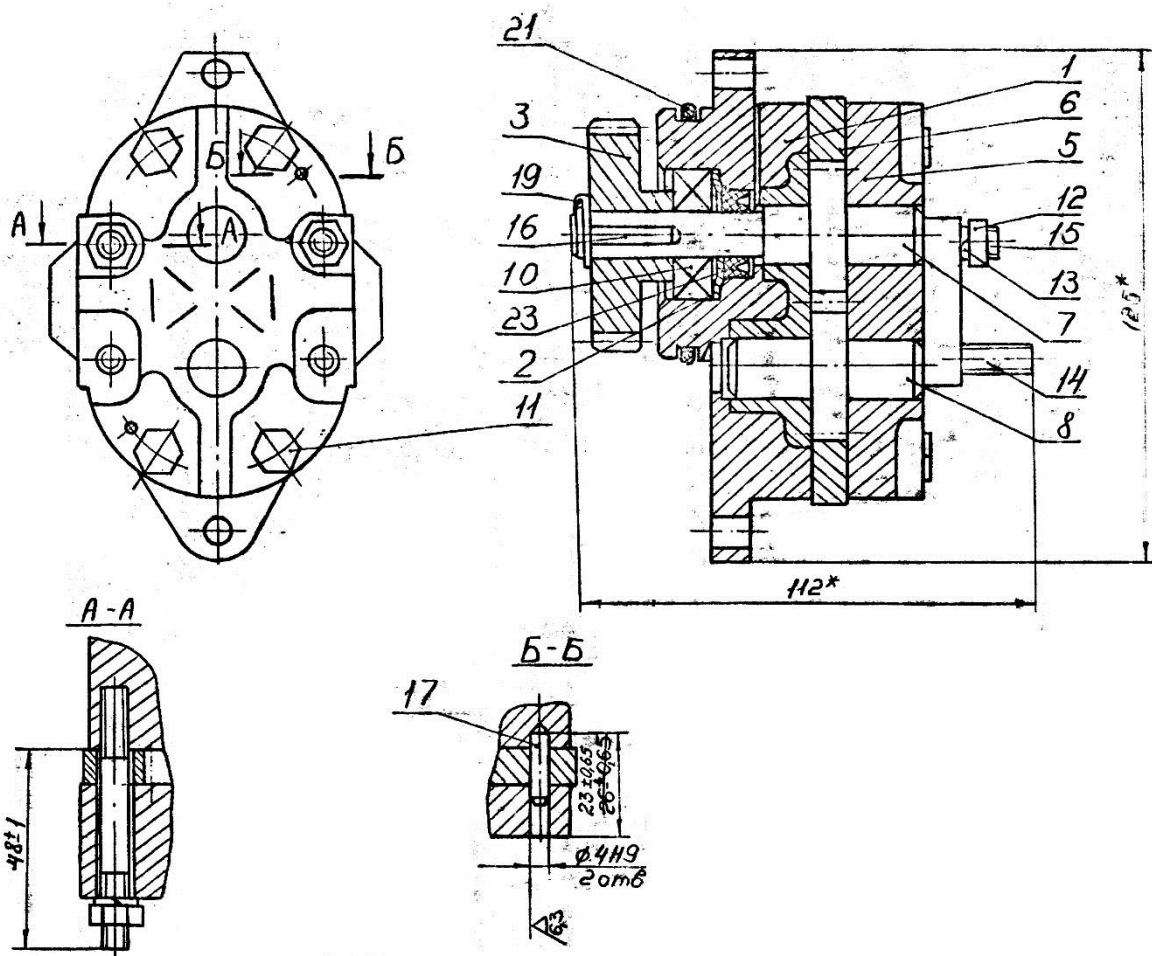
Електродвигун, редуктор і гідропривід з'єднані між собою за допомогою фланцевих з'єднань. Гідроциліндри в зборі розташовані паралельно і закріплені в цапфі, що кріпиться до електродвигуна з нижнього боку. Штоки гідроциліндрів з'єднані з траверсою гайками і разом з нею можуть виконувати зворотно-поступальний рух. Шпиндель своїм переднім кінцем закріплений у траверсі і може вільно обертатися в ній. Шліцьове з'єднання шпинделя з втулкою передає йому обертання від електродвигуна.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

Даний вузол «Насос» (рис.1.2) є складовою частиною бура електрогідролічного ЕБГП-1.

Подача траверси зі шпинделем на вибій і повернення їх здійснюється за допомогою ручки, зв'язаної з плунжером золотника, що змінює напрямок подачі мастила від шестеренного насоса у порожнині прямого і зворотного ходу штоків силових циліндрів.



1, 5 – кришка; 2 – прокладка; 3 – колесо циліндричне прямозубе; 6 – корпус; 7, 8 – вал-шестерня; 10 – підшипник; 11 – гвинт; 12 – гайка; 13 – шайба; 14, 15 – шпилька; 16 – шпонка; 17 – штифт; 19 – шайба 21 – кільце; 23 – манжета

Рисунок 1.2 – Насос бура електрогідролічного ЕБГП-1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 170900020-00ПЗ

Арк.

Шестеренний насос складається з пари зчїпних між собою шестірень поз. 7 і поз. 8 (рис.1.2), розміщених у щільно охоплюваному їх корпусі з каналами для підведення і відводу мастила. При обертанні шестерень рідина, що знаходиться в западинах зубів, переноситься в камеру нагнітання, що утворена корпусом насоса і зубами.

Шестеренні насоси відрізняються простотою виготовлення і надійністю в експлуатації. Подача таких насосів доходить до 144 м/год., а тиск нагнітання – до 19,62 МПа. Об'ємний КПД доведений до 0,95-0,96, загальний КПД – до 0,87 - 0,9 [20].

Деталь «Обойма піджимна» входить до складу насоса бура електрогідравлічного ЭБГП-1 (дод. А). Вона призначена для базування і закріплення шестерного насоса в гідроприводі. Деталь працює в середовищі мастила – мастило індустріальне І-12А ДСТ 20799-88.

Деталь має такі поверхні (рис. 1.3) [5]:

- основна поверхня, за допомогою якої визначається положення даної деталі у виробі (основна конструкторська база);
- допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної (допоміжна конструкторська база);
- виконавча поверхня, яка виконує службове призначення даного виробу; призначення кришки – закрити корпус, цю функцію виконує поверхня 5.
- вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

Для зручності складемо таблицю (табл. 1.1).

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

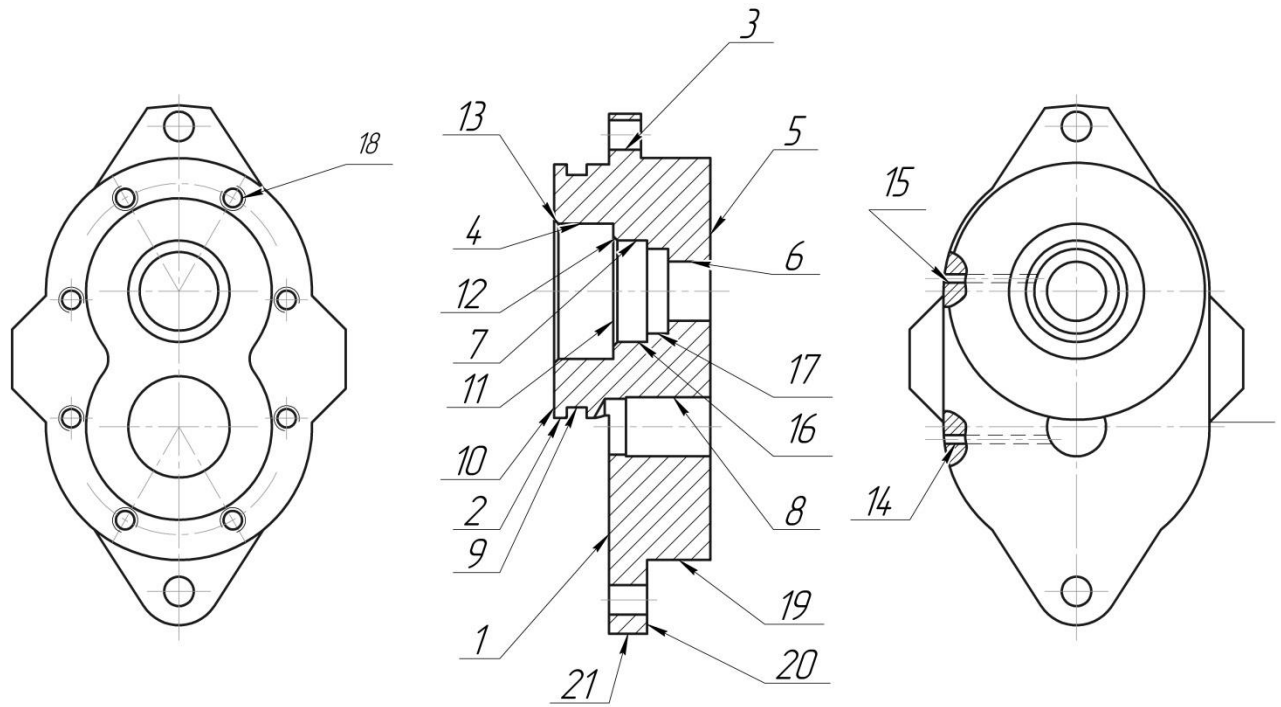


Рисунок 1.3 – Обойма піджимна

Таблиця 1.1 – Поверхні деталі

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	5
ОКБ	1, 2, 4, 6, 8, 16, 17
ДКБ	3, 7, 9, 10, 12, 18
Вільні	11, 13, 14, 15, 19, 20, 21

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналізуючи робоче креслення деталі «Обойма піджимна» за [1] необхідно відмітити, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Обойма піджимна» відноситься до класу «не тіла обертання», «корпусні деталі» і призначена для базування і закріплення шестерного насоса в гідроприводі.

Матеріал деталі – сплав марки АК5М2 ГОСТ 1583-89. Даний сплав призначений для виготовлення деталей відповідального призначення. Оброблюваність алюмінієвого сплаву різанням добра, що підвищує технологічність конструкції деталі.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

Хімічний склад та механічні властивості сплаву АК5М2 ГОСТ 1583-89 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сплаву АК5М2 ГОСТ 1583-89

Al	Fe	Mg	Si	Mn	Cu	Ti	Ni	Zn	Домішки
85,9-94,05	1,0-1,3	0,2-0,8	4,0-6,0	0,2-0,8	1,5-3,5	0,05-0,2	0,5	1,5	До 2,8

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сплаву АК5М2 ГОСТ 1583-89

σ_B , МПа	δ_5 , %	НВ
118-206	0,5-2	65-75

До заданої деталі висуваються наступні вимоги [6]:

- незазначені ливарні ухили 2';
- незазначені ливарні радіуси 3 мм;
- незазначені граничні відхилення розмірів, що забезпечуються механічною обробкою Н14, h14;
- на оброблюваних поверхнях допустимі будь-які ливарні дефекти в межах 2/3 припуску на механічну обробку.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ					

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

За ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [3], який визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$n_{зф}$	O
005	Фрезерна з ЧПК	3,5	0,09	1	0,09	9
010	Вертикально-фрезерна	0,95	0,03	1	0,03	32
015	Радіально-свердлильна	7,37	0,20	1	0,20	4
020	Горизонтально-розточна	2,8	0,07	1	0,07	11
025	Алмазно-розточна	7,4	0,20	1	0,20	4
030	Вертикально-свердлильна	5,8	0,15	1	0,15	6
035	Плоскошліфувальна	3,6	0,10	1	0,10	9
	Разом	31,42	-	7	-	75

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_z}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 5000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год;

n_z – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$m_{p005} = \frac{5000 \cdot 3,5}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,09 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,09}{1} = 0,09$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо за формулою:

$$O = \frac{n_z}{n_{зф}}, \text{ шт} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,09} = 8,55 \approx 9 \text{ шт}$$

Результати заносимо до таблиці 3.1.

Визначаємо сумарну кількість операцій і робочих місць відповідно.

$$\sum O_i = 9 + 32 + 4 + 11 + 4 + 6 + 9 = 75$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7$$

$$K_{зо} = \frac{75}{7} = 11$$

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N_{річ}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

$$N_{\text{доб}} = \frac{5000}{253} = 20 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{D_{\text{р}}}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{253} = 925 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=10$;

$$T_{\text{ср}} = \frac{31,42}{7} = 4,5 \text{ хв}$$

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

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{925}{4,5} \cdot 0,6 = 123 \text{ шт}$$

При порівнянні добового випуску деталей $N_{\text{доб}}=20$ і добової потужності потокової лінії $Q_{\text{доб}}=123$ шт. бачимо, що добовий випуск деталей набагато менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії в серійному виробництві не раціонально, тому приймаємо групову форму організації праці [3].

Так як $10 < K_{30} = 11 < 20$, то тип виробництва середньосерійний.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Цей тип виробництва характеризується виготовленням деталей партіями, що періодично повторюються, обмеженої номенклатури та невеликого обсягу, які складаються з однойменних, однотипних за конструкцією і однакових за розмірами деталей. Коефіцієнт закріплення операцій складає 10 – 20 операцій на робоче місце.

Використовуються різні типи верстатів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні і з ЧПК. Значна частина устаткування оснащена як спеціальними, так і універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП) пристосуваннями, що дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво. Використовуються універсальні і спеціальні різальний, вимірювальний і контрольний інструменти. Серійне виробництво є економічним, так як устаткування використовується ефективніше, збільшується продуктивність праці, зменшується собівартість продукції [5].

Серійне виробництво характеризується випуском деталей партіями, тому визначаємо кількість деталей в партії за формулою [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{5000 \cdot 6}{253} = 120 \text{ шт}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Обойма піджимна» відноситься до класу «не тіла обертання», «корпусні деталі» і призначена для базування і закріплення шестерного насоса в гідроприводі [5].

Матеріал, з якого виготовлена задана деталь, призначений для виготовлення деталей відповідального типу. Оброблюваність алюмінієвого сплаву різанням гарна, що підвищує технологічність конструкції деталі.

Якість поверхневого шару деталі визначається шорсткістю поверхонь. За вимогою дотримання шорсткості на робочому кресленні всі поверхні можна розділити на п'ять груп: $Ra = 12,5$ мкм; $Ra = 6,3$ мкм; $Ra = 3,2$ мкм; $Ra = 1,6$ мкм; $Ra = 0,8$ мкм.

При використанні однокарбідних твердих сплавів типу ВК8, ВК4, ВК6 і швидкорізальної сталі Р6М5 можна одержати необхідну точність по 7 квалітету і шорсткість поверхонь $Ra 0,8$ мкм лезвійним інструментом.

За геометричною формою поверхонь обойми, її конструкція досить складна, порівняно технологічна і являє собою конструкцію ближче до призматичної.

Проставлення розмірів деталі виконана вірно, дозволяє сумістити технологічні і вимірювальні бази і, тим самим, усунути похибки базування при механічній обробці заготовки, підвищити точність обробки поверхонь деталі.

Загалом, порівняно раціональна конфігурація поверхонь обойми, дозволяє в процесі, як одержання заготовки, так і при механічній обробці використовувати високопродуктивне устаткування та інструмент, виконувати обробку поверхонь напрохід.

Разом з тим, у конфігурації обойми є ряд не технологічних елементів. Не технологічними є глухі різбові отвори М6-7Н, розташовані по фланцю, що ускладнює механічну обробку при свердлінні глухих отворів на глибину 20 мм і нарізування різьби на глибину 15 мм, що спричиняє необхідність застосування додаткових пристосувань для обмеження ходу різальних інструментів.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ				

Не технологічним моментом при виконанні цих же отворів, є попереднє центрування для усунення уведення інструменту, через його низьку жорсткість (5 мм).

В іншому по своїй конфігурації деталь технологічна і труднощів при її механічній обробці не передбачається.

На кресленні деталі використовується комбінований метод проставлення розмірів, що забезпечує зручність у їхньому вимірі в процесі механічної обробки. У загальному випадку розмірні ланцюги забезпечують однозначне визначення всіх конструктивних елементів деталі.

З огляду на досить високу розмірну точність оброблюваних поверхонь і точність взаємного розташування, при їхній механічній обробці варто максимально дотримувати принципів єдності і сталості баз, а також намагатися обробляти максимально можлива кількість поверхонь з однієї установки.

Таким чином, у результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що в цілому деталь технологічна, як при виготовленні заготовки, так і при наступної механічній обробці і складанні.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

В базовому технологічному процесі заводську заготовку одержують литтям під тиском з алюмінію марки АК5М2 ГОСТ 1583-89. Спосіб одержання заготовки повинен бути найбільш економічним при заданому обсязі випуску деталей [3]. Враховуючи геометричні параметри обойми, умови виробництва та матеріал, можна застосувати наступні методи отримання заготовок: лиття в під тиском та в кокіль.

Заповнення форми під примусовим тиском підвищує рідкоплинність металу і відливка з такою точністю відтворює всі контури форми, що необхідність у обробці різанням заготовки повністю виключається або зводиться до мінімуму. До переваг лиття під тиском відноситься також висока якість поверхні виливка, скорочення виробничого циклу, зниження трудомісткості і собівартості виливків, покращання умов праці, економія металу. Але висока вартість обладнання і прес-форм робить цей спосіб економічно доцільним тільки для дуже великих серій відливок.

Лиття в кокіль є одним з прогресивних способів отримання відливок із різних матеріалів масою від декількох грам до декількох тон і є економічно-вигідним у крупносерійному та масовому виробництвах. Чистота поверхні при цьому методі лиття досягає Rz 80-20 мкм, квалітет точності – до 12-16 [5].

Остаточний варіант приймемо після техніко-економічного розрахунку собівартості за двома вибраними методами [3].

Алгоритм розрахунку розмірів відливки згідно з [19] включає 4 етапи: призначення вихідних даних (норм точності); вибір допусків; вибір припусків; розрахунок розмірів заготовки.

Розглянемо перший метод отримання заготовки – лиття під тиском. Отже для заданої деталі: клас розмірної точності – 6; ступінь жолоблення – 4; ступінь точності поверхонь – 6; клас точності маси відливки – 5; ряд припусків – 6.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Використовуючи знайдені норми точності, вибираємо допуски і припуски відливки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки

Розмір деталі	Допуск розмірів	Допуск форми	Загальні допуски	Загальний припуск на сторону	Розмір заготовки
∅ 20	0,5	0,24	0,5	1,3	∅ 17,4±0,5
∅ 24	0,5	0,24	0,5	0,4	∅ 23,2±0,5
∅ 32	0,56	0,24	0,56	0,4	∅ 31,2±0,56
∅ 60	0,64	0,24	0,64	0,5	∅ 61±0,64
15	0,44	0,24	0,44	1,0	16±0,44
23	0,5	0,24	0,5	1,2	25,4±0,5
24	0,5	0,24	0,5	1,2	26,4±0,5
37	0,56	0,24	0,56	1,2	38,2±0,56

За отриманими розрахунковими розмірами виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

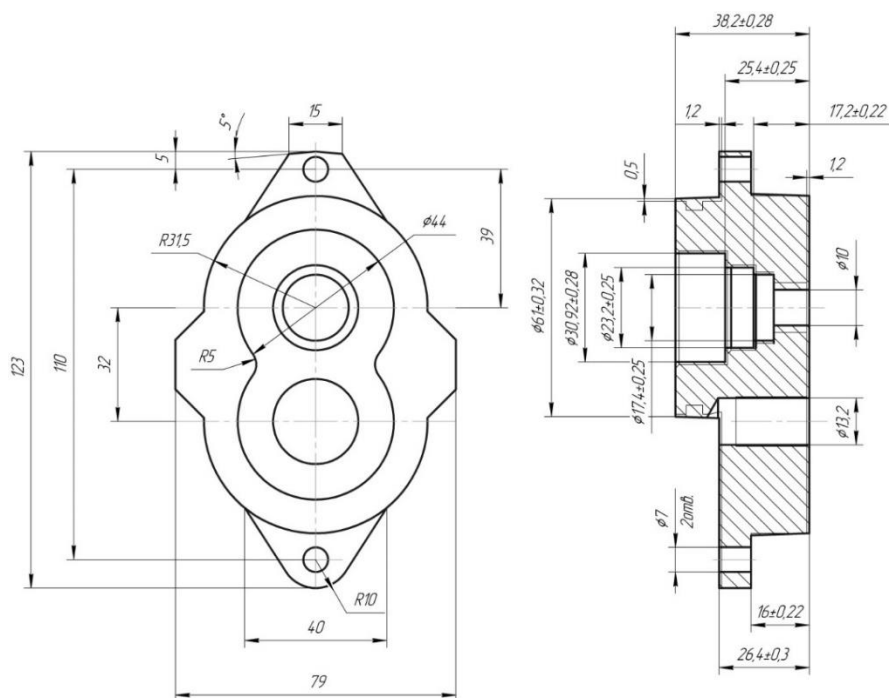


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ				

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу [3]:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.1)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки, кг.

З огляду на складну конфігурацію заготовки, наявність великої кількості конструктивних елементів, для уточнення маси заготовки скористаємося можливостями програм Компас-3D, що дозволяє по вихідним даним розрахувати масу кришки, враховуючи густину алюмінію $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$. Розрахункова маса відливки $M_{\text{з}} = 0,53 \text{ кг}$.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{0,39}{0,53} = 0,74.$$

Визначаємо собівартість відливки за формулою [3]:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 26,8 \text{ грн./кг}$;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 2,68 \text{ грн./кг}$;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,0$;

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_{\text{с}} = 0,88$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки $K_{\text{в}} = 0,81$;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки, $K_{\text{м}} = 1,0$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{\text{п}} = 1,0$;

$$S_{\text{заг}} = (26,8 \cdot 0,53 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0) - (0,53 - 0,39) \cdot 2,68 = 8,82 \text{ грн.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

Розглянемо другий метод отримання заготовки – лиття в кокіль.

З огляду на складну конфігурацію заготовки, наявність великої кількості конструктивних елементів, для уточнення маси заготовки скористаємося можливостями графічної системи, що дозволяє по вихідним даним розрахувати масу кришки, враховуючи густину алюмінію $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$. Розрахункова маса відливки $M_3 = 0,64 \text{ кг}$.

У цьому випадку знизиться коефіцієнт використання матеріалу, тому що при литті в кокіль збільшиться ливникова система приблизно на 20%.

Коефіцієнт використання матеріалу буде:

$$K_{\text{вм}} = \frac{0,39}{0,64} = 0,61 < 0,7$$

У результаті проведених розрахунків коефіцієнтів $K_{\text{вм}}$ вийшло, що $K_{\text{вм}} > 0,7$ при литті під тиском; з цього випливає, що даний спосіб одержання заготовки технологічніший.

Визначаємо собівартість відливки за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (39 \cdot 0,64 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0) - (0,64 - 0,39) \cdot 3,9 = 16,82 \text{ грн.}$$

Отже, для отримання заготовки доцільніше застосовувати лиття під тиском. Використання цього методу отримання заготовки дозволить зменшити вагу заготовки з 0,64 кг до 0,53 кг та підвищити коефіцієнт її використання з 0,61 до 0,71.

Запропонований в базовому технологічному процесі спосіб отримання заготовки є оптимальним як за коефіцієнтом використання матеріалу, так і за економічними показниками. Таким чином, приймаємо заводський метод одержання заготовки – лиття під тиском.

Крім мінімальної металоємності і трудомісткості до заготовки пред'являють ряд вимог з погляду її наступної механічної обробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

До числа таких вимог відносяться [17]:

- мінімальні припуски на обробку, що дозволить знизити собівартість за рахунок зменшення кількості проходів і переходів;
- раціональне розташування ливарних ухилів;
- підвищена точність розмірів;
- мінімізація або повне усунення дефектного шару, що з однієї сторони приводить до збільшення припусків, а з іншого боку – до зниження стійкості інструмента, що ріже;
- точність відливки 6Т-4-6-5 ГОСТ 26645-85;
- невказані ливарні ухили 2...3, ливарні радіуси 2 мм;
- невказані граничні відхилення розмірів h14, H14, IT14/2.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Обойма піджимна», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (рис. 1.3, табл. 6.1).

Маршрут обробки відповідає типовому технологічному процесу обробки подібних деталей [17].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
005 Лиття	Отримати заготовку	-	Ливарна машина
010 Фрезерна з ЧПК	Фрезерувати поверхні 1, 2	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Фрезерний верстат з ЧПК мод. 6P13ФР3
015 Фрезерна з ЧПК	Фрезерувати поверхню 10	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Фрезерний верстат з ЧПК мод. 6T13Ф3-1
020 Радіально-свердлильна з ЧПК	Центрувати отвори 3; свердлити отвори 3	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Радіально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2H55Ф2
025 Радіально-свердлильна з ЧПК	Центрувати отвори 18; свердлити отвори 18; зенкувати отвори 18; нарізати різь отворах 18	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Радіально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2H55Ф2

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
030 Горизонтально-розточна	Точити поверхні 1, 2, 9,	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Горизонтально-розточний верстат мод. 2М615
035 Алмазно-розточна	Розточити отвори 4, 7, 17 і фаски 13, 12	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Алмазно-розточний верстат мод. ОС5157
040 Алмазно-розточна	Розточити отвори 6, 9	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Алмазно-розточний верстат мод. ОС5157
045 Вертикально-свердлильна	Свердлити отвори 14, 15	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н125
050 Плоскошліфувальна	Шліфувати поверхню 5	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Б722
055 Слюсарна	Притупити гострі кромки	-	Верстак
060 Промивання	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ-1
065 Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для поверхні $\varnothing 32H7 (+0,025)$ мм за допомогою ПК за методикою, викладеною в [3].

Величину розрахункового мінімального припуску визначаємо за формулою:

$$2z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

T_{i-1} - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм.

Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

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

де $\rho_{\text{зм}}$ – величина зміщення заготовки, мкм; $\rho_{\text{зм}} = 510$ мкм за ГОСТ 26645-85;

$\rho_{\text{екс}}$ – величина неспіввісності (ексцентричності), мкм; $\rho_{\text{кор}} = 32$ мкм.

$$\rho = \sqrt{510^2 + 32^2} = 511 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки.

Для чорнового розточування $k_y = 0,06$; для чистового розточування $k_y = 0,04$; для тонкого – $k_y = 0,02$.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{\text{розчорн}} = 0,06 \cdot 511 = 31 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{розтчист}} = 0,04 \cdot 511 = 21 \text{ мкм}$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ПК приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм			
			R_z	T	ρ	ϵ
Заготівка	12	+0,25 0	20	140	511	-
Розточування чорнове	9	+0,062 0	50	50	31	90
Розточування чистове	7	+0,025 0	20	25	21	90

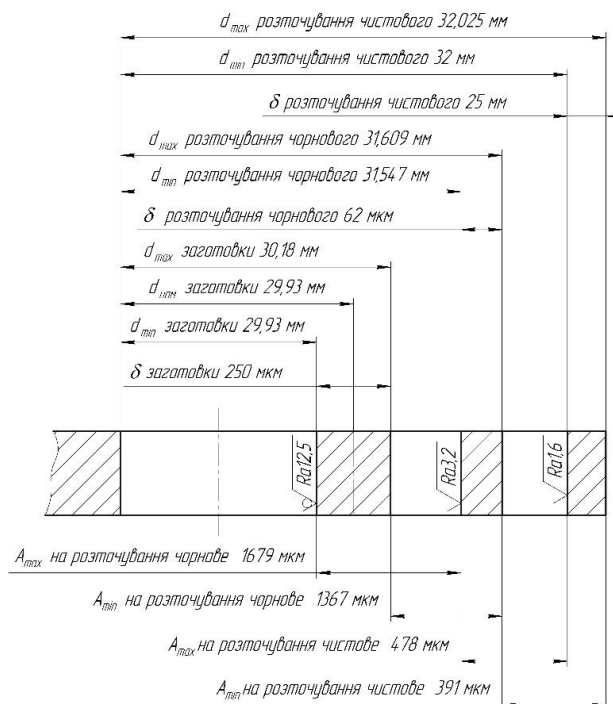


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку поверхні $\varnothing 32H7$ мм

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо операцію 025 Радіально-свердлильну з ЧПК. На даній операції центруються, свердяться, зенкуються отвори та нарізається в них різьба. Заготовку можна базувати по зовнішній поверхні з упором в торець (самоцентруючи призми) або по отвору $\phi 30,92$ мм з упором в торець.

Перший спосіб – базування в самоцентруючих призмах (рис 6.3). За установчу базу приймаємо торець заготовки, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а зовнішня поверхня є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі [2, 4].

У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.2 і табл. 6.3). Похибка базування $\epsilon = 0$.

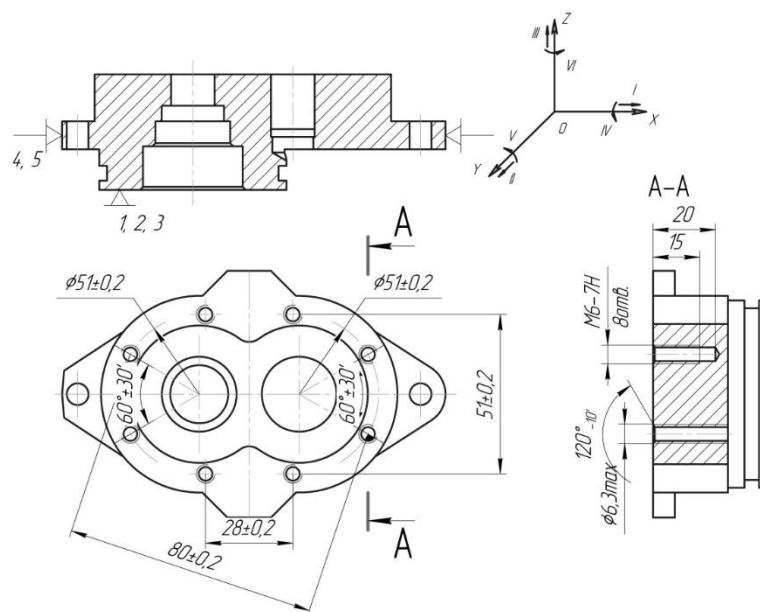


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки в самоцентруючих призмах

Таблиця 6.2 – Таблица відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	Установча база
4, 5	I, II	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Розглянемо другий спосіб базування заготовки – по отвору $\varnothing 30,92$ мм з упором в торець (рис. 6.3). За установчу базу приймаємо торець обойми, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а отвір є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.4 і табл. 6.5) [2, 4].

У такий спосіб базування буде виникати похибка на довжину отвору ε_L . Вона буде дорівнювати допуску на розмір 24 мм: $\varepsilon_L = \delta_{23} = 1,3$ мм.

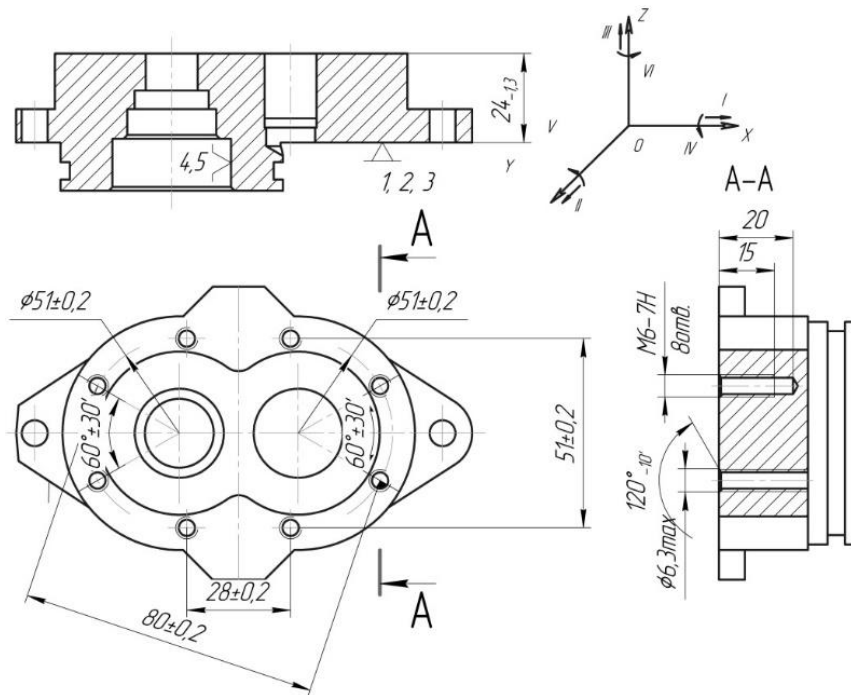


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки по отвору

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V	Установча база
4, 5	I, V	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	α	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	α	1	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Отже, порівнявши два способи базування заготовки, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати перший спосіб базування заготовки – у самоцентруючих призмах.

Розглянемо операцію 015 Фрезерну з ЧПК. На даній операції фрезерується торець. З огляду на конфігурацію заготовки, єдино можливий спосіб її закріплення – спеціальне пристосування. Перевіримо при базуванні по якому торці буде менша похибка.

Схема базування заготовки показана на рис 6.4. За установчу базу приймаємо торець обойми, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а контур є прямою базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.6 і табл. 6.7). При цьому похибка буде дорівнювати допуску на розмір 24,7 мм, по якому базується заготовка: $\varepsilon = \delta_{24,7} = 0,52$ мм [2, 4].

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

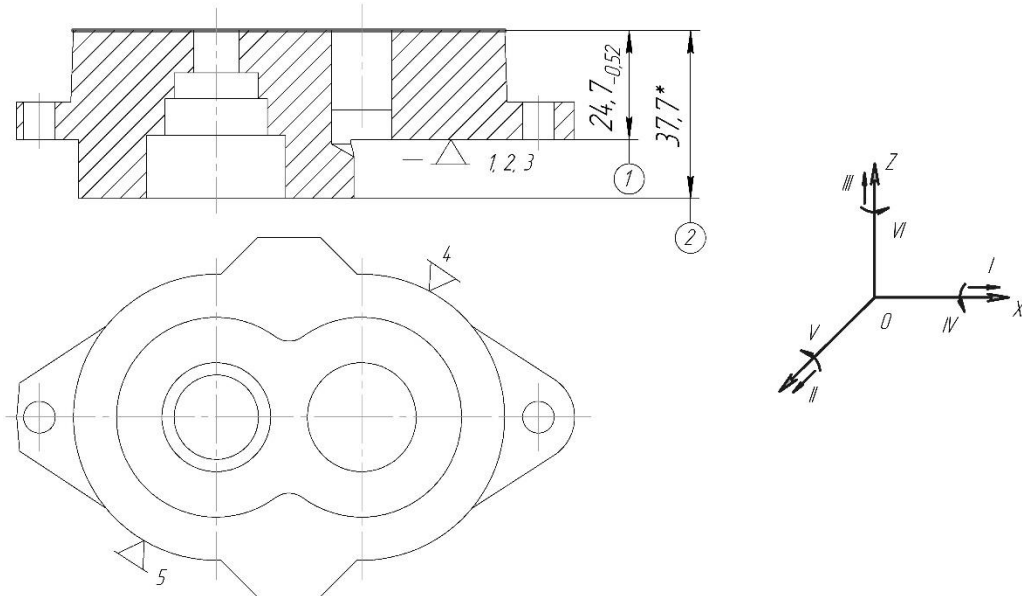


Рисунок 6.3 – Схема базування у спеціальному пристосуванні

Таблиця 6.6 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	Установча база
4, 5	I, II	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.7 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Розглянемо інший спосіб (рис.6.5). За установчу базу приймаємо торець обойми, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а контур є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.8 і табл. 6.9).

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ					

При цьому похибка буде дорівнювати допуску на розмір 37,7 мм, по якому базується заготовка: $\varepsilon = \delta_{37,7} = 0,62$ мм [2, 4].

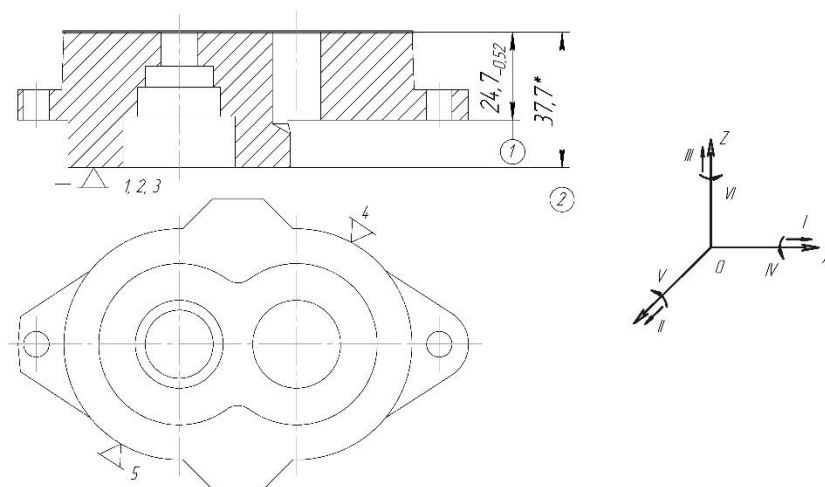


Рисунок 6.5 – Базування заготовки

Таблиця 6.8 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	Установча база
4, 5	I, II	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.9 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Отже, порівнявши два способи базування заготовки, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати перший спосіб базування заготовки, так як похибка там менше.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ				

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

На операції 015 можливе застосування як універсального вертикально-фрезерного верстата, так і фрезерного верстата з ЧПК. Основні їх технічні характеристики наведені в табл. 6.10 [16, 17].

Таблиця 6.10 – Основні технічні характеристики верстатів

Показник, одиниця виміру	Параметр	
	6Т13Ф3-1	6Т12
Клас точності по ГОСТ 8-82	Н	Н
Довжина робочої поверхні столу, мм	1600	1250
Ширина столу, мм	400	320
Найбільше переміщення по осям X, Y, Z, мм	1000×400×430	800×320×420
Мін частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	31,5	31,5
Мах частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	1600	1600
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	11	7,5
Габарити верстата	2570×2252×2430	2280×1965×2265
Маса верстат, кг	4300	3250

Аналізуючи технічні характеристики верстатів, порівнюючи ці верстати, обираємо обладнання яке підходить за таким технологічним ознаками: потужність двигуна, необхідна для обробки заданої поверхні; габарити робочого столу; тип виробництва. Для обробки заготовки вибираємо верстат з ЧПК 6Р13ФР3.

На операції 025 можливе застосування як універсального радіально-свердлильного верстата, так і радіально-свердлильного верстата з ЧПК. Основні їх технічні характеристики наведені в табл. 6.11 [16, 17].

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

Таблиця 6.11 – Основні технічні характеристики верстатів

Показник, одиниця виміру	Параметр	
	2Н55Ф2	2М55
Клас точності	Н	Н
Найбільший діаметр свердління, мм	50	50
Найбільше переміщення шпинделю шпинделю, мм	350	350
Межі швидкостей шпинделю, об/хв	20-2000	20-2000
Кількість ступеней обертання шпинделю	50	19
Межі подач шпинделю, мм/об	800	1600
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	5	4,5
Габарити верстата	3675×2730×300	2665×1020×3430
Маса верстат, кг	9000	4700

Аналізуючи технічні характеристики верстатів, враховуючи, що при серійному виробництві перевага віддається верстатам з ЧПК, для обробки заготовки на радіально-свердлильній операції будемо використовувати радіально-свердлильний верстат з ЧПК 2Н55Ф2.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент [5].

На 015 операції Фрезерній з ЧПК вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: фреза 2234-4010 Р6М5 ГОСТ 1082-80;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

вимірювальний інструмент: штангенциркуль ЩЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89.

На 025 операції Радіально-свердлильній з ЧПК вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: свердло центрувальне 2201-0225 Р6М5 ГОСТ 14932-75; свердло спіральне 2301-0189 Р6М5 ОСТ 2 И21-2-76; зенківка 2353-0112 Р6М5 ОСТ 2 И2-2-80; мітчик Р6М5 2620-0536 ОСТ 2 И52-1-74;
- вимірювальний інструмент: штангенциркуль ЩЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89; калібр-пробка різьбова М6-7Н ГОСТ 17756-72.

6.5 Розрахунки режимів різання

Розраховуємо режими різання на операцію Фрезерну з ЧПК за методикою, викладеною в [10], дані заносимо в табл. 6.12.

На даній операції фрезерується площина шириною $B = 79$ мм, довжиною 95 мм. Припуск на обробку $h = 0,7$ мм .

Орієнтовно діаметр фрези приймаємо в залежності від ширини фрезерування: $D = 1,6 \cdot B = 1,6 \cdot 79 = 126,4$ мм [16, 17].

Приймаємо найближчу торцеву фрезу: діаметр фрези $B = 125$ мм, число зубів $Z=14$, висота фрези $B = 40$ мм, посадковий отвір 40 мм [16, 17].

Геометричні параметри фрези: кут у плані $\varphi = 60^\circ$, передній кут $\gamma = 10^\circ$, головний задній кут $\alpha = 12^\circ$, допоміжний кут у плані $\varphi_1 = 5^\circ$ [16, 17].

Визначаємо глибину різання. При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску $t = h = 0,7$ мм.

Визначаємо подачу на зуб ([16], табл.33, с.283). При фрезеруванні кольорових сплавів і середній жорсткості верстата $S_z=0,15 \dots 0,25$ мм/зуб. Приймаємо $S_z=0,15$ мм/зуб.

Визначаємо період стійкості фрези ([16], табл.40, с.290). При діаметрі фрези $\varnothing 125$ мм період стійкості приймаємо $T = 180$ хв.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.1)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 39 с. 286, [16]). При обробці кольорових сплавів фрезою з пластинами із швидкорізальної сталі приймаємо $C_v=41$; $q=0,25$, $x=0,1$; $y=0,4$; $m=0,15$; $u=0,2$; $p=0$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (6.2)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [16]. $K_{MV} = 0,8$;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки матеріалу (табл. 5, с. 263, [16]); $K_{PV} = 0,9$;

K_{IV} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263, [16]); $K_{IV} = 1,0$;

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72$$

$$V = \frac{41 \cdot 125^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 0,7^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 79^{0,15} \cdot 14^0} \cdot 0,72 = 40,7 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.3)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 140,7}{3,14 \cdot 125} = 103,6 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата: $n_d = 100$ об/хв. [16].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.4)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 100}{1000} = 39,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/хв} \quad (6.5)$$

$$V_s = 0,15 \cdot 14 \cdot 100 = 210 \text{ мм/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата: $V_{sd} = 250 \text{ мм/хв}$. [16].

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{zd}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.6)$$

$$S_{zd} = \frac{250}{14 \cdot 100} = 0,17 \text{ мм/зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \frac{t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_p, \text{ Н}$$

де C_p, x, y, n, q, w – поправні коефіцієнти на силу різання;

$C_p=82,5; x=0,95; y=0,8; n=1,1, w=0, q=1,1$ ([16]); табл.41, с. 291);

$$P_z = 10 \cdot 82,5 \cdot \frac{0,7^{0,95} \cdot 0,17^{0,8} \cdot 79^{1,1} \cdot 14}{125^{1,1} \cdot 100^0} \cdot 0,25 = 297 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.7)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

$$M_{кр} = \frac{297 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 185,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.8)$$

$$N = \frac{297 \cdot 40,7}{1020 \cdot 60} = 0,19 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп} \quad (6.9)$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 11$ кВт [16].

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{шп} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт}$$

$$0,19 < 9,35$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{офр} = \frac{L}{V_S}, \text{ хв} \quad (6.11)$$

де L – повна довжина обробки, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.12)$$

де y – величина врізання, мм;

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Δ – величина перебігу, мм.

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$L = 95 + 42 = 137 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{137}{250} = 0,55 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання аналітичним методом на операцію 025 радіально-свердлильну з ЧПК за методикою, викладеною в [10], дані заносимо в табл. 6.12. Операція складається з таких переходів: центрування, свердління; зенкування; нарізання різьби.

Перехід 2. Свердління отвору. Призначаємо режими різання.

Виконуємо розрахунок режимів різання для першого переходу – свердлування 8 отворів $\varnothing 5$ під різь М6-7Н, глибиною 20 мм, Ra 3,2 мкм.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм} \quad (6.13)$$

де d – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу ([16], табл. 25, с. 277). При обробці алюмінієвого сплаву з твердістю 160...240 НВ $S_0=0,1...0,15$ мм/об.

З урахуванням поправочного коефіцієнта на досягнення більш високої якості отвору в зв'язку з наступним нарізуванням різі:

$$S_0 = S_0 \cdot K_s, \text{ мм/об} \quad (6.14)$$

$$S_0 = (0,1 \dots 0,15) \cdot 0,5 = (0,05 \dots 0,075) \text{ мм/об}$$

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Приймаємо $S_o = 0,075$ мм/об.

Визначаємо період стійкості свердла ([16], табл. 30, с. 279). При обробці алюмінієвого сплаву з твердістю 160...240 НВ і діаметрі свердла $\varnothing 5$ мм $T=180$ хв. Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S_y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.15)$$

де C_v , q , m , y – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 28 с. 278, [16]). При обробці алюмінієвого сплаву свердом приймаємо $C_v=36,3$; $q=0,25$; $y=0,55$; $m=0,125$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{lv}, \quad (6.16)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [16]. $K_{MV} = 0,8$;

$K_{IV} = 1,0$; (табл. 6, с. 263, [16]);

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 263, [16]);
 $K_{lv} = 0,75$;

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,6$$

$$V = \frac{36,3 \cdot 5^{0,25}}{180^{0,125} \cdot 0,075^{0,55}} \cdot 0,6 = 15 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 5} = 955,4 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата: $n_d = 1000$ об/хв. [16].

Визначаємо дійсну швидкість головного руху за формулою:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.18)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}{1000} = 15,7 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S_o \cdot n, \text{ мм/хв} \quad (6.19)$$

$$S_{\text{хв}} = 0,075 \cdot 1000 = 75 \text{ мм/хв}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_k = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{\text{Мр}}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (6.20)$$

де C_M , q , y – коефіцієнт та показники степеня на крутний момент (табл. 28 с. 278, [16]). При обробці алюмінієвого сплаву приймаємо $C_M=0,005$; $q=2$; $y=0,8$.

Поправний коефіцієнт на крутний момент $K_p = 1,0$.

$$M_k = 10 \cdot 0,005 \cdot 5^2 \cdot 0,075^{0,8} \cdot 1,0 = 0,16 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{M_k \cdot n_d}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.21)$$

$$N = \frac{0,16 \cdot 1000}{9750} = 0,016 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. за формулами:

$$0,016 < 3,4$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$L = 20 + 2 + 0 = 22 \text{ мм}$$

$$T_{o1} = \frac{22}{75} \cdot 7 = 2,05 \text{ хв}$$

Основний час для обробки наскрізного отвору довжиною 24 мм:

$$T_{o2} = \frac{24 + 3}{75} \cdot 1 = 0,36 \text{ хв}$$

Визначаємо загальний основний час на операцію за формулою:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2}, \text{ хв} \quad (6.23)$$

$$T_o = 2,05 + 0,36 = 2,41 \text{ хв}$$

Таблиця 6.12 – Режими різання

Номер та текст переходу	Параметри режимів обробки				L, мм	T _o , хв	Вид режиму
	t, мм	Sz, мм/зуб So, мм/об	n, хв ⁻¹	V, м/хв			
015 Фрезерна з ЧПК							
010 Фрезерна з ЧПК	0,7	0,17	100	39,3	13 7	0,5 5	аналітичний
020 Радіально-свердлильна з ЧПК							
Центрувати отвори	1,575	0,11	140 0	10	5	3,5 1	табличний
Свердлити отвори	2,5	0,075	100 0	15,7	27		аналітичний
Зенкувати отвори	0,5	0,05	100 0	20	2		табличний
Нарізати різьбу в отворах	-	-	500	13	27		табличний

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 170900020-00ПЗ				

6.6 Технічне нормування операцій

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [11, 15].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.24)$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на операції, хв.

Підготовчо-заключний час визначаємо, враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.25)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{\text{відп}}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %.

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де T_0 – основний час на операцію, хв.;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де $T_{\text{уст}}$ – час на установку та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{пк}}$ – час на прийоми керування, хв.;

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 170900020-00ПЗ

Нормування фрезерної з ЧПК операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} = 0,24$ хв, табл. 5.6 с. 199; $T_{зв} = 0,07$ хв. табл. 5.7 с. 201;

$$T_d = 0,24 + 0,07 = 0,33 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що $T_o = 0,55$ хв:

$$T_{оп} = 0,55 + 0,33 = 0,88 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 0,88 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 0,95 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=24$ хв. [3].

$$T_{шт-шк} = \frac{24}{120} + 0,95 = 1,15 \text{ хв}$$

Нормування радіально-свердлильної з ЧПК операції.

$$T_d = 0,13 + 0,4 + 0,32 = 0,85 \text{ хв}$$

$$T_{оп} = 3,51 + 0,85 = 4,36 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 4,36 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 4,93 \text{ хв}$$

$$T_{шт-шк} = \frac{17}{95} + 4,93 = 5,11 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=17$ хв. [3].

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для забезпечення заданої точності поверхні після обробки, необхідно спроектувати спеціальне пристосування, яке буде використовуватися на фрезерній операції. Пристосування повинне бути простим і дешевим у виготовленні, зручним в роботі і швидкодійним, задовольняти вимогам техніки безпеки і бути надійним в експлуатації. Використання спроектованого пристосування забезпечить зменшення часу на допоміжні операції [5].

Згідно заводського технологічного процесу заготовка при фрезеруванні закріплюється в пристосуванні УЗП (універсально-збірне пристосування) з ручним приводом. При збільшенні річної програми випускам деталей виникає необхідність зниження трудомісткості, підвищення стабільності точностних параметрів на операції.

Зниження трудомісткості обробки на операції можливе досягти за рахунок скорочення часу на установку і зняття деталі з верстата, використання багатомісного пристосування. Підвищення стабільності точностних параметрів можливе за рахунок використання спеціального пристосування, причому привід повинен бути механізованим [5].

Отже, необхідно спроектувати багатомісне спеціальне пристосування з механізованим приводом. Привід вибираємо пневматичний, як більш простий в експлуатації в порівнянні з гідравлічним [2, 4].

Точність форми. Конструктором на кресленні не проставлена точність форми зубчастого вінця, тому назначаємо її згідно з ГОСТ 24643-81 – А (нормальна точність).

Точність розміщення поверхонь. Точність форми оброблюваної поверхні кресленням не обумовлена. Сказати, що похибка форми знаходиться в межах допуску на розмір, тобто 520 мкм (і це при шорсткості Ra 2,5) - було б невірно.

Тому визначити ступінь точності для оброблюваної поверхні згідно рекомендацій [4], табл.30, с.333-334.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Обойма піджимна відноситься до деталей, які працюють в середніх і легких режимах. Це VII-VIII ступінь точності за ГОСТ 10356-83. Ми можемо говорити про допуск площинності, а це для VIII ступінь точності складає 25 мкм [4], табл.29, с.331.

Допуск перпендикулярності 0,02 max (по кресленню), щодо отв.14H14 ми не розглядаємо, оскільки отв. 14H14 виконуватимуться після фрезерної операції.

Ми можемо розглядати два допуски взаємного розташування поверхонь:

- допуск перпендикулярності оброблюваної поверхні щодо осі деталі;
- допуск паралельності торців деталі, обмежених розміром 24 (оброблюваного і передбачуваного базового торця).

Для VIII ступеня точності по ГОСТ 10356-83 ці допуску повинні бути не більше 16 мкм.

Згідно креслення деталі шорсткість оброблюваної поверхні повинна скласти: Ra=2,5 мкм.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

Умови експлуатації пристосування

На верстаті є система охолодження, захисні екрани від стружки. Стружка забирається з робочого місця транспортером.

На верстаті передбачені пневматичний привід для закріплення оброблюваних заготовок. Масу пристосування не обмежує, оскільки на верстаті воно встановлюється один раз на всю партію деталей.

Складання переліку виконуваних функцій.

Даний перелік функцій дозволяє попередньо ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристосування та зробити аналіз функцій [2].

0 – Переміщення та попередня орієнтація пристосування.

1 – Базування заготовки.

2 – Закріплення заготовки.

3 – Базування пристосування на верстаті.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 4 – Закріплення пристосування на верстаті.
- 5 – Підвід та відвід енергоносіїв.
- 6 – Утворення сили для закріплення.
- 7 – Управління енергоносіями.
- 8 – Обробка заготовки.
- 9 – Досягнення безпечних умов праці.
- 10 – Об'єднання функціональних вузлів.

Розробка і обґрунтування схеми базування.

Зі всього комплексу поверхонь, утворюючих заготовку, вибираємо поверхню R31,5 мм, як найрозвиненішу, максимально наближену до зони обробки.

Ухвалення цієї поверхні як базової не перешкоджає доступу ріжучого інструменту до оброблюваної поверхні. При фрезеруванні площини немає необхідності центрувати заготовку, тому точність базової поверхні $\delta_{31,5} = 1200$ мкм і її поверхня Ra2,5 не мають принципового значення. Зате для базування по цій поверхні можемо застосувати простий настановний елемент - призму і вона позбавить заготовку 2-х ступенів вільності (вужька призма).

Інший варіант базування - по заздалегідь обробленому циліндру $\varnothing 60$ ускладнить конструкцію пристосування (настановні і затискні елементи пристосування необхідно буде розташувати на двох рівнях), що економічно недоцільне.

Вибір опорної бази. Як кращий варіант для опорної бази вибираємо лівий торець деталі (за розміром 24). Цей торець механічно оброблений в розмір 24,7h14 ($\delta_{27,4} = 520$ мкм), має шорсткість поверхні Ra 3,2.

При цьому похибка базування буде дорівнювати нулю $\varepsilon_{\delta 24} = 0$, так як співпадають установча і вимірювальна бази при обробці розміру 24h4 (рис.7.1).

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

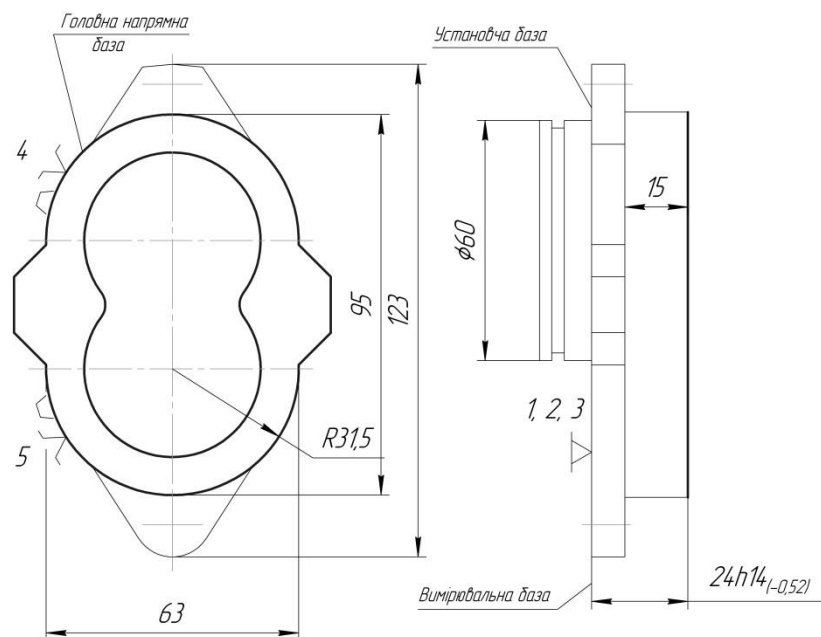


Рисунок 7.1 – Схема базування заготовки у пристосуванні

Як бачимо, точнісні параметри базових поверхонь схожі з точнісними параметрами оброблюваних, що робить обробку можливою і забезпечують виконання точнісних вимог креслення.

Розробка і обґрунтування схеми закріплення.

В основі розробки схеми закріплення лежить аналіз взаємодії силових полів в технологічній системі в процесі механічної обробці деталі.

З метою визначення взаємного впливу поля обурюючих сил (ПОС) і поля врівноважуючих сил (ПВС). Будуємо графічну модель обурюючих сил у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування. Як видно з рис. 7.2, при розглянутій схемі базування, ПОС, створюване складовими сил різання R_x ; R_y ; R_z частково врівноважується реакціями опор [2, 4].

						ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

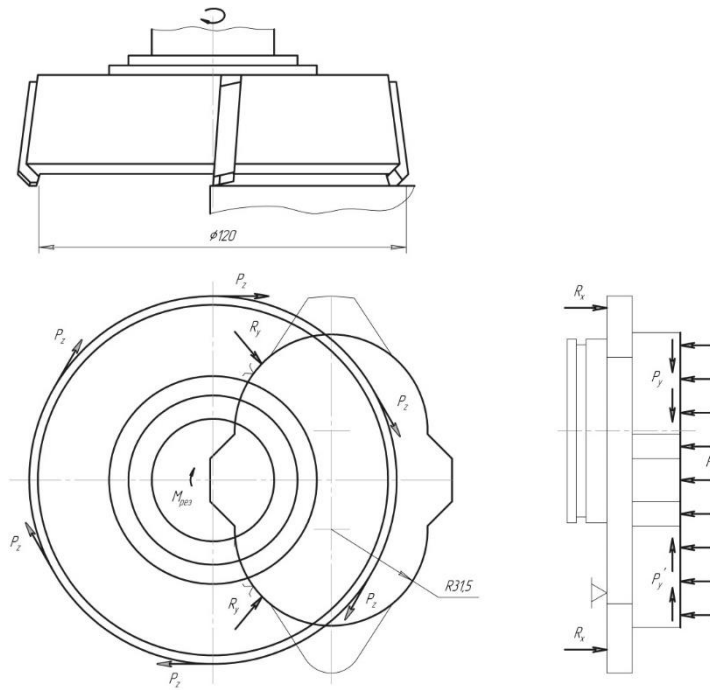


Рисунок 7.2 – Схема закріплення заготовки у пристосуванні

Так сила P_x врівноважується реакціями опорних штирів R_x ; сила P_y ; P_y' ; окружна сила P_z частково врівноважується реакціями опорних пластин призми R_y ; R_y' .

Для повного урівноваження системи необхідно прикласти додаткові сили закріплення (рис. 7.3).

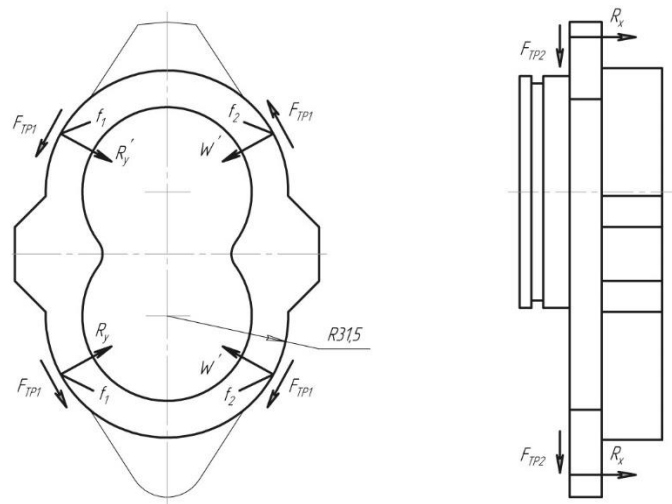


Рисунок 7.3 – Схема дії додаткових сил закріплення

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У розглянутій схемі закріплення ми не використовуємо опорні штифти в конструкції пристосування, здатні сприймати момент зрізування, з причини незначних зусиль зрізу (чистове фрезерування; матеріал - алюмінієвий сплав). Вважаємо, що зусилля закріплення буде достатньо для утримання заготовки від проворота. Не розглядатимемо і умову невідриву заготовки від опори під дією складової сили різання, оскільки сила R_x , навпаки, притискатиме заготовку до опорних штирів пристосування.

Величину сумарного зусилля закріплення знаходимо з умови непроворота від моменту зрізання [2, 4]:

$$M_{\text{тр}} > M_{\text{різ}} \quad (7.1)$$

де $M_{\text{тр}}$ – момент тертя, кгс;

Момент тертя визначається за формулою:

$$M_{\text{тр}} = kM_{\text{різ}} \quad (7.2)$$

де k – коефіцієнт надійності закріплення, $k = 1,8$.

Повороту деталі протидіє сила тертя, що виникає на поверхнях контакту заготовки з установчими і затискними елементами пристосування.

Без урахування тертя на торці деталі з урахуванням зусилля закріплення маємо:

$$kM_{\text{різ}} = Wf_1R + Wf_2R \frac{1}{\sin \alpha/2}$$

$$W = \frac{kM_{\text{різ}}}{f_1R + f_2R \frac{1}{\sin \alpha/2}} \quad (7.3)$$

де $f_{1,2}$ – коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями; $f_{1,2} = 0,1$;

α – кут призми, °; $\alpha = 120^\circ$;

Момент різання визначаємо за формулою:

						ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

$$M_{\text{тр}} = \frac{P_z \cdot D_{\text{фр}}}{1000} \quad (7.4)$$

$$M_{\text{тр}} = \frac{297 \cdot 120}{1000} = 356,4$$

$$W = \frac{1,8 \cdot 356,4}{0,1 \cdot 31,5 + 0,1 \cdot 31,5 \frac{1}{\sin 60^\circ}} = 95,22 \text{ кгс}$$

Силу закріплення ми повинні подвоїти, оскільки в пристосування встановлюється дві деталі і в процесі різання фреза захоплює оброблювані поверхні на 1-й і 2-й деталях одночасно.

У проектуваному пристосуванні застосовується система важелів, один з яких представлений на рис. 3.3. Тому для визначення початкової сили Q на штоку пневмоцилиндра можна скористатися формулою, рекомендованою для даного виду важелів:

$$Q = \frac{W_{\phi} \cdot (l + 1,41 \cdot r \cdot f_0)}{l_1} \quad (7.5)$$

де f_0 – коефіцієнт тертя в підшипнику ковзання; $f_0 = 0,1$;

l, l_1 – плечі важелів, мм; $l_1 = 95$ мм;

r – радіус осі важеля, мм; $r = 9$ мм.

$$Q = \frac{190,44 \cdot (95 + 1,41 \cdot 9 \cdot 0,1)}{95} = 193 \text{ кгс}$$

По цій силі вибираємо поршневий пневмоциліндр для приводу пристосування [4].

Отже, основні параметри вибраного пневмоцилиндра: діаметр циліндра $D=100$ мм; діаметр штока $d=25$ мм; зусилля на штоці (Q): штовхаючи – 2700 Н; що тягне – 2550 Н; тиск в системі 0,4 МПа.

Похибка закріплення заготовки. При установці заготовки на опорні штифти пристосування в затискне пристосування з пневматичним затиском для базової поверхні заготівки, одержаної литвом під тиском, складає 70 мкм (для

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

розмірів 50-80 мм).

Розрахунки пристосування на точність.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування є перетворенням інформації про точність обробки поверхонь на даній операції в точнісні вимоги до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, тобто ті параметри, які найбільшою мірою впливають на досягнення заданих розмірів оброблюваної деталі. На точність в операції розміру (24h14) впливає величина допуску паралелі торців заготовки (по розміру 24,7), що поступає на операцію. По цьому допуску ми і розрахуємо допустиму погрішність виготовлення елементів пристосування. Величина цього допуску $T_{II} = 120$ мкм [4].

$$\varepsilon_{прII} = T_{II} - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{624})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2} \quad (7.6)$$

де K_T – коефіцієнт, що враховує можливостей відступ від нормального розподілу окремих складових; $K_T = 1,2$;

K_{T1} – коефіцієнт, що враховує похибку базування, якщо вона не дорівнює нулю;

ε_3 – похибка закріплення, мкм; $\varepsilon_3 = 70$ мкм;

ε_y – похибка установки, мкм; $\varepsilon_y = 20$ мкм;

ε_{II} – похибка перекосу інструменту, мкм; $\varepsilon_{II} = 0$;

ε_{II} – похибка, що виникає у зв'язку зносу установчих елементів, мкм;

ω – середня економічна точність обробки при чистовому фрезеруванні площини, мкм; $\omega = 14$ мкм;

K_{T2} – коефіцієнт, що враховує вірогідність появи похибки обробки, мкм;

$K_{T2} = 0,6$ мкм;

$\varepsilon_{поз}$ – похибка позиціонування, мкм; $\varepsilon_{поз} = 0$;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{прII}} &= 120 - 1,2\sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 70^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 14)^2 + 0^2} \\ &= 32 \text{ мкм}\end{aligned}$$

З урахуванням стандартного ряду допусків паралельності приймаємо $\varepsilon_{\text{прII}} = 30$ мкм, [4], табл.5.3.с.108.

Одержаний допуск переносимо на елементи пристосування таким чином: непаралельність установчої поверхні опорних штирів щодо установчої поверхні основи пристосування - не більше 30 мкм.

Опис пристрою і принцип дії пристосування.

Пристосування спроектовано для установки і закріплення двох деталей одночасно. Це дозволить знизити трудомісткості виготовлення деталей (за рахунок скорочення допоміжного часу на установку і зняття деталі і допоміжного часу, пов'язаного з переходом).

Оскільки встановлено дві деталі, фрезерувати площини на них ми будемо, користуючись подовжньою подачею столу послідовно одну деталь, потім іншу.

Заготовки встановлюються на опорні штирі пристосування, притискаються до нерухомої призми.

При подачі стислого повітря (поворотом рукоятки) в штокову порожнину пневмоциліндра поршень 9 з штоком 19 рухаються вниз, через вкладиш 2, важелі 15 призми 10 сходяться в напрямку нерухомої призми і закріплюють першу і другу заготовки.

Після фрезерування площин поворотом рукоятки в положення "розтиск" подаємо стисле повітря в безштокову порожнину, поршень з штоком рухається вгору і через систему важелів рухомі призми розходяться, деталь відкріплена; її можна знімати з пристосування [2].

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення бура електрогідравлічного ЭБГП-1 та насоса, куди входить задана деталь. Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення шестерні.

- встановлено, що тип виробництва середньосерійний, а форма організації виробництва – групова;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято лиття під тиском.

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: фрезерну з ЧПК та радіально-свердлильну з ЧПК: порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна; обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для фрезерну з ЧПК операції. Розроблена карта наладки на радіально-свердлильну операцію.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Сталь и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

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

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбо-накатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

14 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

15 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

16 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

17 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

18 Чернавский С.А. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для вузов. – М.: «Машиностроение», 1984. – 560 с.

19 ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

					ТМ 170900020-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

20 Хорин В.Н. Машины и оборудование для угольных шахт: Справочник. — 4-е изд. перераб. и доп. — М. Недра, 1987. - 424 с.

21 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

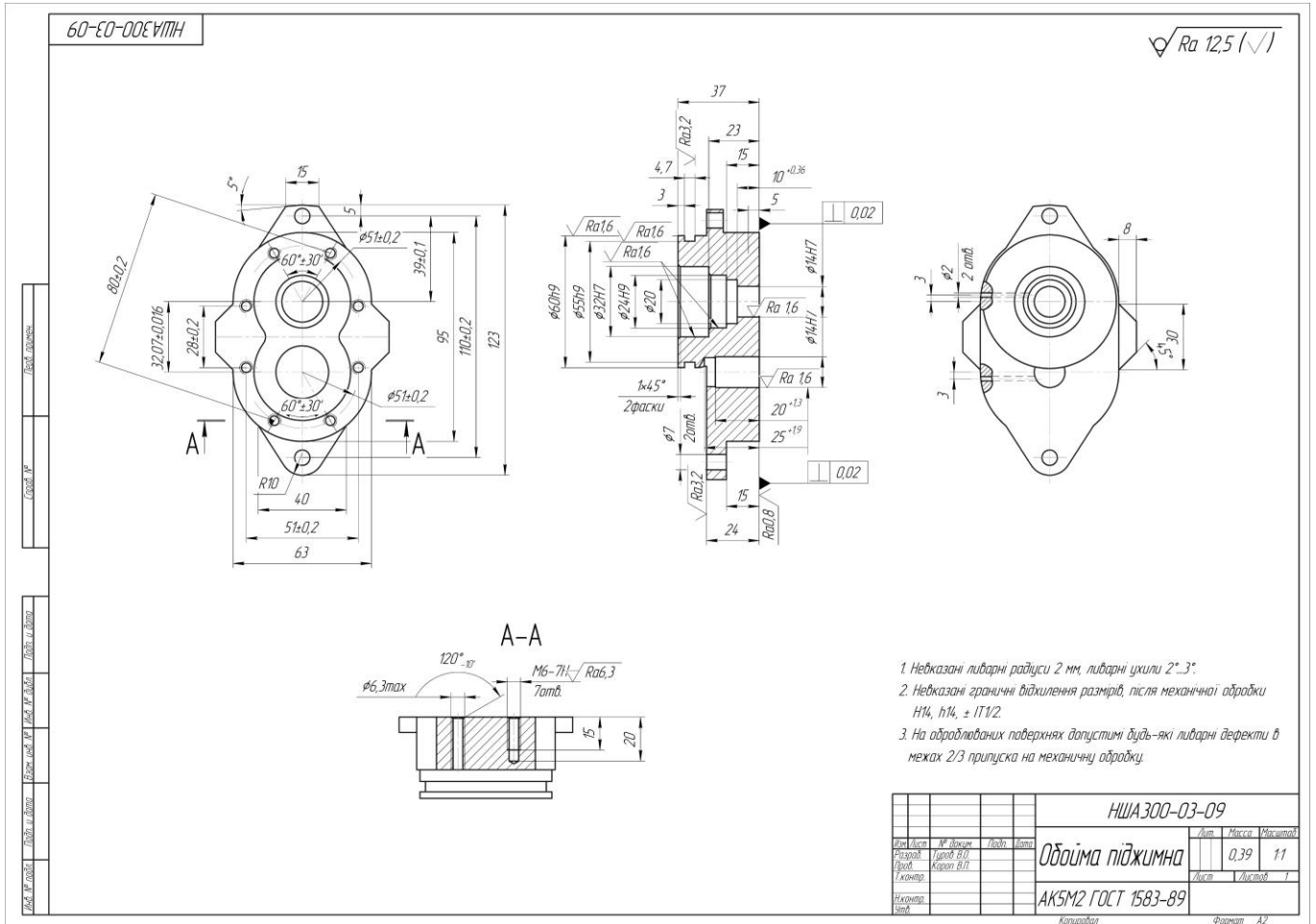
22 Закон України про «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)». Редакція від 12.07.2000 [Електронний ресурс]: Web-сайт. – Електрон. дані та прогр. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97> – Назва з екрану

23 ОСНОВНІ САНІТАРНІ ПРАВИЛА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ [Електронний ресурс]: Web-сайт. – Електрон. дані та прогр. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001522.html – Назва з екрану

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 170900020-00ПЗ

ДОДАТОК А Заводське креслення деталі



ДОДАТОК Б Розрахунок припуску

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА для Kuznetsov, группа - ТМ-61										
Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
-	-	29.939	29.93	29.93	+0.250	29.93	30.18	-	-	-
1358	1608	31.547	31.547	31.547	+0.062	31.547	31.609	1367	1617	1679
391	453	32	32	32	+0.025	32	32.025	391	453	478

<Enter> – продолжение работы <Esc> – возврат

ДОДАТОК В Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Характеристика, дія на організм людини, нормування та захист від іонізуючого випромінювання

Радіоактивність та супутнє їй іонізуюче випромінювання (ІВ) існували на Землі завжди. У біосфері існують понад 60 природних джерел іонізуючого випромінювання. В основному, сучасна людина опромінюється джерелами природного походження (космічного та земного). На частку земного припадає 5/6 природного опромінювання, в основному внаслідок дії радіонуклідів, що попадають в організм з їжею, водою та повітрям [21].

Дослідження показали, що значна частина природного опромінювання припадає на газ радон, який утворюється у результаті розпаду урану та торію і виділяється з породи (граніт, пемза), будівельних матеріалів, у результаті розпилювання води, спалюванні газу. В закритих приміщеннях активність радону може досягати кількох тисяч Бк/м³. Крім зазначеного, проблема іонізуючого опромінювання пов'язана з рядом технологій, які використовуються в сучасному суспільстві [21].

Іонізуюче випромінювання – випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення в останньому електричних зарядів різних знаків, тобто до іонізації цього середовища [22].

Основними характеристиками для джерел ІВ є: радіоактивність, час напіврозпаду, енергія випромінювань, глибина проникнення, іонізуюча здібність [21].

Для оцінки дії ІВ використовують поняття доз, потужність доз, тканинний зважувачий фактор, час напіввиведення з організму тощо. За одиницю поглиненої дози опромінення приймається джоуль на кілограм (Дж/кг) – Грей (Гр). У радіобіології і радіаційній гігієні широке застосування одержала позасистемна одиниця поглиненої дози – рад [22].

Механізм взаємодії випромінювання з речовиною залежить від властивостей середовища, виду та енергії випромінювання. Вивчення дії випромінювання на організм людини визначило наступні особливості [21]:

- дія ІВ на організм невідчутна людиною;
- висока ефективність поглиненої енергії;
- різні органи живого організму мають свою чутливість до опромінення;
- наявність прихованого чи інкубаційного періоду прояву дії іонізуючого випромінювання;
- дія малих доз може підсумовуватися чи накопичуватися;
- вплив опромінювання може проявлятися безпосередньо на живому організмі у вигляді миттєвих уражень (соматичний ефект);

Не кожен організм у цілому однаково реагує на опромінення. Іонізуюче випромінювання, впливаючи на живий організм, викликає в ньому ланцюг зворотних і незворотних змін, що призводять до тих чи інших біологічних наслідків, залежно від виду, рівня опромінення, часу дії, розміру поверхні, яка опромінюється, та властивостей організму.

Важливим фактором впливу ІВ на організм є тривалість опромінення. У результаті одноразового опроміненні всього тіла людини можливі біологічні порушення залежать від сумарної поглиненої дози випромінювання. Поглинена доза випромінювання, що викликає ураження окремих частин тіла, а потім смерть, перевищує смертельну поглинену дозу опромінення всього тіла. Смертельні поглинені дози для окремих частин тіла наступні: голова – 20 Гр, нижня частина живота – 30 Гр, верхня частина живота – 50 Гр, грудна клітка – 100 Гр, кінцівки – 200 Гр [23].

Променеві захворювання можуть початися вже при дозі в 1 Гр. При загальному опроміненні за короткий термін доза 5–6 Гр призводить до смертельного результату у 100% опромінених, якщо постраждалим не була вчасно надана спеціальна медична допомога. Ступінь чутливості різних тканин до опромінення неоднакова. Якщо розглядати тканини органів у порядку зменшення їхньої чутливості до впливу випромінювання, то одержимо наступну послідовність: зародкові клітини, червоний кістковий мозок, селезінка, легені, лімфатична тканина, зобна залоза. Велика чутливість кровотворних органів до радіації лежить в основі визначення характеру променевої хвороби. У разі одноразового опромінення всього тіла людини поглиненою дозою 0,5 Гр за добу після опромінення може різко скоротитися число лімфоцитів [21].

Деякі радіоактивні речовини, потрапляючи в організм, розподіляються в ньому більш-менш рівномірно, інші концентруються в окремих внутрішніх органах.

Допустимі рівні ІВ регламентуються «Нормами радіаційної безпеки України НРБУ197» [22], які є основним документом, що встановлює радіаційно-гігієнічні регламенти для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі. НРБУ197 поширюються на ситуації опромінення людини джерелами ІВ в умовах: нормальної експлуатації індустриальних джерел ІВ; медичної практики; радіаційних аварій; опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження.

Захист від ІВ може здійснюватись шляхом: використання джерел з мінімальним випромінюванням шляхом зниження активності джерела випромінювання; скорочення часу роботи з джерелом ІВ; віддалення робочого місця від джерела ІВ; екранування джерела ІВ; екранування зони знаходження людини; застосування засобів індивідуального захисту людини; впровадження санітарно-гігієнічних та лікарсько-профілактичних заходів; впровадження організаційних заходів захисту робітників з відкритими та закритими джерелами ІВ [21, 23].

ДОДАТОК Г Специфікація на пристосування

	Форм. Знач.	Лист	Позначення	Назва	Кіл.	Примітки
				Документація		
A1			ТМ 17090020-07 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
Бк	1		ТМ 17090020-07. 000	Стійка	4	
				Деталі		
Бк	2		ТМ 17090020-07. 001	Адаптер	1	
Бк	3		ТМ 17090020-07. 002	Вкладки	2	
Бк	4		ТМ 17090020-07. 003	Втулка	2	
Бк	5		ТМ 17090020-07. 005	Накладка	4	
Бк	6		ТМ 17090020-07. 006	Кільце	2	
Бк	7		ТМ 17090020-07. 007	Плита верхня	1	
Бк	8		ТМ 17090020-07. 008	Плита нижня	1	
Бк	9		ТМ 17090020-07. 009	Поршень	1	
Бк	10		ТМ 17090020-07. 010	Призма	2	
Бк	11		ТМ 17090020-07. 011	Прокладка	1	
Бк	12		ТМ 17090020-07. 012	Прокладка	1	
Бк	13		ТМ 17090020-07. 013	Палець	1	
Бк	14		ТМ 17090020-07. 014	Планка	1	
Бк	15		ТМ 17090020-07. 015	Ричаг	2	
Бк	16		ТМ 17090020-07. 016	Установ	6	
Лист 1 з 1			ТМ 17090020-07 СК			
Лист 2 з 2			Мзм.	Лист	№ докум.	Підп.
Лист 3 з 3						Дата
Лист 4 з 4			Пристосування для фрезерування			Лист
Лист 5 з 5						Лист
Лист 6 з 6						Листов
Лист 7 з 7						1
Лист 8 з 8						3
Лист 9 з 9			КіСумДУ, ТМ-61			

