

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 корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМс2-81к  
напряму підготовки (спеціальності)

*131 Прикладна механіка*

*(Технології машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Охрименко О.Р.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(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. Іванов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
КОРПУСУ ГІДРОЦИКЛОНУ ГМ 5.900.21**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Охрименко О.Р.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 54 с., 12 рис., 15 табл., 20 джерел.

В роботі проведено аналіз службового призначення піскоструменевого апарату, проаналізовані конструктивні особливості корпусу гідроциклону; технічні вимоги, що пред'являються до деталі; тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

Запропоновано вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21»: 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 040 «Свердлильна з ЧПК» та операційне налагодження для операції 050 «Внутрішньо-шліфувальна».

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

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Корпусу гідроциклону ГМ 5.900.210».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21».

ПІСКОСТРУМЕНЕВОГО АПАРАТУ, КОРПУСУ ГІДРОЦИКЛОНУ,  
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, МЕТАЛОРІЗАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ,  
РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ.

**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 ЦЗДВН  
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів  
Освітньо-кваліфікаційний рівень перший (бакалаврський)  
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ В. О. Іванов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**Охрименко Олег Русланович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21»

Керівник проекту Приходько Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» травня 2022 року № 0362-VI\_

2. Строк подання студентом проекту «15» червня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_

*3.1 Креслення корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21*

*3.2 Річний обсяг випуску деталей – 3000 шт.*

*3.3 Базовий технологічний процес виготовлення корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

*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, розробка технічних вимог на заготовку*

*4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

## 5. Консультанти розділів проекту

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

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації		
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі		
3	Визначення типу та форми організації виробництва		
4	Аналіз технологічності конструкції деталі		
5	Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї		
6	Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі		
6.1	Розрахунок припусків на механічну обробку		
6.2	Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки		
6.3	Обґрунтування вибору металорізальних верстатів		
6.4	Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів		
6.5	Розрахунки режимів різання		
6.6	Технічне нормування операцій		
7	Проектування верстатного пристрою		
8	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях		
	Висновки		
	Список літературних джерел		
	Додатки. Презентація		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Охрименко О.Р.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Приходько О.М.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## 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 .....	10
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	12
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	16
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї .....	17
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	20
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	22
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки .....	29
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	33
6.5 Розрахунки режимів різання .....	34
6.6 Технічне нормування операцій.....	41
7 Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки .....	44
Висновки .....	52
Перелік джерел посилання .....	53
Додаток А Корпус гідроциклону ГМ 5.900.21. Робоче креслення	
Додаток В Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
Додаток Г Специфікація на пристосування	

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Охрименко О.Р.</i>			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу гідроциклону ГМ 5.900.21</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевіриє</i>		<i>Приходько О.М.</i>					4	54
<i>Н. Контр.</i>		<i>Динник О.Д.</i>			<i>СумДУ, ТМс2-81к</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Іванов В.О.</i>						

## ВСТУП

Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, перехід до ринкових принципів господарювання, посилення конкуренції передбачає розширення номенклатури виробів, зменшення їх числа в серії. В результаті цього зростає кількість підприємств, орієнтованих на серійний тип виробництва. Таким чином, в першу чергу необхідно намагатися скорочувати терміни розробки технологічних процесів та підвищувати якість проектних рішень за рахунок прагнення до інтенсифікації машинобудівного виробництва в рамках сучасної змінюваності продукції, що випускається.

Проектування технологічного процесу з урахуванням характеру виробництва і оперативна можливість коригування технологічного процесу в залежності від зміни виробничої ситуації багато в чому зумовлює ефективність роботи виробничої системи. В умовах зростання технічного переозброєння та модернізації виробництва, скорочень життєвого циклу нової техніки, що тягне за собою скорочення термінів її розробки та освоєння, підвищення конкурентоспроможності продукції, необхідне оновлення сучасного промислового потенціалу. Така стратегія передбачає залучення наукового потенціалу країни, її вчених до розробки інноваційних проектів.

В останні роки в машинобудівному комплексі України гранично низький рівень використання виробничих потужностей, використовується морально і фізично застарілі технології та обладнання. Існуючі методи розробки технологічних процесів не спрямовані на підвищення гнучкості сучасного виробництва і не дозволяють приймати рішення на основі даних про реальну виробничу ситуацію.

Таким чином, необхідно розробити технологію, яка була б максимальною мірою адаптована до виробництва і дозволяла б реалізувати всі можливості виробничої системи.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

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

Корпусні деталі призначені для розміщення в них складальних одиниць та деталей. Вони є базовими деталями. Корпусні деталі повинні забезпечувати постійну точність відносно положення деталей та механізмів як в статичному стані, так і в процесі експлуатації машини. Тому вони повинні мати достатню жорсткість. Корпусні деталі умовно поділяють на п'ять груп:

- 1) коробчастого типу;
- 2) складної просторової форми;
- 3) типу кронштейнів, кутів, стояків;
- 4) типу плит, кришок, кожухів;
- 5) корпуси, які мають зовнішню форму тіл обертання.

Деталь «Корпус гідроциклону ГМ 5.900.21» відноситься до п'ятого класу «корпусів». Корпусні деталі мають основні базуючі поверхні, як правило, у вигляді площин, з допомогою яких вони приєднуються до інших деталей. Мають допоміжні базуючі поверхні - поверхні отворів та площин. Отвори корпусних деталей в залежності від їх призначення поділяються на основні (точні) та допоміжні.



Рисунок 1.1 – Піскоструменевий апарат

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 20090005-00 ПЗ

Аёрк.

6



Деталь «Корпус гідроциклону ГМ 5.900.21» входить до складу апарату для піскостуйної обробки поверхонь (рис. 1.1), призначений для знешламлювання, згущення шламів і продуктів флотації, освітлення оборотних вод, класифікації рудної пульпи в стадіях тонкого подрібнення в замкнутому циклі з кульовими млинами та збагачення тонких фракцій вугілля і руд у водному середовищі та важких суспензіях у відцентровому полі пульпи.

Принцип дії гідроциклонів заснований на сепарації частинок твердої фази в потоці, що обертається рідини. Величина швидкості сепарування частинки у відцентровому полі гідроциклону може перевищувати швидкість осадження еквівалентних частинок у полі гравітації у сотні разів.

Останнім часом все частіше в технології збагачення застосовують кластер гідроциклонів, що дозволяє істотно підвищити продуктивність по потоку, при збереженні тонкощі класифікації, а також знизити тиск пульпи в живленні кластеру і відповідно зменшити споживану потужність пульпових насосів.

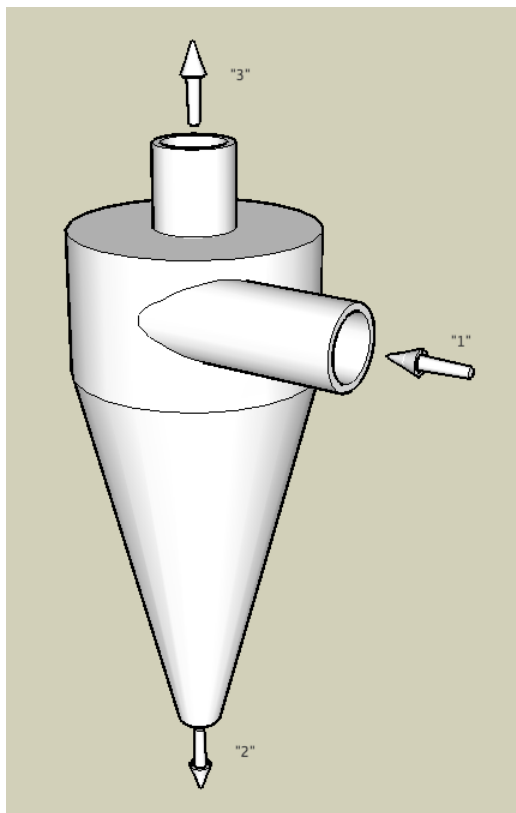


Рисунок 1.2 – Схема роботи гідроциклону: 1 - підведення в апарат суспензії; 2 - вихід твердої фази; 3 - вихід освітленої рідини

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

До перевагам гідроциклонів можна віднести:

- високу питому продуктивність з оброблюваної суспензії;
- порівняно низькі витрати на будівництво та експлуатацію установок;
- відсутність обертових механізмів, призначених для генерування відцентрової сили;
- відцентрове поле створюється з допомогою тангенціального введення стічної води;
- можливість створення компактних автоматизованих установок.

Класифікації пульп у вихровому потоці:

- поділ по крупності у водному середовищі подрібнених руд та інших матеріалів у процесі класифікації;
- збагачення дрібно- та середньозернистих руд у важких суспензіях;
- зневоднення продуктів збагачення рудних та інших корисних копалин;
- дешламація продуктів збагачення рудних та інших корисних копалин.

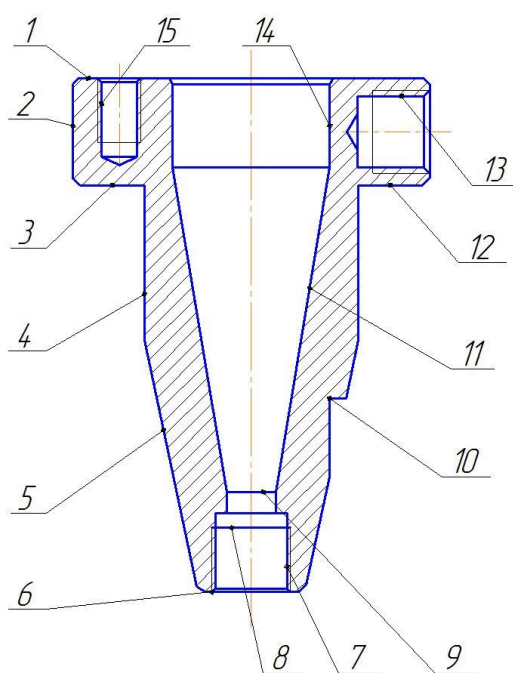


Рисунок 1.3 – Ескіз деталі

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

Деталь має такі поверхні (рис. 1.3): основна поверхня, за допомогою якої визначається положення даної деталі у виробі (1); допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної (2, 13, 15); виконавчі поверхні, які виконує службове призначення даного виробу (7, 8, 9, 14); вільні поверхні, призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою (всі інші).

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		9

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Одним із факторів, що впливають на характер технологічного процесу, є аналіз технологічності конструкції деталі. Він виконується за двома показниками: якісними та кількісними ([4], с.38).

Якісний аналіз на технологічність. Деталь «Корпус гідроциклону ГМ 5.900.21» – тіло обертання. Аналізуючи технологічність конструкції за матеріалом, який застосовується, необхідно відзначити, що вибраний матеріал забезпечить надійну роботу деталі у вузлі, так як під час роботи на деталь діють як вібрації, так і динамічні навантаження, які руйнують структуру матеріалу.

Використання більш дешевих сталей не доцільно, так як це призведе до зниження механічних властивостей матеріалу та руйнування відповідальних поверхонь під дією робочих навантажень. Матеріал має достатньо гарну оброблюваність, що дозволяє виконувати лезвійну обробку без ускладнень.

Конструктором ставляться жорсткі вимоги як до форми, так і до розміщення базових поверхонь: радіальні биття 0,02 мм відносно центрального отвору деталі; позиційний допуск відносно 4 отворів 1,6 мм. Для досягнення даних вимог треба застосовувати відповідну кількість операцій з використанням режимів різання, які дозволять забезпечити необхідну якість поверхонь.

Деталь «Корпус гідроциклону» виготовляється зі Сталі 12Х1ВН10Т ГОСТ 5632-71.

Матеріал деталі – Сталь 12Х1ВН10Т ГОСТ 5632-71 – сталь конструкційна легована, корозійностійка, жароміцна та жаростійка. Матеріал використовується для виготовлення деталей, які піддаються цементації, з високими вимогами по пластичності, в'язкості, міцності серцевини і твердості поверхні, що працюють при негативних температурах або під впливом ударних навантажень – вали, шестерні, кулачкові муфти, черв'яки, поршневі пальці і інша продукція

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

Хімічний склад та механічні властивості сталі Сталь 12Х1ВН10Т ГОСТ 5632-71 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 ([6], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54).

Таблиця 2.1 – Хімічний склад 12ХНЗА ГОСТ 4543-71

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	Ti, %
Не більше 0,12	Не більше 0,80	Не більше 2,0	17,0-19,0	9,0-11,0	Не більше 0,80

Таблиця 2.2 – Механічні властивості 12ХНЗА ГОСТ 4543-71

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0-2}$ , Мпа	$\delta$ , %	$\psi$ , %
не менше			
608	850	9	50

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Розрахунки типу виробництва проводимо за [8], с.43 – 46. Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо за формулою:

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

де  $\Sigma O$  – сумарна кількість операцій;

$\Sigma P$  – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{ш-к}$	$m_p$	P	$n_{зф}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	1,38	0,02	1	0,02	36
010	Токарна	1,92	0,03	1	0,03	26
015	Токарна	4,86	0,08	1	0,08	10
020	Вертикально-свердлильна	1,23	0,02	1	0,02	41
025	Розточувальна	14,14	0,23	1	0,23	4
030	Фрезерна	2,76	0,36	1	0,36	13
035	Фрезерна	1,32	0,02	1	0,02	36
040	Свердлильна	3,82	0,06	1	0,06	10
045	Свердлильна	3,94	0,06	1	0,06	10
050	Свердлильна	7,8	0,12	1	0,12	7
055	Шліфувальна	5,26	0,08	1	0,08	10
060	Торцекругло-шліфувальна	7,56	0,12	1	0,12	7
	Разом	55,73	-	12	-	210

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

де  $N$  – річна програма випуску, шт;  $N = 3000$  шт.;

$T_{шт}$  – норма штучного часу, хв.;

$F_d$  – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства  $F_d = 3900$  год.;

$n_3$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_{p005} = \frac{3000 \cdot 1,38}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,02 \text{ шт}$$

Приймаємо  $P = 1$  верстати. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

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

$$n_{зф} = \frac{0,02}{1} = 0,02$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,02} = 36,17 \approx 36 \text{ шт}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 2.1

$$\sum O_i = 36 + 26 + 10 + 41 + 4 + 13 + 36 + 10 + 10 + 7 + 10 + 7 = 210$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 12$$

$$K_{зо} = \frac{210}{12} = 17,5$$

Так як  $10 < K_{зо} = 17,8 < 20$ , то тип виробництва середньо-серійний.

Середньо-серійний тип виробництва характеризується виготовленням

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

деталей достатньо великими серіями, але обмеженої номенклатури, які складаються з однакових за розмірами, однойменних, однотипних за конструкцією виробів, порівняно невеликими обсягами. Партії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю їх у партії. Партія повністю оброблюється як при виготовленні окремих деталей, так і при збиранні. Річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій,  $K_{з.о} = 10 - 20$  операцій.

В середньо-серійний типі виробництва застосовуються різні види верстатів: універсальні, з ЧПК спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва інших, що трохи відрізняються від першої в конструктивному відношенні.

Пристосування можуть бути як універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП), так і спеціальними. Це дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво. Різальний і вимірювальний інструмент також використовується різноманітний: стандартний і спеціальний, калібри і шаблони, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей.

Оснащення та устаткування в серійному виробництві можна застосовувати досить широко, тому що при повторюваності процесів виготовлення тих самих деталей зазначені засоби виробництва дають техніко-економічний ефект, що з великою вигодою окупає виграти на них.

Вид руху предметів праці – паралельно-послідовний. Форма організації виробничого процесу – предметна, групова, гнучка предметна.

Серійне виробництво є економічніше, ніж одиничне, так як ефективне використання устаткування, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

Середня кваліфікація робітників вища, ніж у масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також наладчиками

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14



використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстата.

Визначаємо кількість деталей в партії за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

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

$$n = \frac{3000 \cdot 6}{253} = 71 \text{ шт}$$

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Конструкція деталі дозволяє отримати заготовку, форма і розміри якої будуть максимально наближені до форми і розмірів деталі. Для отримання заготовки може бути застосований достатньо продуктивний метод, характерний для серійного типу виробництва – кривошипно-гарячештампувальний прес. Тому можемо зробити висновок, що за способом отримання заготовки деталей є технологічною. Корпус може бути віднесений до досить жорстких деталей. Це означає, що деталь можна обробляти, використовуючи нормативні режими різання. Аналіз форми і поверхонь деталі показав, що задана деталь має конусну поверхню та конусний отвір, різьбові отвори: два – М20х1,5-7Н, чотири – М12-7Н. Більш складними в одержанні є конусні поверхні, так як потребують застосування продуктивного інструменту, але їх можна отримати без використання спеціального пристосування.

Форма деталі дозволяє провести обробку всіх поверхонь на існуючому обладнанні з простим та надійним закріпленням деталі на верстаті.

Всі поверхні деталі підлягають механічній обробці. Високу шорсткість мають лише робочі і базові поверхні, так як вони є відповідальними поверхнями. Більшість поверхонь не потребують застосування спеціальних фінішних методів обробки, тому за цим показником деталь можна вважати технологічно. В цілому конструкція корпусу є досить технологічною і дозволяє порівняно легко і гарантовано забезпечувати задані вимоги відомими технологічними способами. При цьому на всіх операціях забезпечується дотримання принципу єдності і сталості баз.

До заданої деталі на кресленні висуваються наступні технічні вимоги:

- 1) Н14; h14; ± IT14/2;
- 2) \*Розмір забезпечує інструмент;
- 3) Маркувати позначення креслення на бірці;
- 4) Клеймувати знак ВТК на бірці;

Отже, за аналізом деталі на технологічність, вважаємо, що корпус гідроциклону є технологічним.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовок для деталей машин слід враховувати такі фактори як: призначення і конструкція деталі, матеріал, технічні вимоги, серійність випуску, а також економічну доцільність виготовлення.

Заготівка деталі «Корпус гідроциклона» виходить штампуванням на кривошипно-грячештампувальних пресах (КГШП).

За ГОСТ 7505-89 клас точності даної заготовки – Т5. Група сталі – М2. Ступінь складності штамповки визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{ш}}{M_{ф}}, \quad (5.1)$$

де  $M_{ш}$  – орієнтовна маса штамповки, кг;

$M_{ф}$  – маса фігури, в яку можна вписати штамповану заготовку, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (5.2)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси штамповки;  $K_p = 1,3$ .

$$M_{ш} = 2,8 \cdot 1,3 = 3,64 \text{ кг} \quad (5.3)$$

Масу фігури, в яку можна вписати заготовку, визначаємо за формулою, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{ф} = V_{ф} \cdot \gamma, \quad (5.4)$$

де  $V_{заг}$  – загальний об'єм;

$\gamma$  – густина сталі;  $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$ ;

$$V_{ф} = \frac{\pi D_{ф}^2 l_{ф}}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 100^2 \cdot 144}{4} = 1130400 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 1130400 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 8,87 \text{ кг}$$

$$C = \frac{3,64}{8,87} = 0,41$$

Так, як  $0,32 < 0,41 < 0,63$ , то приймаємо ступінь складності С2. Вихідний індекс – 17.

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск	Допуск	Розмір заготовки
Ø100	8	12,5	3,75 × 2	+3,3 -1,7	Ø 107,5 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>
Ø60	8	2	3,5 × 2	+2,7 -1,3	Ø 65 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>
30	8	2,0	1,75 × 2	+2,4 -1,2	33,5 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>
114	14	12,5	6,0	+6	120 <sup>+6</sup>

Виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

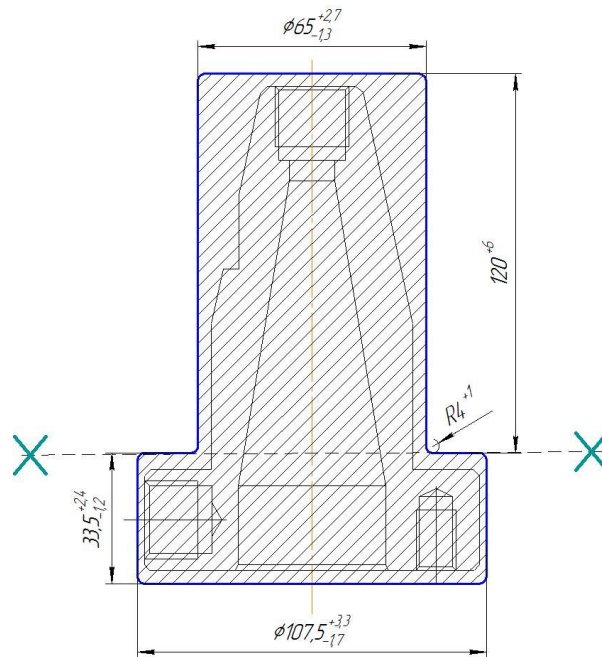


Рисунок 5.1 – Ескіз штамповки

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.6)$$

де  $M_{\text{д}}$  – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$  – маса заготовки, кг;

Визначаємо масу заготовки за формулою (2.9). Для цього визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 \quad (5.7)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4}, \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 107,5^2 \cdot 33,5}{4} + \frac{3,14 \cdot 65^2 \cdot 120}{4} = 701895,48 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{з}} = 1701895,48 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 5,5 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{2,8}{5,5} = 0,51$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [2], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де  $S_{\text{м}}$  – базова вартість 1 кг заготовки,  $S_{\text{м}} = 54 \text{ грн./кг}$ ;

$S_{\text{відх}}$  – вартість відходів,  $S_{\text{відх}} = 5,4 \text{ грн./кг}$ ;

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

$K_{\text{с}}$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності  $K_{\text{с}} = 1,0$ ;

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу  $K_{\text{в}} = 0,93$ ;

$K_{\text{м}}$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки,  $K_{\text{м}} = 0,88$ ;

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

$$S_{\text{заг}} = (54 \cdot 5,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 0,88 \cdot 1,0) - (5,5 - 2,8) \cdot 5,4 = 228,48 \text{ грн.}$$

										Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						19

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Корпус гідроциклону», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Маршрут обробки відповідає типовому технологічному процесу обробки деталей відповідного класу (табл. 6.1).

Аналізуючи базовий технологічний процес, можна зробити висновок, що кількість операцій і обладнання на них достатнє для виготовлення деталі «Корпус гідроциклону», але воно застаріле, не використовуються методи високопродуктивної роботи. Тому виникає необхідність в застосування верстатів з числовим програмним керуванням.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№	Найменування операції	Вид обробки	Оснастка	Обладнання
1	2	3	4	5
000	Заготівельна	Штампувати на пресі	-	Прес К8544
005	Фрезерно-центрувальна	Точити згідно керуючої програми	Пристосування спеціальне	Фрезерно-центрувальний верстат МР-71
010	Токарно-багаторізева	Підрізати торець, точити зовнішню циліндричну поверхню, фаски	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Токарний багатопшпindelний автомат моделі 1Н713
015	Токарно-багаторізева	Точити зовнішню циліндричну поверхню на чисто	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Токарний багатопшпindelний автомат моделі 1Н713
020	Вертикально-свердлильна	Свердлити центральний отвір	Пристосування спеціальне	Вертикально свердлильний верстат 2Н125
025	Розточувальна	Розточити центральний отвір	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
035	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Пристосування спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат 6M12П
040	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Пристосування спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат 6M12П
045	Вертикально-свердлильна	Свердлити чотири отвори, нарізати чотири різбових отвори	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлильний верстат 2H125
050	Вертикально-свердлильна	Свердлити отвір на торці	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлильний верстат 2H125
060	Вертикально-свердлильна	Розсвердлити отвір на торці, нарізати різьбу	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлильний верстат 2H125
065	Внутрішньо-шліфувальна	Шліфувати отвір	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Внутрішньо-шліфувальний верстат 3K228A
075	Мийна	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ – 1
080	Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

Зважаючи на вищеописані недоліки запропонуємо та спроектуємо модернізований технологічний процес з застосуванням більш сучасного та високопродуктивного обладнання.

Таблиця 6.2 – Альтернативний технологічний процес

№	Найменування операції	Вид обробки	Оснастка	Обладнання
1	2	3	4	5
000	Заготівельна	Штампувати на пресі	-	Прес K8544
005	Фрезерно-центрувальна	Точити згідно керуючої програми	Пристосування спеціальне	Фрезерно-центрувальний верстат MP-71
010	Токарна з ЧПК	Точити поверхні деталі згідно керуючої програми	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Токарний верстат з ЧПК JET KDCK-25S CNC

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4	5
015	Вертикально-свердлильна	Свердлити центральний отвір	Пристосування спеціальне	Вертикально свердлильний верстат 2Н125
020	Розточувальна	Розточити центральний отвір	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Токарний верстат моделі 16К20
025	Контрольна	Контролювати отвір	-	Горизонтально-протяжний верстат 7Б57
030	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Пристосування спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат 6М12П
035	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Пристосування спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат 6М12П
040	Вертикально-свердлильна з ЧПК	Обробити чотири отвори згідно керуючої програми	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК НААС DT-2
045	Вертикально-свердлильна	Розсвердлити отвір на торці, нарізати різьбу	Пристосування спеціальне	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125
050	Внутрішньо-шліфувальна	Шліфувати отвір	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80	Внутрішньо-шліфувальний верстат 3К228А
055	Мийна	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ – 1
060	Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

На основі розробленого технологічного процесу для найточнішої поверхні – центральний  $\varnothing 44H7^{(+0,025)}$  визначаємо міжопераційні розміри

Розрахунки заносимо до таблиці 6.3

Технологічна послідовність розробки поверхні проходить в 4 етапи:

Розточування:

чорнове;

напівчистове;

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



чистове;  
Шліфування

Таблиця 6.3 – Розрахунок припусків граничних розмірів з допусками за технологічними переходами на обробку отвору Ø44H7(+0,025)

Методи обробки поверхні Ø44 H7 (+0,025)	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск 2Z <sub>min</sub> , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
	R <sub>z</sub>	T	ρ	ε				d <sub>min</sub> , мм	d <sub>max</sub> , мм	2z <sub>min</sub> <sup>np</sup> , мкм	2z <sub>max</sub> <sup>np</sup> , мкм
Заготівка	200	300	1312	-	-	39,3	2000	37,3	39,312	-	-
Розточування	50	100	79	130	3636	42,9	500	42,4	42,948	3636	5100
Чорнове											
Напів-чистове	20	75	66	110	470	43,4	100	43,3	43,418	470	900
Чистове	10	50	52	100	329	43,6	60	43,72	43,757	351	420
Шліфування	5	25	26	90	268	44,0	25	44,0	42,025	268	280
Σ										4725	6700

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску R<sub>z</sub>, T, ρ, ε [1], табл.4.3,4.5, с.63-64.

Сумарне відхилення розташування лиття визначають за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{ексц}^2}, \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де ρ<sub>зм</sub> - величина відхилення розташування, мкм; ρ<sub>зм</sub> = 850 мкм;

$\rho_{ексц}$  - величина відхилення розташування заготовки в центрах, мкм.

$$\rho_{ексц} = 1000 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{850^2 + 1000^2} = 1312 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{заг} = k_y \times \rho_z, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $k_y$  - коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [1], с.73.

- для чорнового розточування  $k_y = 0,06$ ;
- для напівчистового розточування  $k_y = 0,05$ ;
- для чистового розточування  $k_y = 0,04$ ;
- для шліфування  $k_y = 0,02$ .

Розраховуємо  $\rho$  для кожного переходу:

$$\rho_{розчор} = 0,06 \times 1312 = 79 \text{ мкм}$$

$$\rho_{роз.напівчист} = 0,05 \times 1312 = 66 \text{ мкм}$$

$$\rho_{роз.чист} = 0,04 \times 1312 = 52 \text{ мкм}$$

$$\rho_{шліф} = 0,02 \times 1312 = 26 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибку установки деталі для закріплення в затискному пристосуванні з пневматичним затиском:  $\varepsilon_{розчор} = 130 \text{ мкм}$ ;  $\varepsilon_{роз.напівчист} = 110 \text{ мкм}$ ;

$$\varepsilon_{роз.чист} = 100 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_{шліф} = 90 \text{ мкм.}$$

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою:

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

(6.3)

									Аёрк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 20090005-00 ПЗ				

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

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

$\rho_{i-1}$  - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  - похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм.

Розраховуємо мінімальний припуск по кожному технологічному переходу:

$$2z_{\min \text{ шліф}} = 2(10 + 50 + \sqrt{52^2 + 90^2}) = 268 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min \text{ роз.чист}} = 2(20 + 75 + \sqrt{66^2 + 100^2}) = 329 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min \text{ роз.напівчист}} = 2(50 + 100 + \sqrt{79^2 + 110^2}) = 470 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min \text{ роз.чорн}} = 2(200 + 300 + \sqrt{1312^2 + 130^2}) = 3636 \text{ мкм}.$$

Розраховуємо розрахункові між операційні розміри на останньому переході. Цей розмір відповідає максимальному граничному розміру з урахуванням допуску деталі. Попередній розрахунковий розмір розраховується як різниця між максимальним наступним розміром і припуском на даний перехід.

$$d_{\text{шліф}} = d_{\text{max}} = 44 + 0,025 = 44,025 \text{ мм};$$

$$d_{\text{роз.чист}} = 44,025 - 0,268 = 43,757 \text{ мм};$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

$$d_{\text{роз.напівчист}} = 43,757 - 0,329 = 43,418 \text{ мм};$$

$$d_{\text{роз.чорн}} = 43,418 - 0,470 = 42,948 \text{ мм};$$

$$d_{\text{заг}} = 42,948 - 3,636 = 39,312 \text{ мм}.$$

Значення допусків кожного переходу приймаємо у відповідності з класом точності виду обробки:  $\delta_3 = 2000 \text{ мкм}$ ;  $\delta_{\text{розчорн}} = 500 \text{ мкм}$ ;  $\delta_{\text{рознапівчист}} = 100 \text{ мкм}$ ;  $\delta_{\text{розчист}} = 60 \text{ мкм}$ ;  $\delta_{\text{шліф}} = 18 \text{ мкм}$ .

Максимальний розрахунковий розмір  $d_{\text{max}}$  знаходимо шляхом округлення значення розрахункового розміру ( $d_p$ ).

Мінімальний розрахунковий розмір:

$$(6.4) \quad d_{\text{min}} = d_{\text{max}} - \delta, \quad \text{мм}$$

$$d_{\text{min шліф}} = 44,025 - 0,025 = 44,0 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min розчист}} = 43,8 - 0,06 = 43,72 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min рознапівчист}} = 43,4 - 0,1 = 43,3 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min розчист}} = 42,9 - 0,5 = 42,4 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min з}} = 39,3 - 2 = 37,3 \text{ мм}.$$

Мінімальні граничні значення припусків ( $2z_{\text{min}}^{\text{np}}$ ) дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів наступного і попереднього переходів, а максимальні значення ( $2z_{\text{max}}^{\text{np}}$ ) – відповідно різниці найменших граничних розмірів.

$$2z_{\text{max шліф}}^{\text{np}} = 44 - 43,72 = 0,280 \text{ мм} = 280 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{max розчист}}^{\text{np}} = 43,72 - 43,3 = 0,420 \text{ мм} = 4200 \text{ мкм};$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

$$2z_{\max}^{np} \text{ розчист} = 43,3 - 42,4 = 0,900 \text{ мм} = 900 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max}^{np} \text{ розчорн} = 42,4 - 37,3 = 5,1 \text{ мм} = 5100 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min}^{np} \text{ шліф} = 42,025 - 43,757 = 0,268 \text{ мм} = 268 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min}^{np} \text{ роз.напівчист} = 43,757 - 43,418 = 0,351 \text{ мм} = 351 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min}^{np} \text{ розчист} = 43,418 - 42,948 = 0,47 \text{ мм} = 470 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min}^{np} \text{ розчорн} = 42,948 - 39,312 = 3,636 \text{ мм} = 3636 \text{ мкм}.$$

Визначаємо загальні припуски на обробку:

$$2z_{\max} \text{ заг} = 280 + 420 + 900 + 5100 = 6700 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min} \text{ заг} = 268 + 351 + 470 + 3636 = 4725 \text{ мкм}.$$

Виконуємо перевірку правильності виконання розрахунків:

$$2z_{\max} \text{ заг} - 2z_{\min} \text{ заг} = \delta_z - \delta_\delta, \quad (6.5)$$

$$6700 - 4725 = 2000 - 25$$

$$1975 = 1975$$

$$2z_{\text{ном}} = 2z_{\min} \text{ заг} + \delta_z - \delta_\delta, \quad (6.6)$$

$$2z_{\text{ном}} = 4700 + 1000 - 25 = 5675 \text{ мкм}$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

Визначаємо номінальний розмір заготівки:

$$D_{НО.МЗ} = D_{НО.МД} - 2z_{НО.М}, \quad (6.7)$$

$$D_{НО.МЗ} = 44 - 5,675 = 38,325 \text{ мм}$$

$$D_{НО.МЗ} = 38,325 \pm 1,0 \text{ мм}$$

Приймаємо  $D_{НО.МЗ} = 38,325 \pm 1,0 \text{ мм}$ .

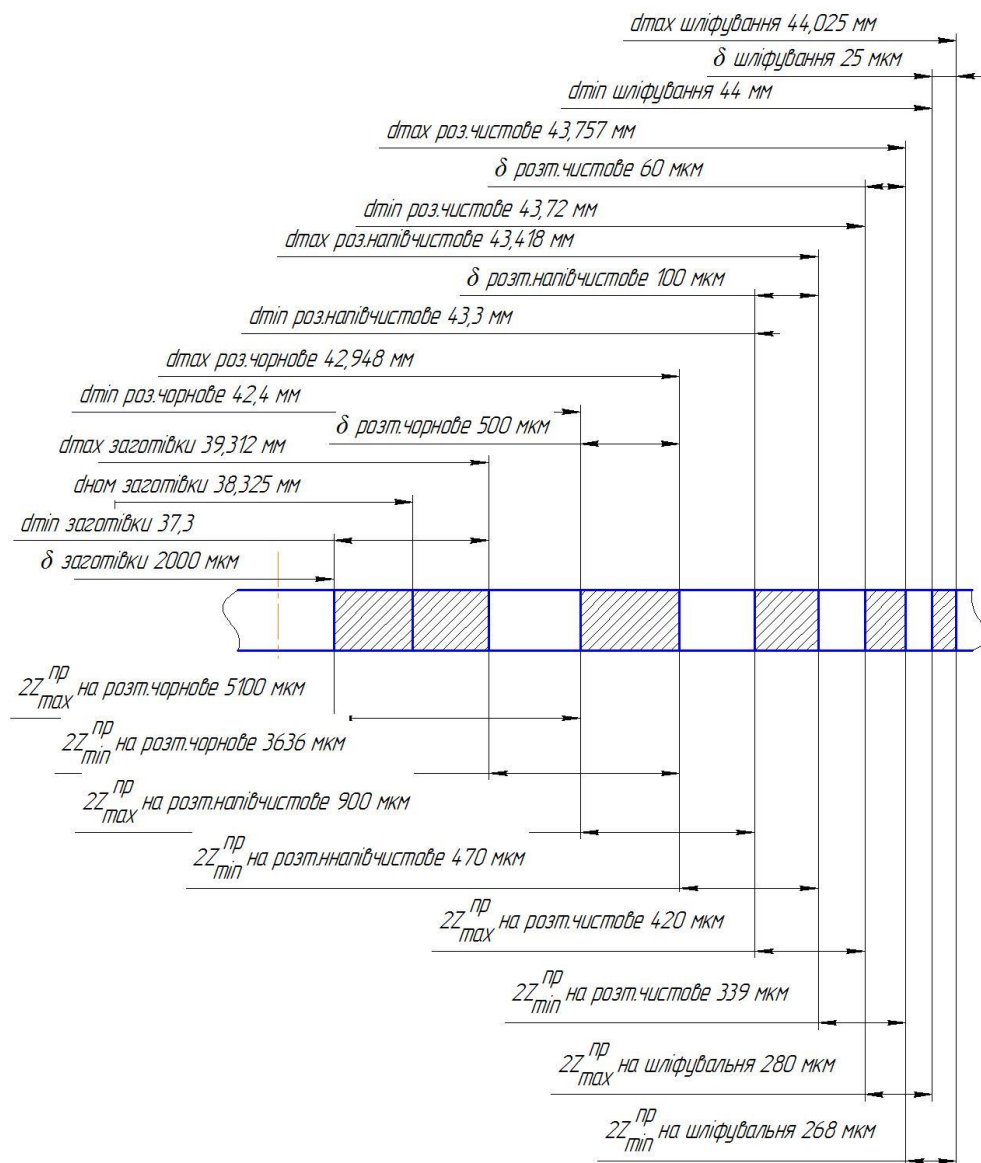


Рисунок 6.1 - Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку

центрального отвору $\varnothing 44 \text{ H7}^{(+0.025)}$				Аёрк.
ТМ 20090005-00 ПЗ				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

### Операція 005 Фрезерно-центрувальна

На даній операції оброблюються центрові отвори в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати торці;
- свердлити центрові отвори;

Обробка проводиться на фрезерно-центрувальному верстаті МР-71М.

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблених поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення.

Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багато інструментальної обробки поверхонь. Єдиний доступний спосіб закріплення заготовки на даній операції – двома самоцентруючими призмами. При даній схемі базування поверхня деталі є подвійною напрямною базою (рис. 6.2).

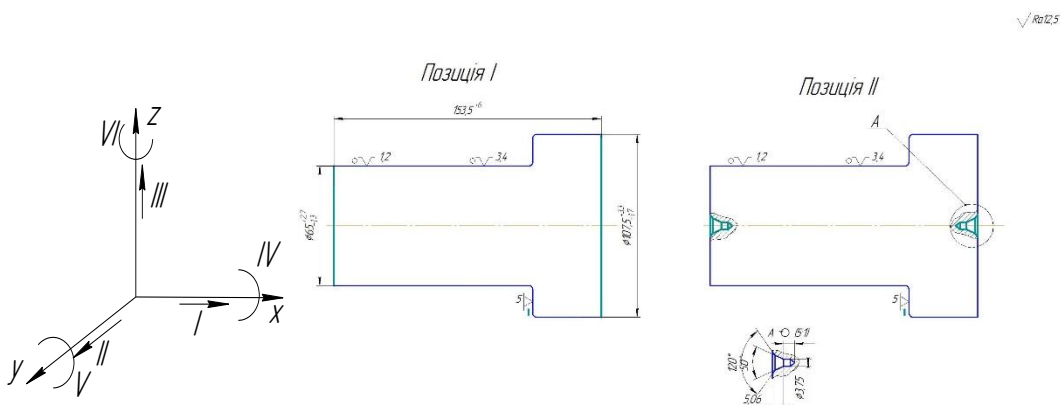


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на фрезерно-центрувальній операції

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III,IV,VI	Подвійно-напрямна
5,6	I, V	Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно-напрямна
$\alpha$	1	0	1	
L	1	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена чотирьох ступенів вільності.

Похибка базування буде відсутньою, оскільки, застосовуються самоцентруючі призми.

#### Операція 050 Внутрішньо-шліфувальна

На даній операції (рис. 6.4) шліфується центральний отвір за два установи в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- шліфувати, витримуючи розміри.



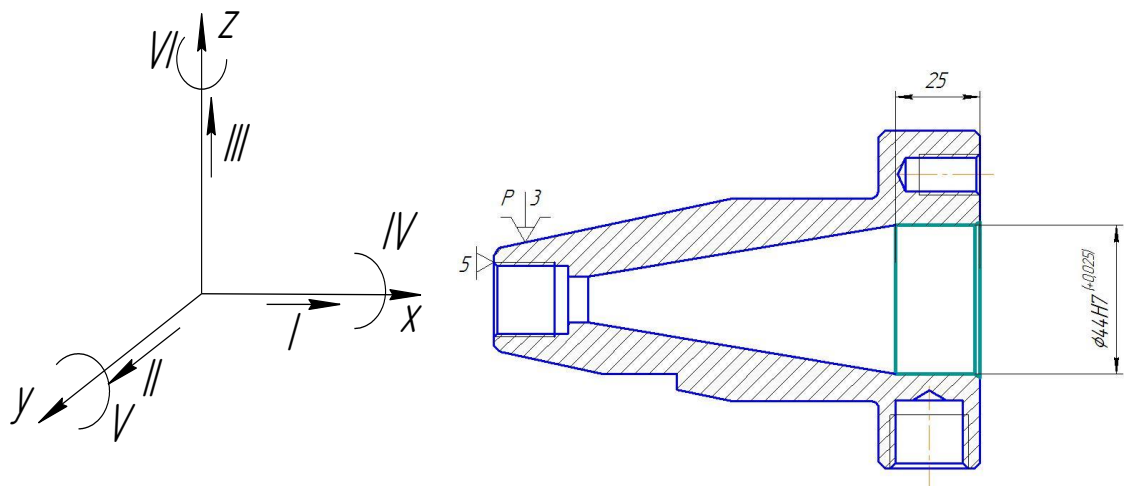


Рисунок 6.4 – Ескіз обробки заготовки на операції 040

Таблиця 6.6 – Таблиця відповідностей

База	Зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1, 2, 3	I,IV,V
ОБ	4	III
Вакансія	5,6	VI,II

Таблиця 6.7 – Матриця зв'язків

		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	$\alpha$	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	1	0	0

Похибка базування для даного методу закріплення рівна  $\epsilon_6 = 0,063$  мкм, але залишаються вільними два ступені вільності.

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Порівнюючи верстати, обираємо обладнання, яке підходить за таким технологічним ознаками: потужність двигуна, необхідна для обробки заданої поверхні; габарити робочого столу; тип виробництва [16].

На операції 005 у заводському технологічному процесі застосовується фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр заготівки, мм: 300;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -6;
- найбільша довжина заготівки, мм: 500;
- мінімальна частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ : 125;
- максимальна частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ : 712
- потужність електродвигуна верстата: 2,8 кВт.

Таблиця 6.8 – Основні технічні характеристики верстату МР-71М

Характеристика	Значення
Найбільший діаметр заготівки, мм	300
Кількість інструментів, які можна установити на верстаті	6
Найбільша довжина заготівки, мм	500
Мінімальна частота обертання шпинделя, $\text{хв}^{-1}$	125
Максимальна частота обертання шпинделя, $\text{хв}^{-1}$	712
Електродвигун приводу головного руху, кВт	2,8
Габарити верстата, мм	2640×1450×1720
Вага, кг	2800

На операції 050 Внутрішньо-шліфувальна у заводському технологічному процесі застосовується внутрішньо-шліфувальний верстат моделі 3К222А, який має характеристики, що наведені в таблиці 6.9

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

- найбільший розміри заготовки (діаметр×довжина×висота центрів), мм.;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -1;
- діаметр шліфувального круга, мм: 450-600;
- частота обертання шліфувального круга,  $\text{хв}^{-1}$ : 1590;
- частота обертання заготовки,  $\text{хв}^{-1}$ ;
- швидкість переміщення столу від гідроприводу, м/хв: 0,05-5;
- врізна подача, мм/хв: 0,01-3;
- потужність електродвигуна верстата 10 кВт.

Основні технічні характеристики верстата наведені в табл. 6.9.

Таблиця 6.9 – Основні технічні характеристики верстатів 3К222А

Характеристика	Значення
Розміри робочої поверхні стола (довжина×ширина), мм	1000×545
найбільший розміри заготовки (діаметр×довжина×висота центрів), мм	200×700×125
кількість інструментів, які можна установити на верстаті	1
діаметр шліфувального круга, мм	45-600
Діапазон частот обертання шліфувального круга, об/хв	1590
частота обертання заготовки, $\text{хв}^{-1}$	50-500
швидкість переміщення столу від гідроприводу, м/хв	0,01-3
Електродвигун приводу головного руху, кВт	10
Габарити верстата, мм	3535 x 1460 x 1870
Вага, кг	6400

#### 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].

При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;
- габарити верстатів;
- матеріал заготовки та її стан.

Операція 005 Фрезерно-центрувальна:

Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується фрезою торцевою ( $\varnothing 50$ ) ГОСТ 22085-80 та свердлом центрувальним ( $\varnothing 2,5$ ) ГОСТ 14952-75.

- шаблон спеціальний
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;

Операції 050 Внутрішньо-шліфувальна

Застосовується трьохкулачковий патрон ГОСТ 2571-71

На операції 050 обробка виконується шліфувальним кругом

14A32НСМ24К5 ПП 35x20x70 ГОСТ2424-83

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

- точність вимірювання;
- трудомісткість вимірювання;
- тип виробництва.

На операції 050, на якій відбувається шліфування поверхонь деталі, для вимірювання розміру використовується мікрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90

### 6.5 Розрахунки режимів різання

*Розраховуємо режими різання на 005 Фрезерно-центрувальну операцію*

На операції фрезеруються і центруються торці. Визначаємо глибину різання. При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску  $t = h = 4,75$  мм.

Визначаємо подачу на зуб (табл.33, с.283).  $S_z=0,09...0,18$  мм/зуб. Приймаємо  $S_z=0,16$  мм/зуб.

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

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.8)$$

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p$  – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 39 с. 286).  $C_v=332$ ;  $q=0,2$ ,  $x=0,1$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,2$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ .

$K_v$  – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{пв} \cdot K_{iv}, \quad (6.9)$$

де  $K_{MV}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (6.10)$$

де  $K_{\Gamma}$  – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю (табл.2, с.262)  $K_{\Gamma} = 1,0$ ;

$\sigma_B$  – межа міцності, МПа;

$n_V$  – показник степеню на швидкість, табл. 2, с. 262;  $n_V = 1,0$ .

$$K_{mV} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{610} \right)^{1,0} = 1,23$$

$K_{пв}$  – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки матеріалу (табл. 5, с. 263);  $K_{пв} = 1,0$ ;

$K_{iv}$  – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263);  $K_{iv} = 0,65$ ;

$$K_v = 1,23 \cdot 1,0 \cdot 0,65 = 0,80$$

$$V = \frac{332 \cdot 107^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 4,75^{0,1} \cdot 0,16^{0,4} \cdot 78^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,80 = 184 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.11)$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

$$n = \frac{1000 \cdot 184}{3,14 \cdot 107} = 470 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата:  $n_d = 497 \text{ об/хв}$ .

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.12)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 107 \cdot 497}{1000} = 195 \text{ м/хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/хв} \quad (6.13)$$

$$V_s = 0,16 \cdot 12 \cdot 497 = 954 \text{ мм/хв}$$

Коректуємо швидкість руху подачі за паспортними даними верстата:  $V_{sd} = 400 \text{ мм/хв}$ .

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{zd}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.14)$$

$$S_{zd} = \frac{400}{12 \cdot 497} = 0,07 \text{ мм/зуб}$$

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;  $C_p = 825$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 1,1$ ,  $w = 0,2$ ,  $q = 1,3$ ; табл.41, с. 291);

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \text{ Н} \quad (6.15)$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,30} = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 825 \cdot \frac{4,75^{1,0} \cdot 0,16^{0,75} \cdot 78^{1,1} \cdot 12}{107^{1,3} \cdot 497^{0,2}} \cdot 0,94 = 7264 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.16)$$

$$M_{кр} = \frac{7264 \cdot 107}{2 \cdot 100} = 4540 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.17)$$

$$N = \frac{7264 \cdot 195}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата.

Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп} \quad (6.18)$$

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

де  $N_d$  – потужність верстата за паспортними даними;  $N_d = 10 \text{ кВт}$ ;

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

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$$

$$2,3 < 8,5$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

$$T_{\text{офр}} = \frac{L}{V_s}, \text{ хв} \quad (6.19)$$

де  $L$  – повна довжина обробки, мм;

$$L = D_{\text{заг}} + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.20)$$

де  $y$  – величина врізання, мм;

$\Delta$  – величина перебігу, мм;  $\Delta = 1 \dots 5$  мм, приймаємо  $\Delta = 5$  мм.

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.21)$$

$$y = \frac{107}{2} = 53,5 \text{ мм}$$

$$L = 78 + 53,5 + 4,5 = 136 \text{ мм}$$

$$T_{\text{офр}} = \frac{136}{400} = 0,38 \text{ хв}$$

*Розраховуємо режими різання на 050 Внутрішньо-шліфувальну операцію*

Для проведення шліфування на операції обираємо шліфувальний круг ПП 35×20×70 24А 25 – ПСКА 1 кл. ГОСТ 2424-83 таблиця 8 с. 387 [2].

Глибина шліфування [5], с.301, табл. 55:  $t = 0,005 \dots 0,02$  мм. Приймаємо  $t = 0,02$  мм.

Визначаємо подачу радіальну [5], с.301, табл. 55,  $S_p = 0,001 \dots 0,005$  мм/об приймаємо  $S_p = 0,005$  мм/об.

Визначаємо повздовжню подачу на оберт деталі:

$$S_o = S \times B_k, \text{ мм/об}$$

де  $B_k$  – ширина круга  $B_k = 25$  мм

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38



Для остаточного шліфування у довіднику рекомендується  $S_g = 0,2...0,4$  приймаємо  $S=0,3$

$$S_o = 0,3 \times 25 = 7,5 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість обертання шліфувального круга [5], с.301, табл. 55:  $V = 30...35$  м/хв., приймаємо  $V = 35$  м/хв

Вибираємо швидкість обертання заготовки [5], с.301, табл.55  $V = 10...55$  м/хв.  $V_{заг} = 10$  м/хв.

Частота обертання заготовки:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}, \text{ об / хв.} \quad (6.22)$$

$$n = \frac{1000 \times 10}{3,14 \times 100} = 36,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо по паспортним даним верстата:  $n_d = 450$  об/хв..

Визначаємо потужність різання:

$$N = C_N \times V_s^r \times t^x \times s^y \times d^q \text{ кВт} \quad (6.23)$$

де  $C_N$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $r$ ,  $q$  – коефіцієнт та показники степеня [5], с.303, табл. 56:

$$C_N = 1,3; \quad x = 0,85; \quad y = 0,7; \quad r = 0,75; \quad q = 0$$

$$N = 1,3 \times 20^{0,75} \times 0,02^{0,85} \times 7,5^{0,7} \times 174^0 = 1,81 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_{різ} \leq N_{шп}, \text{ кВт}$$

де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \times \eta \text{ кВт} \quad (6.24)$$

де  $N_{\text{д}}$  – дійсна потужність верстата,  $N_{\text{д}} = 10$  кВт;

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

$$N_{\text{шп}} = 10 \times 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$$

$$1,81 \text{ кВт} < 8,5 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час

$$T_0 = \frac{L \times h}{n \times S_o \times S_x} \times K, \text{ хв.} \quad (6.25)$$

де  $L$  – довжина обробки;

$$L = 0,5 \times B_{\text{к}} + l \text{ мм}; \quad (6.26)$$

де  $l$  – довжина деталі,  $l = 26$  мм

$$L = 0,5 \times 20 + 26 = 36 \text{ мм};$$

$h$  – припуск на сторону деталі,  $h = 0,2$  мм;

$n$ ,  $S_o$ ,  $S_x$  – визначені у ході розрахунків;

$K$  – коефіцієнт точності,  $K = 1,4$ .

$$T_0 = \frac{36 \times 0,2}{450 \times 7,5 \times 0,005} \times 1,4 = 0,6 \text{ хв.}$$

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		40

## 6.6 Технічне нормування операцій

Технічні норми часу в умовах крупносерійного виробництва встановлюємо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [17].

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.27)$$

де  $T_{оп}$  – операційний час, хв.;

$$T_{оп} = T_о + T_д, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де  $T_о$  – основний час на операцію, хв.;

$T_д$  – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_д = T_{уст} + T_{зв} + T_{пк} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

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

$T_{зв}$  – час, на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

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

$T_{вим}$  – час на вимірювання, хв.;

$a_{орг}$  – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;  $a_{орг} = 4\%$ ;

$a_{відп}$  – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %;  $a_{відп} = 4\%$ .

*Технічне нормування 005 Фрезерно-центрувальної операції*

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що  $T_{уст} = 0,334$  хв, табл. 5.3 с. 198;

$T_{пк} = 0,05$  хв, табл. 5.8 с. 202;  $T_{вим} = 0,18$  хв, табл. 5.12 с. 207.

$$T_д = 0,334 + 0,05 + 0,18 = 0,56 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо за формулою:

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

$$T_{оп} = 0,45 + 0,56 = 1,01 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 1,01 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,1 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.3 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=18$  хв.

#### *Технічне нормування 050 Внутрішньо-шліфувальної операції*

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного и допоміжного.

$$T_{оп} = T_о + T_д, \text{ хв}$$

де  $T_о$  – основний час, розрахований в пункті 2.8.2  $T_о = 0,6$  хв.

$T_д$  – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_д = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв}$$

$T_{уст}$  – час на установку и зняття деталі,  $T_{уст} = 0,06$  хв.; табл. 5.3 с. 198 [1];

$T_{кр}$  – час на прийняття керування  $T_{кр} = 0,04$  хв. табл. 5.8 с. 202 [1];

$T_{вим} = 0,07$  хв. табл. 5.12 с. 207 [1].

$$T_д = 0,06 + 0,04 + 0,07 = 0,17 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,6 + 0,17 = 0,77 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} \times \left(1 + \frac{(a_{від} + a_{обсл})}{100}\right), \text{ хв}$$

де  $a_{від}$ ;  $a_{обсл}$  час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приведені у відсотковому відношенні від оперативного часу і складає 8%.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

$$T_{um} = 0,77 \times \left( 1 + \frac{8}{100} \right) = 0,83 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за табл. 6.3 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=18$  хв.

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		43

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

### *Обґрунтування мети технологічної операції та завдання проектування*

Метою даного розділу є створення конструкції пристосування, яке б забезпечувало необхідну точність, продуктивність і економічність операції. Пристосування повинне бути простим і дешевим у виготовленні, зручним в роботі, задовольняти вимоги техніки безпеки і бути надійним в експлуатації.

Згідно заводського технологічного процесу заготівка при обробці чотирьох отворів M12H7 закріплюється в універсальному пристосуванні з ручним приводом. При збільшені річної програми випуску деталей та заміни обладнання на верстат HASS DT-2 виникає необхідність зниження трудомісткості, підвищення продуктивності на операції. Для цього проектуємо спеціальне пристосування з механізованим приводом. Привід вибираємо пневматичний, як більш простий в експлуатації в порівнянні з гідравлічним.

#### *Точність форми, розташування поверхні та ступінь шорсткості*

Точність форми поверхні, яка оброблюється кресленням не обумовлено, погрішність форми знаходиться в межах допуску на розмір 15 мкм.

Ступінь шорсткості згідно кресленню даної операції поверхні Ra = 3,2 мкм.

#### *Розробка і обґрунтування схеми базування*

Оскільки до оброблюваних отворів пред'явлені жорсткі вимоги розташування відносно центрального отвору, то необхідно базувати деталь саме на цьому отворі. Головною базовою поверхнею буде конічна поверхня деталі, допоміжною - торцева поверхня.

Схема базування деталі наведена на рисунку 7.1.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

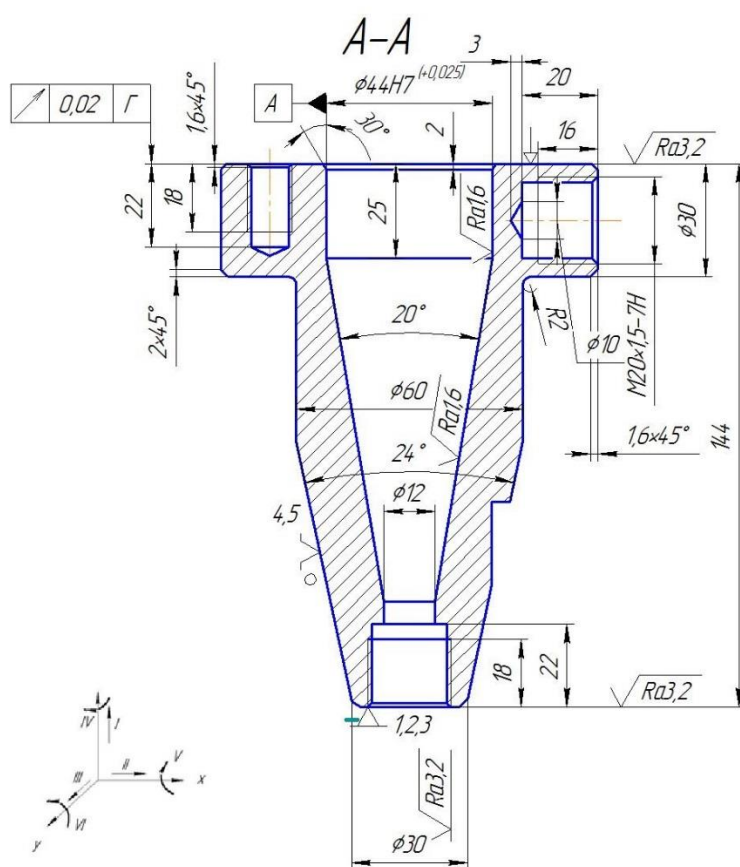
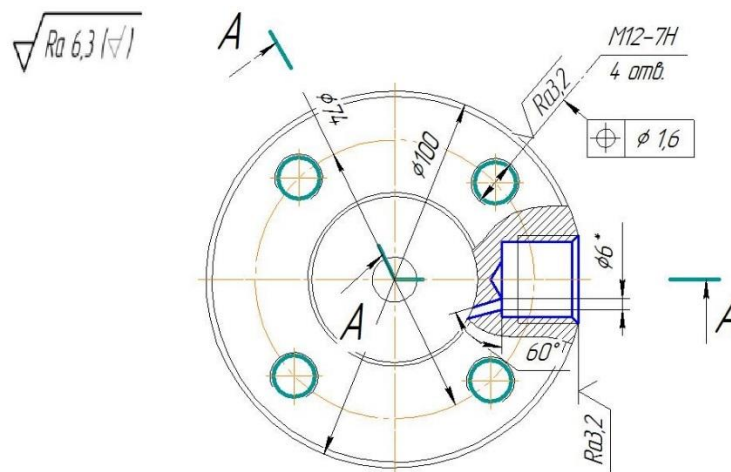


Рисунок 7.1 – Базування деталі на свердлувальній операції

При такому способі встановлення утворюються дві бази – установча (отвір) і подвійно-опорна (торцева поверхня деталі). Установча база позбавляє деталь трьох ступенів свободи, подвійно-опорна – двох.

Заміняю теоретичну схему базування установчими елементами пристосування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Установчою базою буде довга оправка, опорною – нижня плоска частина оправки.

Через різницю зовнішніх діаметрів, а також через те, що базою являється зовнішня циліндрична поверхня, необхідно розрахувати похибку базування.

Розрахунок похибки базування ведеться за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{H12 - h6}{2} = \frac{0,52 - 0,035}{2} = 0,0245 \text{ мм}$$

Допустима похибка  $\varepsilon_{\text{дон}} = 0,43 \text{ мм}$

З умови базування:  $\varepsilon_{\text{дон}} \geq \varepsilon_{\delta}$ ,  $0,43 \geq 0,25$  – умова виконується, звідси виходить, що при обробці отворів при даному базуванні буде досягнута необхідна точність.

#### *Розрахунок сил затиску*

Розраховую силу затиску, яка необхідна для надійного закріплення деталі при обробці. Схема сил діючих на заготовку зображена на рисунку 8.2.

Сила затиску обчислюється за формулою (8.1):

$$W = \frac{k \cdot M_{кр} \cdot n}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \left( \frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} \right)}, \text{ Н} \quad (7.1)$$

де  $W$  – сила затиску, Н;

$k$  – коефіцієнт запасу;

$f$  – коефіцієнт тертя в робочих поверхнях зажимів;

$M_{кр}$  – обертовий момент на свердлі в Н·мм;

$n$  – число одночасно працюючих свердел;

$D_1, D$  – діаметри;  $D_1 = 160 \text{ мм}$ ,  $D = 95 \text{ мм}$ ;

$k_0 = 1,5$  – коефіцієнт гарантованого запасу;

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46



$k_1 = 1,0$  – враховує збільшення сил різання через нерівності на поверхнях;  
 $k_2 = 1,0$  – збільшення сил різання через затуплення ріжучого інструменту;  
 $k_3 = 1,0$  – збільшення сил різання при переривчастому різанні.  
 $k_4 = 1,2$  – постійність сили закріплення;  
 $k_5 = 1,0$  – враховує ергономіку ручних затискних механізмів;  
 $k_6 = 1,0$  – враховує наявність моментів.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,79$$

Визначаємо обертовий момент за формулою (7.2):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр}, H/мм \quad (7.2)$$

де  $C_m = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$ ;  $x = 0$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 95^2 \cdot 1,79 = 10582 H/мм$$

Визначаємо осьову силу за формулою (7.3):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр}, H \quad (7.3)$$

де  $C_p = 68$ ,  $q = 1$ ,  $y = 0,7$ ,  $x = 0$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{мр} = 10 \cdot 68 \cdot 95^2 \cdot 0,6^{0,7} \cdot 1,79 = 162,58 H$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

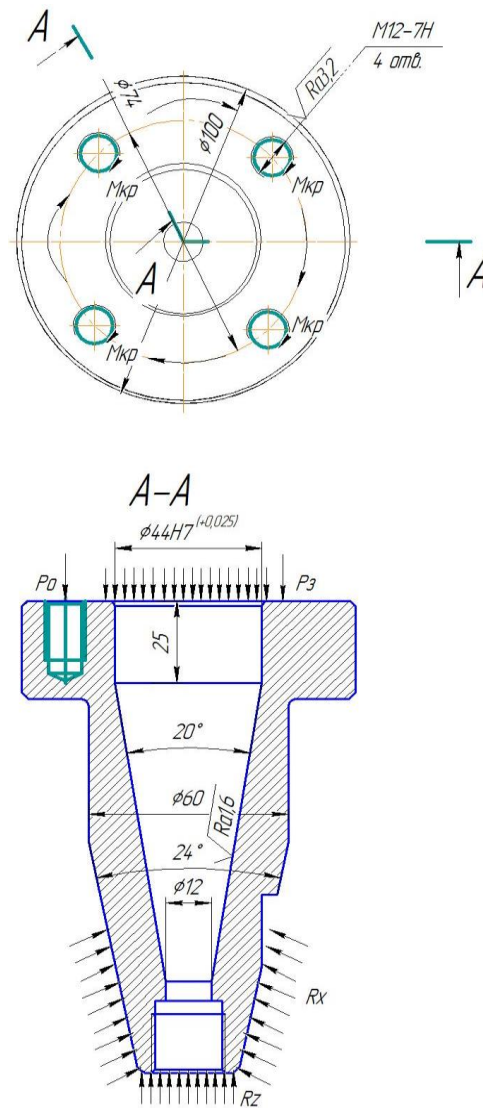


Рисунок 7.2 – Розрахункова схема

За формулою (7.1) визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{1,79 \cdot 10582 \cdot 1}{\frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot \left( \frac{160^3 - 95^3}{160^2 - 95^2} \right)}, = 1181,7 \text{ H}$$

### Вибір та розрахунок силового приводу

В якості силового приводу для затиску деталі обираємо пневмоциліндр односторонньої дії, де затиск виконується силою стисненого повітря, а розтиск - за допомогою пружини. Пневмоциліндр обираю тому, що для затиску-розтиску заготовки необхідний великий хід штоку (35-40 мм), якого не може забезпечити пневмокамера.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

Розраховуємо діаметр пневмоциліндра. Розрахунок ведеться за формулою (7.4):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad (7.4)$$

де  $W$  – сила затиску;

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

$\rho$  – тиск повітря в пневмережі,  $\rho = 0,4$  МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1181,7}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 66,5 \text{ мм.}$$

Обираємо за ГОСТ 15608-81 пневмоциліндр  $D = 70$  мм.

Ескіз обраного пневмоциліндра односторонньої дії показано на рисунку (7.3)

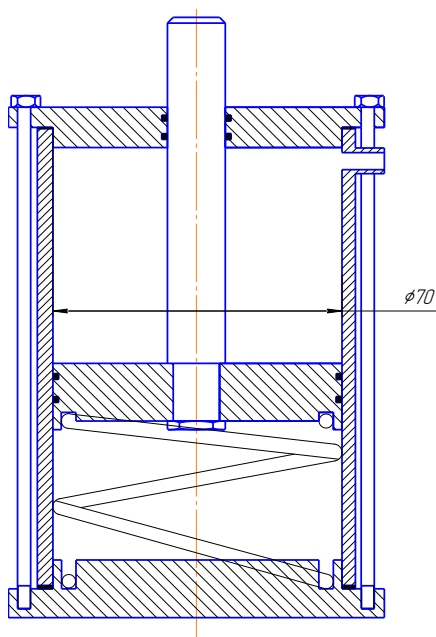


Рисунок 7.3 – Ескіз пневмоциліндра

Визначаємо дійсну силу, що діє на шток за формулою (3.5):

$$W_d = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta, \text{ Н} \quad (7.5)$$

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

$$W = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 0,85 = 1307,81 \text{ Н}$$

Розрахуємо коефіцієнт закріплення:

$$K_z = \frac{1307,81}{1181,7} = 1,11$$

Отже, оскільки  $K_z > 1$ , то пневмоциліндр зможе забезпечити надійну фіксацію заготовки при обробці.

#### *Призначення пристрою та принцип дії пристосування*

Пристосування в зібраному вигляді повинно задовольняти технічні вимоги, вказані на кресленні загального виду, забезпечувати надійну фіксацію заготовки при свердлінні та точність встановлення.

Для виконання свердлильної операції необхідно встановити оброблювальну деталь на втулку 8, зафіксувавши її зверху розрізною шайбою 10. Для закріплення подають стиснене повітря в штокову порожнину - деталь фіксується. Після обробки повітря випускають, пружина 12 повертає поршень зі штоком в початкове положення – відбувається розкріплення деталі.

#### Правила експлуатації пристосування:

1. Встановити і закріпити пристосування на верстаті з урахуванням нульової точки верстата.
2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.
3. Встановити заготовку.
4. На шток пристосування встановити шайбу розрізну.
5. Поворотом рукоятки розподільного крана виконати затиск заготовки.
6. Обробити заготовку.
7. Поворотом рукоятки розподільного крана виконати розтиск заготовки.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

8. Зняти розрізну шайбу з штока.

9. Зняти деталь.

10. Підготувати базові поверхні до встановлення наступної заготовки.

11. У процесі експлуатації дотримуватися технічних вимог, не допускати значного підвищення тиску в пневмережі.

12. У процесі експлуатації періодично перевіряти на герметичність. У випадку виявлення витoku повітря припинити експлуатацію до усунення причини.

13. Пристосування зберігати на дерев'яній підставці у приміщенні з плюсовою температурою.

14. Не допускати дії атмосферних опадів та агресивних середовищ.

					<i>ТМ 20090005-00 ПЗ</i>	Аёрк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		51

## ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення апарату для піскоструйної обробки, в склад якої входить корпус гідроциклону. Виконано опис конструктивних особливостей корпусу та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

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

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято отримувати заготовку на кривошипно-грячештампувальних пресах (КГШП).

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: фрезерно-центрувальну та внутрішньо-шліфувальну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для вертикально-свердлильну операцію з ЧПК. Розроблена карта наладки на внутрішньо-шліфувальну.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

## 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. Стали 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 технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми :

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

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 шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

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

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

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

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

17 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

18 ДСТУ 3552 – 97 Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни та визначення. – Чинний з 01.07.1998. – К.: Держбуд України, 1997

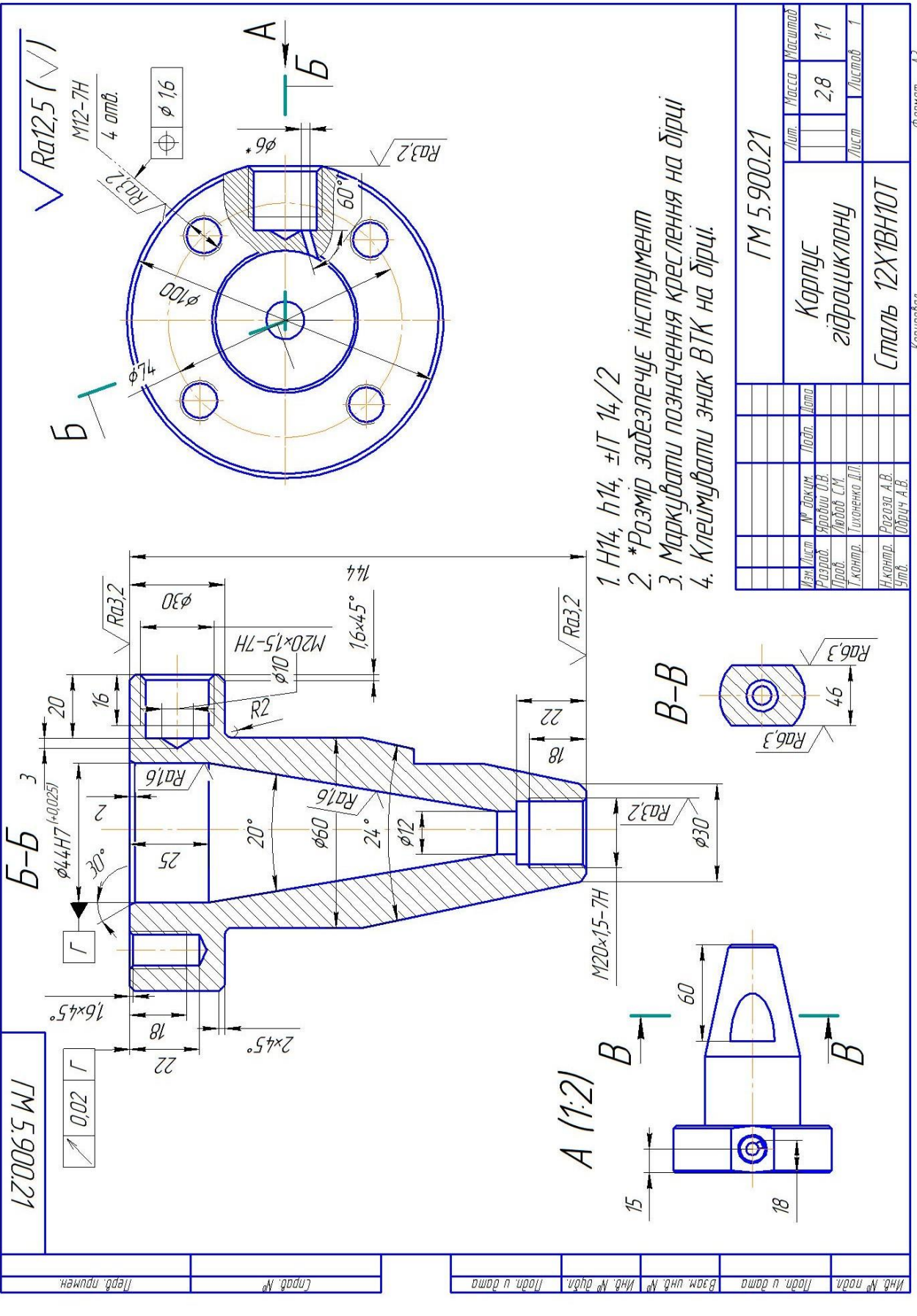
19 Волков Д.П. Ліфти. – М.: Вид-воАСВ, 1999. – 480 з.: мул.

20 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.

					ТМ 20090005-00 ПЗ	Аёрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54



ДОДАТОК А Заводське креслення деталі



- 1. Н14, h14, ±IT 14/2
- 2. \*Розмір забезпечує інструмент
- 3. Маркувати позначення креслення на дірці
- 4. Клеїмувати знак ВТК на дірці.

Формат А3

## ДОДАТОК Б Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Фізичні та фізіологічні параметри шуму. Дія на організм людини. Нормування.

### Методи захисту

Інтенсифікація виробничих процесів часто здійснюється за рахунок збільшення потужностей машин і механізмів, швидкостей руху їх робочих органів, підвищення швидкостей обробки і міжопераційного транспортування оброблюваних деталей і матеріалів. Це, в свою чергу, призводить до зростання в виробничих приміщеннях шуму, який є одним з найбільш поширених шкідливих виробничих факторів.

Шум здійснює фізіологічний і психологічний вплив на організм людини. Під його дією у людини підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці, погіршується розбірливість мови і сприйняття звукових сигналів, порушуються процеси травлення і кровообігу, слабшає сприйняття кольорів. Крім того, може виникнути захворювання, наприклад, туговухість.

Під шумом розуміється випадкове поєднання звуків різних частот і сили, що заважають сприйняттю корисних звуків або порушують тишу, а також звуки, що роблять шкідливу або подразнюючу дію на організм людини.

Людське вухо сприймає звуки частотою від 20 до 20000 Гц. При вирішенні практичних проблем зниження шуму використовують вузький діапазон частот; приблизно від 60 до 10000 Гц. Добре сприймаються звуки частотою від 3000 до 5000 Гц (3-5 кГц), ці ж звуки спричиняють велику стомлюючу дію на людину. Звуки з частотою нижче 20 Гц називаються інфразвуком, з частотою вище 20000 Гц – ультразвуком.

Основними фізичними параметрами, котрі характеризують шум в якійсь точці простору, з точки зору охорони праці, є: звуковий тиск  $P$ , інтенсивність звуку  $I$ , частота  $f$ , звукова потужність  $W$ , рівні звукового тиску  $L_P$ , інтенсивності  $L_I$  і потужності  $L_W$ .

Звуковий тиск – це змінна складова тиску повітря, що виникає в результаті коливання джерела звуку, накладається на атмосферний тиск і викликає його флуктуації (коливання) [20].

При поширенні звукової хвилі відбувається перенесення енергії. Кількість звукової енергії, що віднесена до одиниці поверхні і проходить в одну секунду в напрямку поширення хвиль, називається інтенсивністю звуку.

Звуковий тиск і інтенсивність звуку є характеристиками звукового поля в певній зоні простору і не характеризують джерело шуму. Характеристикою безпосередньо джерела шуму є його звукова потужність ( $W$ ). Ця величина характеризує кількість енергії, що витрачається джерелом звуку в одиницю часу на збудження звукової хвилі. Звукова потужність джерела визначає інтенсивність хвиль, що генеруються. Чим вище інтенсивність даної хвилі, тим вище гучність звуку.

У звичайних умовах джерело звуку випромінює енергію незалежно від навколишнього середовища, так само як електричний камін випромінює теплоту. В реальних умовах потужність джерела звуку змінюється в дуже широких межах: від 10-12 до багатьох мільйонів ват. В таких же широких межах змінюється звуковий тиск і інтенсивність.

Вухо людини не може визначати звуковий тиск в абсолютних одиницях, але може порівнювати тиск різних джерел звуку. Саме тому, а також, з огляду на великий діапазон використовуваного звукового тиску для його визначення, користуються відносною логарифмічною шкалою, яка дозволяє різко скоротити діапазон значень вимірюваних величин. Кожному поділу такої шкали відповідає зміна інтенсивності звуку, звукового тиску або іншої величини нема на певне число одиниць, а в певне число раз.

Застосування логарифмічною шкали виявилось можливим і зручним завдяки фізіологічній особливості нашого слуху – однаково реагувати на відносно рівні зміни інтенсивності звуку.

Характер спектра, отже, і виробничого шуму, може бути низькочастотним, середньочастотним і високочастотним [20]:

- низькочастотний - спектр з максимумом звукового тиску в області частот до 300 Гц;

- середньочастотний - спектр з максимумом звукового тиску в області частот 300 - 800 Гц;

- високочастотний - спектр з максимумом звукового тиску в області частот понад 800 Гц.

Шуми також підрозділяються на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більше однієї октави (шум рухомого складу, водоспаду);

- тональні, в спектрі яких є чутні дискретні тони (дзвін, свист, сирена і т.п.).

Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням в третину октавних смугах частот по перевищенню рівня в одній смузі над сусідніми не менш як на 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми поділяються на постійні, рівень яких за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5 дБ, і непостійні рівні яких постійно змінюються більш ніж на 5 дБ.

Людина розрізняє звуки по їх частоті і гучності. Висоту звуку виділяє його частота, а гучність – його інтенсивність. Чим вище частота, тим більш високим сприймається звук.

Нормовані параметри шуму на робочих місцях, житлових і громадських будівлях визначені ГОСТ 12.1.003-83, СН 2.2.4 / 2.8.562-96.

В основу санітарного нормування шуму покладено принцип збереження слухового сприйняття, встановлення науково-обґрунтованих гранично допустимих величин шуму, які при систематичному впливі протягом багатьох років не можуть викликати захворювання організму людини.

Норма шуму – максимально допустимі рівні звукового тиску, дія якого не викликає негативного і незворотного явища на організм людини.

Таким чином, норми це компроміс між гігієнічними вимогами і технічними можливостями на даному етапі розвитку техніки.

Існує два способи нормування шуму.

1 Нормування по граничному спектру (спектральна оцінка шуму).

2 Нормування рівня звуку в дБА (інтегральна оцінка).

Відповідно до рекомендацій ІСО інтенсивність шуму, що діє на органи слуху, оцінюється частотною характеристикою гранично допустимого рівня звукового тиску в дев'яти октавних смугах з середньо геометричними частотами.

Сукупність таких рівнів називається граничним спектром. Номер граничного спектра чисельно дорівнює рівню звукового тиску в октановій смузі зі середньо геометричною частотою 1000 Гц в діапазоні допустимих рівнів шуму.

Шум вважається допустимим, якщо вимірювані рівні звукового тиску у всіх октавних смугах нормованого діапазону будуть нижче значень, що визначаються відповідним граничним спектром.

Щоб отримати акустичну характеристику приміщення або машини необхідно зробити 9 вимірювань, тобто робота стає трудомісткою. Крім того, даний спосіб не дозволяє здійснювати оцінку імпульсних шумів, тому що він призначений для вимірювання тільки широкосмугового шуму.

Непостійний шум нормується загальним рівнем звуку. При цьому методі вимірюють скоригований по частоті загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот. Вимірюють рівень звуку в дБА шумоміром зі спеціальною частотною характеристикою зі зниженою чутливістю на низькі частоти.

Згідно ГОСТ 12.1.003-83 при розробці технологічних процесів, проектуванні, виготовленні та експлуатації машин, виробничих будівель і споруд, а також при організації робочих місць слід вживати всіх необхідних заходів щодо зниження шуму, що впливає на людину, до значень, що не перевищують допустимі.

Захист від шуму повинен забезпечуватися розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів колективного захисту, проведенням будівельно-акустичних робіт, застосуванням засобів індивідуального захисту [21-22].

В першу чергу слід використовувати засоби колективного захисту. По відношенню до джерела збудження шуму колективні засоби захисту поділяються на засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення, і засоби, які знижують шум на шляху його поширення від джерела до об'єкта, що захищається.

Зниження шуму в джерелі здійснюється за рахунок поліпшення конструкції машини або зміни технологічного процесу.

Засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення в залежності від характеру шумоутворення підрозділяються на засоби, що знижують шум механічного походження, аеродинамічного та гідродинамічного походження, електромагнітного походження.

Методи і засоби колективного захисту в залежності від способу реалізації підрозділяються на будівельно-акустичні, архітектурно-планувальні та організаційно-технічні і включають в себе: зміну спрямованості випромінювання шуму; раціональне планування підприємств і виробничих приміщень; акустичну обробку приміщень; застосування звукоізоляції.

До архітектурно-планувальних рішень також відноситься створення санітарно-захисних зон навколо підприємств. У міру збільшення відстані від джерела рівень шуму зменшується. Тому створення санітарно-захисної зони необхідної ширини є найбільш простим способом забезпечення санітарно-гігієнічних норм навколо підприємств.

Вибір ширини санітарно-захисної зони залежить від встановленого обладнання. Скоротити ширину санітарно-захисної зони можна зменшенням шуму на шляху його поширення. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються в тому випадку, якщо іншими способами забезпечити допустимий рівень шуму на робочому місці не вдається.

Принцип дії ЗІЗ – захистити найбільш чутливий канал впливу шуму на організм людини – вухо. Застосування ЗІЗ дозволяє попередити розлад не тільки органів слуху, а й нервової системи від дії надмірного подразника.

Найбільш ефективні ЗІЗ, як правило, в області високих частот. ЗІЗ включають в себе протишумні вкладиші (беруші), навушники, шоломи і каски, спеціальні костюми [20].

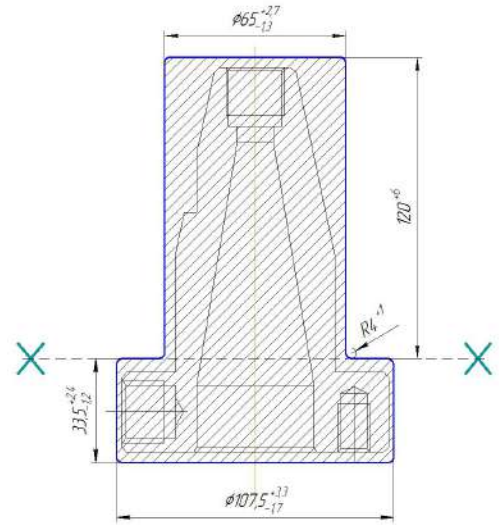
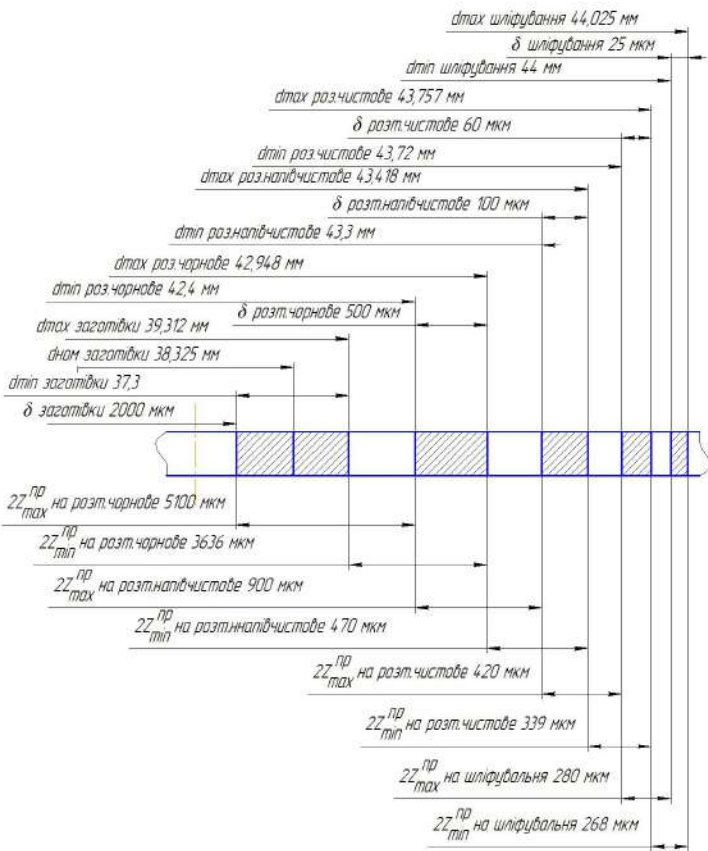
**ДОДАТОК Г Специфікація на пристосування**

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документація</u>				
		A1			ТМ 20090005-07 СК	Складальне креслення				
						<u>Деталі</u>				
Справ. №		1			ТМ 20090005-07.01	Корпус пристосування	1			
		2			ТМ 20090005-07.02	Корпус пневмоциліндра	1			
		3			ТМ 20090005-07.03	Дно пневмоциліндра	1			
		4			ТМ 20090005-07.04	Оправка конічна	1			
		5			ТМ 20090005-07.05	Штак	1			
		6			ТМ 20090005-07.06	Розрізна шайба	1			
		7			ТМ 20090005-07.07	Пружина	1			
		8			ТМ 20090005-07.08	Поршень	1			
		9			ТМ 20090005-07.09	Шпонка направляюча	2			
Посл. и дата						<u>Стандартні вироби</u>				
		10			Гвинт М12-6qx24 ГОСТ 7798-70		6			
		11			Гвинт М12-6qx52 ГОСТ 7798-70		6			
Взам. инв. №		12			Втулка ГОСТ50273-90 (DIN 985)		1			
		13			Шайба М12 ГОСТ11377-88		13			
					<b>ТМ 20090005-07</b>					
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Пристрій спеціальний</b>		Лист	Лист	Листов
	Разрад.		Охрименко О.Р.					Б\Р\	1	1
	Проб.		Приходько О.М.					<b>СумДУ, ТМс2-81к</b>		
	Н.контр.		Динник О.Д.							
Утв.		Іванов В.О.								

ГМ 5.900.21

✓ Ra 50 (✓)

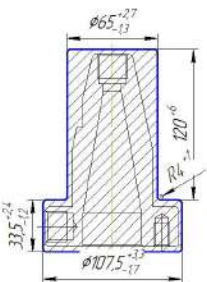
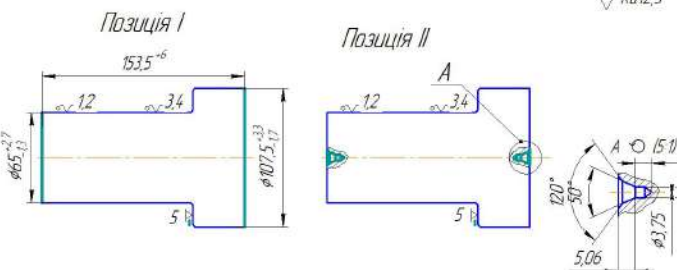
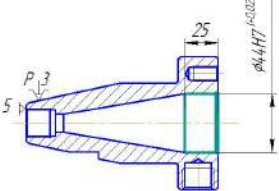
Схема розміщення припусків і допусків на механічну обробку поверхні Ø44H7



1. Поверхня групи II.
2. Клас точності T2, група сталі M2, степінь точності C2, вилітковий індекс 9 за ГОСТ 7505-89.
3. Допустиме зміщення по поверхні розміру штампця 0,4 мм.
4. Допустима величина залишкового обліва по зовнішньому контуру паковки 1,0 мм.
5. Допустиме відхилення від площинності 0,5 мм.
6. Невказані радіуси 3,5 мм.
7. Невказані ухили зовнішні -5°, внутрішні -7°.
8. Поверхневі дефекти допускаються на глибину не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку.
9. Очищення від окалини дрібноструїне.

				ГМ 5.900.21				
Матеріал	М'якість	Лист	Варіант	<b>Штампівка</b>		Лист	Маса	Масштаб
Сталь	12Х1ВН10Т	1	1			5,5	1:1	
Контур	Діаметр в.д.	Діаметр в.д.	Діаметр в.д.	Сталь 12Х1ВН10Т		СумДУ, ТМс2-81к		
				Копіюваль		Формат А2		



№ операції	Назва	Операційний ескіз	Обладнання	Технологічна оснастка
000	Загатівельна		Прес К8544	Прес форма спеціальна
005	Фрезерно-центрувальна		Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71	Пристрій спеціальний
010	Токарна з ЧПК		Токарний верстат з ЧПК моделі ЛЕТ КОСК-255 CNC	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80
015	Вертикально-свердлувальна		Вертикально свердильний верстат моделі 2Н125	Пристрій спеціальний
020	Разточувальна		Токарний верстат моделі 16К20	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80
025	Контрольна		Стіл ВТК	
030	Вертикально-фрезерна		Вертикально-фрезерний верстат моделі 6М12П	Пристрій спеціальний
035	Вертикально-фрезерна		Вертикально-фрезерний верстат моделі 6М12П	Пристрій спеціальний
040	Свердлильна з ЧПК		Вертикально-свердильний верстат з ЧПК моделі HAAS DT-2	Пристрій спеціальний
045	Вертикально-свердлувальна		Вертикально свердильний верстат моделі 2Н125	Пристрій спеціальний
050	Внутрішня-шліфувальна		Внутрішня-шліфувальний верстат моделі ЗК222А	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80
055	Мийна		Мийна машина ОСМ-1	
060	Технічний контроль		Стіл ВТК	

Лист 1 з 1  
Лист 2 з 2  
Лист 3 з 3  
Лист 4 з 4  
Лист 5 з 5  
Лист 6 з 6  
Лист 7 з 7  
Лист 8 з 8  
Лист 9 з 9  
Лист 10 з 10  
Лист 11 з 11  
Лист 12 з 12  
Лист 13 з 13  
Лист 14 з 14  
Лист 15 з 15  
Лист 16 з 16  
Лист 17 з 17  
Лист 18 з 18  
Лист 19 з 19  
Лист 20 з 20  
Лист 21 з 21  
Лист 22 з 22  
Лист 23 з 23  
Лист 24 з 24  
Лист 25 з 25  
Лист 26 з 26  
Лист 27 з 27  
Лист 28 з 28  
Лист 29 з 29  
Лист 30 з 30  
Лист 31 з 31  
Лист 32 з 32  
Лист 33 з 33  
Лист 34 з 34  
Лист 35 з 35  
Лист 36 з 36  
Лист 37 з 37  
Лист 38 з 38  
Лист 39 з 39  
Лист 40 з 40  
Лист 41 з 41  
Лист 42 з 42  
Лист 43 з 43  
Лист 44 з 44  
Лист 45 з 45  
Лист 46 з 46  
Лист 47 з 47  
Лист 48 з 48  
Лист 49 з 49  
Лист 50 з 50  
Лист 51 з 51  
Лист 52 з 52  
Лист 53 з 53  
Лист 54 з 54  
Лист 55 з 55  
Лист 56 з 56  
Лист 57 з 57  
Лист 58 з 58  
Лист 59 з 59  
Лист 60 з 60  
Лист 61 з 61  
Лист 62 з 62  
Лист 63 з 63  
Лист 64 з 64  
Лист 65 з 65  
Лист 66 з 66  
Лист 67 з 67  
Лист 68 з 68  
Лист 69 з 69  
Лист 70 з 70  
Лист 71 з 71  
Лист 72 з 72  
Лист 73 з 73  
Лист 74 з 74  
Лист 75 з 75  
Лист 76 з 76  
Лист 77 з 77  
Лист 78 з 78  
Лист 79 з 79  
Лист 80 з 80  
Лист 81 з 81  
Лист 82 з 82  
Лист 83 з 83  
Лист 84 з 84  
Лист 85 з 85  
Лист 86 з 86  
Лист 87 з 87  
Лист 88 з 88  
Лист 89 з 89  
Лист 90 з 90  
Лист 91 з 91  
Лист 92 з 92  
Лист 93 з 93  
Лист 94 з 94  
Лист 95 з 95  
Лист 96 з 96  
Лист 97 з 97  
Лист 98 з 98  
Лист 99 з 99  
Лист 100 з 100

ВТМ 20090005-02 МТ

Маршрут механічної обробки

№ операції	№ документа	Лист	Знак	Дата	Місце	Масштаб
5	1	1				

СумДУ ТМс-2-81к

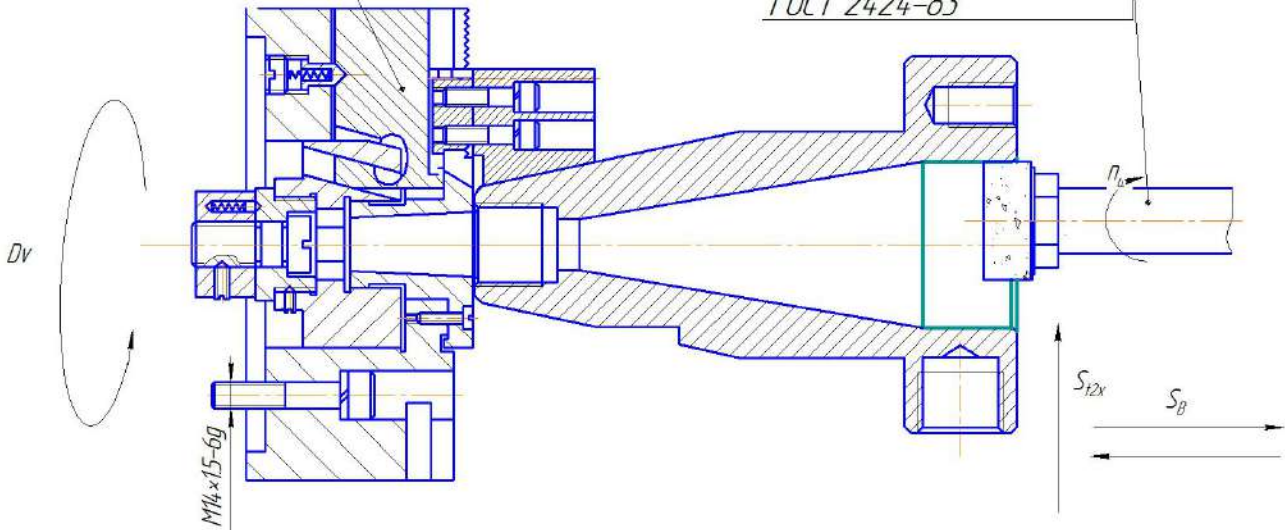
КН 90-50006007 ТМ

операція 050 Внутрішньо-щіфувальна  
Верстат мод. ЗК228В, N=7,5 кВт

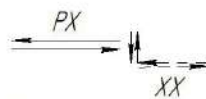
$Ra\ 1,0$  ( $\checkmark$ )

Патрон 7100-0007  
ГОСТ 2675-80

ПП 20x20x70 Е9А40М17КА1  
ГОСТ 2424-83



Циклограма руху



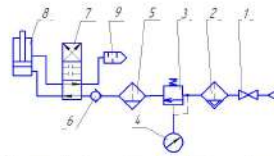
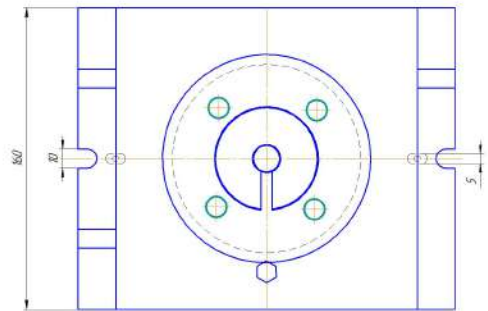
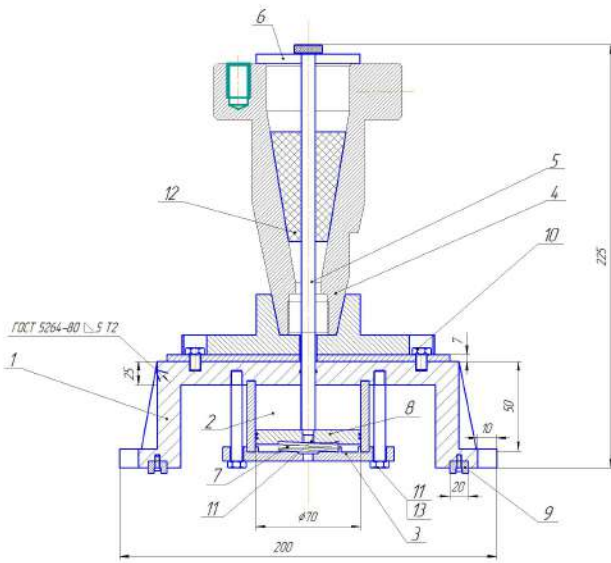
PX - Робочий хід  
XX - Холостий хід

№	Назва інструменту	t, мм	S <sub>шліф</sub> , м/об	V <sub>м</sub> , х/в	п <sub>шліф</sub> , х/в	S <sub>шліф</sub> , м/с	T <sub>шліф</sub>	T <sub>х</sub> , х/в	T <sub>холост</sub> , х/в
1	Круг шліфувальний ГОСТ 2424-83	0,002	7,5	36	450	15	0,6	0,17	0,83
<b>ТМ 20090005-06 КН</b>							Лит.	Маса	Масштаб
<b>Операційна наладка</b>							Б.Р.		1:1
<b>ЗК228В</b>							Лист	Листов	?
<b>СумДУ, ТМС2-81к</b>									

Копіювала

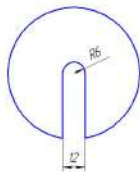
Формат А3

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50



1 - вентиль, 2 - фильтр - дозатор, 3 - пневмоклапан,  
4 - клапан, 5 - фильтр - маслоотделитель, 6 - обратный  
клапан, 7 - пневморегулирующая тарельчатая,  
8 - пневмоцилиндр, 9 - пневмоцилиндр.

Разрізна шайба M11



1. H<sub>2</sub>, H<sub>4</sub>, T<sub>4</sub>/2.
2. При зварючій заделке плавить катод руднич. частик.
3. Тиск пневмометра 0,4 МПа.
4. Неродичі левачні фарадатори емаль ПР-115, сер. ГОСТ 16465-76.
5. Після зварючій пестубати на протязі 15 хв. під тиском 0,63 МПа.
6. Стовпик шпак змастяті маслом ЦМТ-10М або /МТ08-24.
7. Виміряти з тиском вазони ГОСТ 32001-85.
8. Маркувати ударним способом.

ТМ 20090005-07 СК			
№ п/п	№ докум.	№	№
Матеріал	Деталь	Матеріал	Матеріал
Сплав	Матеріал	Матеріал	Матеріал
Матеріал	Деталь	Матеріал	Матеріал
Матеріал	Деталь	Матеріал	Матеріал

Пристрій спеціальний для обробки отворів.  
HASS DT-2  
Євген ТМс2-ВК

<i>Піскоструменевий апарат</i>								<i>СумДУ 01140.005</i>		<i>8</i>	<i>1</i>
				<i>СумДУ</i>		<i>ГМ 5.900.21</i>		<i>СумДУ 01140.005</i>			
<i>Корпус гідроциклону</i>								<i>БР</i>			
<b>МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ</b> <b>СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b> <b>КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ, ВЕРСТАТІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ</b>											
<b>ПОГОДЖЕНО</b> <b>_____ /<u>Приходько О.М.</u> /</b> <b>« _____ » _____ 20__ р.</b>						<b>ЗАТВЕРДЖУЮ</b> <b>_____ /<u>Іванов В.О.</u> /</b> <b>« _____ » _____ 20__ р.</b>					
<b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ</b> <b>на технологічний процес виготовлення</b> <b><u>«Корпус гідроциклону ГМ 5.900.21»</u></b>											
<b>Нормоконтролер</b> <b>_____ / <u>Динник О.Д.</u> /</b> <b>« _____ » _____ 20__ р.</b>						<b>Розробив</b> <b>_____ /<u>Охрименко О.Р.</u> /</b> <b>« _____ » _____ 20__ р.</b>					
<i>ТА</i>											

Дубл.																			
Зам.																			
Підп.																			
<i>Піскоструменевий апарат</i>										<i>СумДУ 01140.0005</i>		<i>9</i>	<i>2</i>						
<i>Розроб.</i>	<i>Охрименко О.Р.</i>					<i>СумДУ</i>	<b><i>ГМ 5.900.21</i></b>		-		<i>СумДУ 40140.005</i>								
<i>Узгод.</i>	<i>Приходько О.М.</i>					<i>Корпус гідроциклону</i>							<i>БР</i>						
<i>Н.контр.</i>	<i>Динник О.Д.</i>												<i>БР</i>						
<i>С</i>	<i>НПП</i>	<i>Позначення ДСЕ</i>			<i>Найменування ДСЕ</i>							<i>БР</i>							
<i>Ф</i>	<i>НПП</i>	<i>Позначення комплекту</i>			<i>Найменування комплекту ТД</i>							<i>Аркушів</i>							
<i>Г</i>	<i>Позначення ТД</i>			<i>Ум.позн.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	<i>Примітки</i>												
<i>01</i>	<i>0227.420.21.01</i>			<i>Вал-шестерня</i>															
<i>02</i>	<i>СумДУ 01140.0005</i>			<i>Комплект документів на технологічний процес виготовлення</i>							<i>9</i>								
<i>03</i>	<i>СумДУ 01140.0005</i>			<i>ТА</i>	<i>1</i>	<i>1</i>													
<i>04</i>	<i>СумДУ 40140.0005</i>			<i>ВТД</i>	<i>2</i>	<i>1</i>													
<i>05</i>	<i>СумДУ 50140.0005</i>			<i>КТП</i>	<i>3</i>	<i>5</i>													
<i>06</i>	<i>СумДУ 20140.0005</i>			<i>КЕ</i>	<i>4</i>	<i>2</i>													
<i>07</i>																			
<i>08</i>																			
<i>09</i>																			
<i>09</i>																			
<i>10</i>																			
<i>11</i>																			
<i>12</i>																			
<i>13</i>																			
<i>14</i>																			
<i>15</i>																			
<i>16</i>																			
<i>ВТД</i>													<i>2</i>						



Дубл.																			
Взам.																			
Оригін.																			
<i>Піскоструменевий апарат</i>										СумДУ 01140.005		9	4						
												СумДУ 50140.005							
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Діл.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, назва операції</i>					<i>Позначення документу</i>									
<i>Б</i>	<i>Код, назва устаткування</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УП</i>	<i>КР</i>	<i>КООД</i>	<i>ОН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кит.</i>	<i>Тп.з.</i>	<i>Тит-к.</i>			
<i>к/м</i>	<i>Назва деталі, складальної одиниці або матеріалу</i>					<i>П</i>	<i>Д або В</i>		<i>L</i>		<i>t</i>	<i>i</i>	<i>S</i>		<i>n</i>	<i>V</i>			
01	<i>Позиція II</i>																		
0 02	<i>3. Центрувати отвори, витримати розміри</i>																		
Т 03	<i>282438 свердла центровочні два Ø 2,5 ГОСТ 14952-75</i>																		
Р 04						<i>Ø2,5</i>		<i>16,52</i>		<i>3,15</i>		<i>0,2</i>		<i>1150</i>		<i>22</i>			
05																			
0 06	<i>4. Контролювати розміри</i>																		
Т 07	<i>391311 ХХ ХХ ХХ Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний</i>																		
Т 08	<i>ГОСТ 24109-80; 393410; кінцеві міри 2-Н1 ГОСТ 9038-90; 393310 штангенциркуль ШЦ -125-0,1-2 ГОСТ 166-89; 393631 набір зразків</i>																		
Т 09	<i>шорсткості 0,8-12,5-ФЦ ГОСТ 9378-75</i>																		
Р 10						<i>Ø22</i>		<i>103</i>		<i>0,5</i>		<i>18</i>	<i>0,36</i>		<i>350</i>	<i>24</i>			
11																			
А 12	<i>ХХ</i>	<i>ХХ</i>	<i>ХХ</i>	<i>010</i>	<i>4182 Токарна з ЧПК</i>					<i>ЮП №101-82</i>									
Б 13	<i>381572</i>			<i>JET KDCK 25S CNC</i>					<i>2</i>	<i>12287</i>	<i>412</i>	<i>1P</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>198</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>1,41</i>
14																			
А 15	<i>ХХ</i>	<i>ХХ</i>	<i>ХХ</i>	<i>015</i>	<i>4182 Вертикально-свердлильна</i>					<i>ЮП №101-82</i>									
Б 16	<i>2H125</i>					<i>2</i>	<i>18355</i>	<i>311</i>	<i>1P</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>198</i>	<i>1</i>	<i>16</i>	<i>1,07</i>			
<i>КТП</i>																			

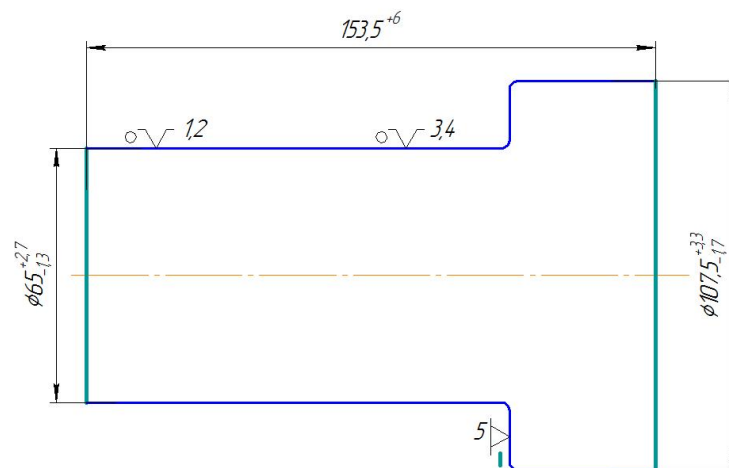
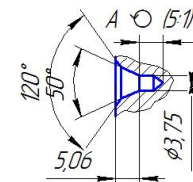
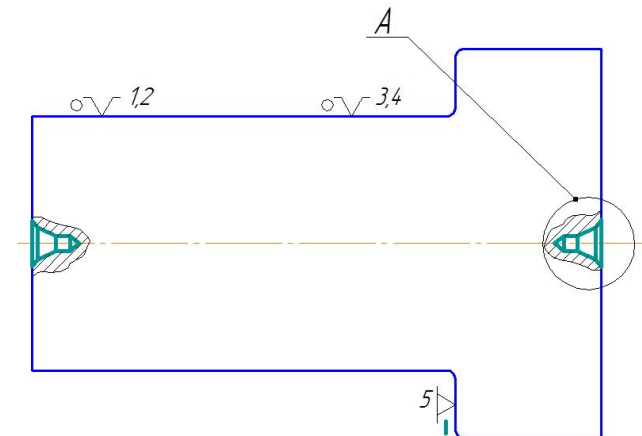
Дубл.																												
Взам.																												
Оригін.																												
<i>Піскоструменевий апарат</i>																<i>СумДУ 01140.005</i>			<i>9</i>	<i>5</i>								
<i>A</i>	<i>Цех</i>	<i>Діл.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, назва операції</i>					<i>Позначення документу</i>																		
<i>B</i>						<i>Код, назва устаткування</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>P</i>	<i>УП</i>	<i>КР</i>	<i>КООД</i>	<i>ОН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кит.</i>	<i>Тп.з.</i>	<i>Тит-к.</i>							
<i>к/м</i>	<i>Назва деталі, складальної одиниці або матеріалу</i>					<i>П</i>	<i>D або B</i>		<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>S</i>			<i>n</i>	<i>V</i>												
A 01	XX	XX	XX	020	4182 Розточувальна					ЮП №1983-82																		
B 02	16K20					2	11120	211	1P	1	1	1	198	1	16	0,86												
03																												
A 04	XX	XX	XX	025	0220 Контрольна					ЮП №1983-82																		
B 05	Стіл ВТК					2	11120	211	1P	1	1	1	198	1														
06																												
A 07	XX	XX	XX	030	6145 Вертикально-фрезерна					ЮП №101-82																		
B 08	6M12П					2	18355	311	1P	1	1	1	198	1	12	0,54												
09																												
A 10	XX	XX	XX	035	6145 Вертикально-фрезерна					ЮП №101-82																		
B 11	6M12П					2	18355	311	1P	1	1	1	198	1	12	0,41												
12																												
A 13	XX	XX	XX	040	4182 Свердловальна з ЧПК					ЮП №1983-82																		
B 14	HASS DT-2					2	11120	211	1P	1	1	1	198	1	20	5,91												
15																												
16																												
<i>КТП</i>																												



Дубл.																
Взам.																
Оригін.																
<i>Піскоструменевий апарат</i>										СумДУ 01140.005		9	6			
											СумДУ 50140.005					
<i>A</i>	<i>Цех</i>	<i>Діл.</i>	<i>PM</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, назва операції</i>				<i>Позначення документу</i>							
<i>B</i>	<i>Код, назва устаткування</i>				<i>CM</i>	<i>Проф.</i>	<i>P</i>	<i>УП</i>	<i>KP</i>	<i>КООД</i>	<i>ОН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кит.</i>	<i>Тп.з.</i>	<i>Тит-к.</i>	
<i>к/м</i>	<i>Назва деталі, складальної одиниці або матеріалу</i>				<i>ПІ</i>	<i>D або B</i>		<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>S</i>		<i>n</i>	<i>V</i>		
<i>A 01</i>	<i>XX</i>	<i>XX</i>	<i>XX</i>	<i>045</i>	<i>4182 Вертикально-свердлильна</i>				<i>ІОП №101-82</i>							
<i>B 02</i>	<i>2Н125</i>				<i>2</i>	<i>18355</i>	<i>311</i>	<i>1P</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>198</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>0,85</i>	
<i>03</i>																
<i>A 04</i>	<i>XX</i>	<i>XX</i>	<i>XX</i>	<i>050</i>	<i>3567 Внутрішньо-шліфувальна</i>				<i>ІОП №101-82</i>							
<i>B 05</i>	<i>3K222A</i>				<i>2</i>	<i>18355</i>	<i>311</i>	<i>1P</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>198</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>0,83</i>	
<i>O 06</i>	<i>1. Встановити, закріпити та зняти заготовку</i>															
<i>T 07</i>	<i>3961 XX XX XX Патрон трьохкулачковий ГОСТ 2571-71</i>															
<i>T 08</i>	<i>391810 Круг шліфувальний ПП20×35×70 15A 50 CM2 10K ГОСТ 2424-83</i>															
<i>09</i>																
<i>O 10</i>	<i>Шліфувати отвір, витримати розміри</i>															
<i>P 11</i>							<i>Ø 44</i>		<i>36</i>		<i>0,02</i>		<i>7,5</i>		<i>36 10</i>	
<i>12</i>																
<i>O 13</i>	<i>Контроль виконавцем</i>															
<i>T 14</i>	<i>393410 XX XX XX Мікрометр М-03 ГОСТ 6507-90</i>															
<i>T 15</i>	<i>394528 XX XX XX Калібр-пробка Ø44H7 ГОСТ 18355-73</i>															
<i>16</i>																
<i>КТП</i>																



Дубл.																			
Взам.																			
Оригін.																			
<i>Піскоструменевий апарат</i>												<i>СумДУ 01140.005</i>			<i>9</i>	<i>8</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Охрименко О.Р.</i>			<i>СумДУ</i>		<b><i>ГМ 5.900.21</i></b>					<i>СумДУ 20140.005</i>								
<i>Перевірив</i>	<i>Приходько О.М.</i>																		
<i>Т.контр.</i>																			
<i>Н.контр.</i>	<i>Приходько О.М.</i>			<i>Корпус гідроциклону</i>							<i>БР</i>			<i>005</i>					

 $\sqrt{Ra} 12,5$ *Позиція I**Позиція II*

Дубл.														
Взам.														
Оригін.														

Піскоструменевий апарат

СумДУ 01140.005

9

9

Розробив	Охрименко О.Р.			СумДУ	ГМ 5.900.21		СумДУ 20140.0005			
Перевірив	Приходько О.М.									
Т.контр.										
Н.контр.	Динник О.Д.			Корпус гідроциклону			БР			050

 $\sqrt{Ra1,6}$ 