

**Міністерство освіти і науки України**

**Луцький національний технічний університет**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Факультет транспорту та механічної інженерії**

(повне найменування факультету)

**Кафедра прикладної механіки та мехатроніки**

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ  
ОБРОБКИ КОРПУСУ ГАЗОВОГО ПРИЛАДУ РДГ-55**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ІМСз-21  
Герман Назар В'ячеславович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник:  
к.т.н., доцент  
Редько Ростислав Григорович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
Гарант освітньої програми:  
к.т.н., доцент  
Божко Тетяна Євгенівна

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(повне найменування вищого навчального закладу)

**Факультет** Транспорту та механічної інженерії  
**Кафедра** Прикладної механіки та мехатроніки  
**Ступінь вищої освіти:** бакалавр  
**Галузь знань:** 13 Механічна інженерія  
**Спеціальність:** 131 Прикладна механіка  
**Освітня програма:** Прикладна механіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ Р.Редько

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Герману Назару В'ячеславовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу газового приладу РДГ-55*

Керівник роботи: *Редько Ростислав Григорович, к.т.н., доцент,*  
затвержені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 р., № 986/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі корпусу газового приладу, річна програма випуску 5500 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Конструкторська частина. 4 Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення деталі – 1 лист (ф.А.1), КН – 2 листа (ф.А1), складальні креслення верстатних пристроїв - 3 листи (ф.А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2021 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Загальна частина	14.03.23	
2.	Конструкторська частина	10.04.23	
3.	Технологічна частина	15.04.23	
4.	Охорона праці	20.04.23	
5.	Оформлення графічної частини	10.05.23	
6.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	20.05.23	
7.	Представлення роботи до захисту	30.05.23	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Герман Н.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Редько Р.Г.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Герман Н.В. Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу газового приладу РДГ-55. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

Робота включає в себе технологічну, конструкторську, частини, а також питання охорони праці. В технологічній частині проекту подані матеріали та розрахунки, пов'язані з описом та відпрацюванням виробу на технологічність, розробкою маршрутної та операційної технології оброблювання, вибором методу виготовлення заготовки, розрахунком режимів різання та нормуванням робіт. В конструкторській частині проекту наведені описи та розрахунки розробленої технологічної оснастки та контрольного приладу. Питання, пов'язані з нормуванням і розрахунком основних виробничих факторів, що забезпечують безпечну роботу цеху, засобами пожежної безпеки, викладені в розділі охорони праці.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка.

## ABSTRACT

German N.V. Development of the technological process of mechanical processing of the housing of the RDG-55 gas appliance. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The work includes technological, design, parts, as well as labor protection issues. In the technological part of the project, materials and calculations related to the description and development of the product for manufacturability, the development of route and operational technology of processing, the choice of the method of manufacturing the workpiece, the calculation of cutting modes and the normalization of work are presented. The design part of the project contains descriptions and calculations of the developed technological equipment and control device. Questions related to the rationing and calculation of the main production factors that ensure the safe operation of the shop, fire safety means, are outlined in the section on labor protection.

Key words: technological process, mechanical processing, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

# ЗМІСТ

стор.

	Вступ.....	7
1	Загальна частина.....	8
1.1	Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ.....	8
1.2	Аналіз базового технологічного процесу .....	9
1.3	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування .....	11
1.4	Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу.....	24
2	Технологічна частина.....	25
2.1	Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва .....	25
2.2	Відпрацювання деталі на технологічність .....	28
2.3	Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування .....	30
2.4	Вибір методу обробки поверхонь .....	32
2.5	Вибір та розрахункове обґрунтування баз .....	36
2.6	Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу .....	38
2.6.1	Визначення допусків, припусків і операційних розмірів. Проектування заготовки .....	38
2.6.2	Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та .....	41

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

	інструменту .....	
2.6.3	Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва .....	48
3	Конструкторська частина.....	50
3.1	Проектування фрезерного пристосування .....	50
3.2	Проектування токарного пристосування.....	51
3.3	Проектування багатоцільового пристосування.....	52
3.4	Проектування контрольного пристосування.....	53
4	Охорона праці.....	55
	Висновки і пропозиції .....	66
	Список використаних джерел.....	67
	Додатки.....	69

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес у галузі машинобудування в значною мірою визначає розвиток та вдосконалення економіки країни. Найголовнішими умовами пришвидшення науково-технічного прогресу вважають зростання продуктивності праці, її якості, підвищення ефективності виробництва та підвищення якості продукції.

Вдосконалення технологічних процесів виготовлення продукції машинобудування має першочергове значення. Якість деталей, надійність, довговічність та економічність при експлуатації залежать не зовсім від вдосконалення конструкції, але значною мірою від технологій виробництва. Використання прогресивних та високопродуктивних технологій обробки, які забезпечують точність і якість деталей, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталей та продукції загалом, ефективне застосування автоматичних і поточних ліній, верстатів з ЧПК (в тому числі й багатоопераційних) - все це спрямовано на вирішення головних задач: збільшення ефективності виробництва продукції та її якості.

Метою кваліфікаційної роботи є систематизування, закріплення та розширення знань та вмінь по спеціальності та використання їх при вирішенні конструкторсько-технологічних задач. У кваліфікаційній роботі розроблені такі питання:

- виконано розрахунок деталі на технологічність;
- спроектовано технологічний процес виготовлення заданої деталі;
- розроблено план цеху;
- розроблено техніко-економічні показники роботи цеху;
- виконано розділ з охорони праці.

Одним з головних розділів роботи є технологічний. На основі його даних визначається завдання на розробку інших не менш важливих розділів.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика об'єкту виробництва, його службове призначення та технічні умови

Деталь „Корпус газового приладу” (у подальшому – «Корпус»), яка запропонована на кваліфікаційну роботу, застосовується як корпус регулятора тиску газу Ду 55, РДГ-55.

Даний регулятор тиску газу з умовним приходом РДГ-55 використовується для вирівнювання високого чи середнього тиску, автоматично йде підтримка вихідного тиску на заданому рівні незалежно від витрат та вхідного тиску, автоматичне відключення притоку газу при аварійному підвищенні або зниженні вихідного тиску понад допустимих заданих значень. Даний пристрій призначається для встановлення в ГРП чи ГРУ систем газопостачання міст та населених пунктів.

Вимоги експлуатації регулятора повинні відповідати кліматичному виконанню УХЛ 4 ГОСТ 15150-59.

Для належної роботи за мінусових температур навколишнього середовища необхідно, щоб відносна вологість газу при проходженні його через клапани регулятора була менша 1, тобто коли виключається випадання вологи у вигляді конденсату з газу.

Регулятор виготовляють у двох виконаннях:

РДГ-55-Н (на низький вихідний тиск)

РДГ-55-В (на високий вихідний тиск)

Корпус виготовляють з алюмінієвого сплаву АЛ7Ч. Даний сплав використовують для деталей, що працюють за високих температур. Форма корпусу є складною – бо має об'єднання прямокутника із напівсферою та великою кількістю отворів. На деталь хімічно наноситься покриття – Ан.Окс.Хром. Вага складає 10.0 кг. Твердість НВ 300-400.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Хімічний склад і механічні властивості деталі "Корпус" РДГ-55 наведено в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1. - Хімічна властивість сплаву АЛ7Ч ГОСТ 1583-93

Марка	Вміст елементів, %								
	Al	Mg	Cu	Mn	Ni	Fe	Si	Zn	Ti
АЛ7Ч	90	0,25-0,45	0,2	0,5	0,15	0,5	6,0 – 8,0	<0,3*	<0,1*

\* - домішка (сума домішок не більше 1.0)

Таблиця 1.2. - Механічні властивості сплаву АЛ7Ч ГОСТ 1583-93

Твердість за Брюнелем, НВ	Відносне подовження $\delta$ , %	Межа міцності $\sigma_b$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Температура плавлення, °С
300 - 400	8	36	660

Висновок: на кресленні вказані всі необхідні дані для можливості проектування технологічного процесу. Прийнятий матеріал відповідає відповідним умовам роботи деталі у механізмі. Виявлена відповідність точності розмірів та параметрів шорсткості. Тому у кресленні деталі ніяких змін не будемо вносити.

## 1.2. Аналіз базового технологічного процесу

Деталь „Корпус” виготовляється на Київському заводі „Радар”. В існуючому технологічному процесі використовуються верстати, що розміщені не послідовно відповідно можливому техпроцесу, тобто при виготовленні деталі доводиться їх транспортувати в інший цех для виконання деяких окремих операцій. В існуючому процесі використовуються розміточні операції, які збільшують час на виготовлення деталі і потребують високої кваліфікації робітників. В

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

техпроцесі використовується універсальне обладнання, що також вимагає високої майстерності робітників, а це збільшує собівартість виготовлення деталі.

Технологічний процес, згідно якого деталь виготовляється на підприємстві, наведений в табл. 1.3, а проектний у табл. 1.4.

Таблиця 1.3. - Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус газового приладу”

Номер операції	Назва операції	T шт., хв	Обладнання
005	Фрезерна	8,154	6Н12П
010	Фрезерна	9,177	6Н12П
015	Фрезерна	7,02	6Н12П
020	Розточна	1,02	2А135
025	Токарна	4,401	16К20
030	Токарна	5,37	16К20
035	Токарна	14,12	16К20
040	Токарна	13,85	16К20
045	Токарна	11,45	16К20
050	Токарна	9,87	16К20
055	Токарна	10,66	16К20
060	Токарна	12,34	16К20
065	Токарна	15,3	16К20
070	Фрезерна	10,183	6Н12П
075	Фрезерна	8,54	6Н12П
080	Фрезерна	12,230	6Н12П
085	Фрезерна	11,67	6Н12П
090	Фрезерна	7,95	6Н12П
095	Фрезерна	6,646	6Н12П
100	Свердлильна	2,55	2Н125
105	Розточна	0,98	2А135
110	Розточна	1,15	2А135
115	Свердлильна	6,13	2Н125
120	Розточна	1,35	2А135
125	Розточна	0,98	2А135
130	Свердлильна	4,02	2Н125
135	Свердлильна	5,17	2Н125
140	Свердлильна	6,029	2Н125
145	Свердлильна	3,11	2Н125
150	Розточна	1,02	2А135
155	Токарна	16,4	16К20
160	Токарна	9,57	16К20

Продовження таблиці 1.3			
165	Токарна	3,769	16K20
170	Свердлильна	2,89	2H125
175	Свердлильна	3,99	2H125
180	Свердлильна	4,21	2H125
185	Свердлильна	2,301	2H125
190	Різенарізна	1,75	MC12-250
195	Різенарізна	2,01	MC12-250
200	Різенарізна	1,55	MC12-250
205	Різенарізна	1,69	MC12-250
	Всього	262,577	

Таблиця 1.4. - Проектний технологічний процес виготовлення  
деталі “ Корпус газового приладу”

Номер операції	Найменування операції	Тшт, хв	Обладнання
005	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	8,154	IP500MФ4
010	Токарна з ЧПУ	4,401	16K20Ф3
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	7,67	IP500MФ4
020	Токарна з ЧПУ	12,379	16K20Ф3
025	Токарна з ЧПУ	9,513	
030	Багатоцільова з ЧПУ	46,705	2254BMФ4
035	Багатоцільова з ЧПУ	23,732	IP500MФ4
040	Багатоцільова з ЧПУ	16,167	2254BMФ4
	Всього	128,72	

Примітка: операції 005 та 015 виконуються на одному верстаті.

### 1.3. Характеристика проектного варіанту техпроцесу, його економічне обґрунтування

Загальноприйняті правила при проектуванні технологічних процесів механічної обробки встановлюються за ГОСТ 14.301-83. Кожний варіант технологічного процесу може відрізнитись техніко-економічними показниками, а тому стає задача на вибір найкращого, що забезпечить одержання деталі необхідної якості, заданої кількості за мінімально можливих витрат. Такий технологічний процес називають оптимальним для конкретних умов виробництва за прийнятим критерієм.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Визначимо технологічну собівартість виготовлення деталі за базовим та проектним варіантами згідно методики [1], стор 39.

Величину приведених часових витрат визначимо за формулою:

$$C_{п.з.} = \frac{C_з}{M} + C_{ч.з.} + E_H(K_C + K_з),$$

де  $C_з$  - основна та додаткова заробітні плати, грн/год;

$M=1$  - коефіцієнт багатостанкового обслуговування;

$C_{ч.з.}$  - часові витрати для експлуатації робочих місць, грн/год;

$E_H = 0,2$  - нормативний коефіцієнт економічної доцільності капітальних вкладень;

$K_C$  - питома часова капітальна вкладення в обладнання, грн/год;

$K_з$  - питома часова капітальна вкладення у приміщення, грн/год.

Основну та допоміжну зарплати визначимо за формулою:

$$C_з = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot k,$$

де  $C_{т.ф.}$  - годинна тарифна ставка робітника, у грн/год,

$C_{т.ф.} = 1,6$  грн/год.

$k = 1$  - коефіцієнт, що враховує заробітну плату налагоджувальника (для серійного виробництва).

Часові витрати на експлуатацію робочого місця визначимо з формули:

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot k_M,$$

де  $C_{ч.з.}^{б.у.}$  - фактичні (скориговані часові витрати), грн.

$k_M$  - коефіцієнт, що показує, у скільки разів витрати, пов'язані з роботою даного обладнання, вищі, ніж аналогічні витрати при базовому варіанті;

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Капітальні вкладення в обладнання і будівлю для серійного виробництва визначимо з формул:  $K_c = \frac{Ц \cdot 100}{F_o \cdot \eta_s}$ , грн/год;

$$K_s = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_o \cdot \eta_s}, \text{ грн/год.}$$

де  $Ц$  - балансова вартість обладнання, грн;

$F$  - виробнича площа, що займає обладнання з врахуванням проходів:

$$F = f \cdot K_f.$$

де  $f$  - площа обладнання в плані,  $M^2$ ;

$K_f$  - коефіцієнт, що враховує додаткові виробничі приміщення;

$F_o = 4029$  год - реальний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_s = 0,8$  - коефіцієнт завантаження верстата.

Вартість мехобробки на операціях визначимо за формулою:

$$C_o = \frac{C_{н.з} \cdot T_{ум}}{60 \cdot \kappa_6},$$

де  $\kappa_6 = 1,3$  - коефіцієнт виконання норми робіт.

Технологічну собівартість визначимо за відмінними операціями технологічних процесів.

Для операції 005 - Фрезерна - фрезерування ливників:

$$C_s = 1,6 \cdot 1,53 \cdot 1 = 2,45 \text{ грн/год} = 96 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ч.з}^{б.у} = 44,6 \text{ коп/год.}$$

$$K_{м.пр.} = 0,7; K_{м.б.} = 1,2.$$

$$C_{ч.з. пр.} = 44,6 \cdot 0,7 = 31,22 \text{ коп/год;}$$

$$C_{ч.з. б.} = 44,6 \cdot 1,2 = 53,52 \text{ коп/год.}$$

$$Ц_{пр.} = 74000 \text{ грн; } Ц_{б.} = 35000 \text{ грн.}$$

$$F_{пр} = 20,5 M^2.$$

$$F_{б.} = 7,5 M^2.$$

$$K_{с пр} = \frac{74000 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 2296 \text{ грн/год; } K_{з пр} = \frac{20,5 \cdot 78,4 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 49,86 \text{ грн/год.}$$

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

$$K_{с.б} = \frac{35000 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 1086 \text{ грн/год}; K_{з.б} = \frac{7,5 \cdot 78,4 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 18,24 \text{ грн/год.}$$

Визначимо  $C_{п.з.}$  :

$$C_{п.з.нр.} = \frac{C_{з.нр.}}{M} + C_{ч.з.нр.} + E_n (K_{с.нр.} + K_{з.нр.}) = \frac{96}{1} + 31,22 + 0,15(2296 + 49,86) = 479 \text{ грн/год}$$

$$C_{п.з.б.} = \frac{C_{з.б.}}{M} + C_{ч.з.б.} + E_n (K_{с.б.} + K_{з.б.}) = \frac{96}{1} + 53,52 + 0,15(1086 + 18,24) = 315 \text{ грн/год}$$

$$C_{о.нр.} = \frac{C_{п.з.нр.} \cdot T_{шт.нр.}}{60 \cdot \kappa_6} = \frac{479 \cdot (8,154 + 7,67)}{60 \cdot 1,3} = 97,2 \text{ рн}$$

$$C_{о.б.} = \frac{C_{п.з.б.} \cdot T_{шт.б.}}{60 \cdot \kappa_6} = \frac{315 \cdot 8,154}{60 \cdot 1,3} = 33 \text{ рн}$$

Результати розрахунків за операціями, що відрізняються, наводимо для базового варіанту в таблиці 1.5, а для проектного варіанту - в таблиці 1.6.

Таблиця 1.5. - Технологічна собівартість за базового варіанту ТП

№ п/п	Назва операції та її зміст	Т шт-к, хв	Кількість	Обладнання		Собівартість, грн
				модель	ціна, грн	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Фрезерна	8,154	1	6Н12П	35000	33
2.	Фрезерна	9,177	1	6Н12П	35000	65,4
3.	Фрезерна	7,02		6Н12П		
4.	Розточна	1,02	1	2А135	40000	20,8
5	Токарна	4,401	1	16К20	60000	16,9
6	Токарна	5,37	1	16К20	60000	20,7
7	Токарна	14,12	1	16К20	60000	54,3
8	Токарна	13,85	1	16К20	60000	97,3
9	Токарна	11,45				
10	Токарна	9,87	1	16К20	60000	185,3
11	Токарна	10,66		16К20		
12	Токарна	12,34		16К20		
12	Токарна	15,3		16К20		
14	Фрезерна	10,183	1	6Н12П	35000	125
15	Фрезерна	8,54		6Н12П		
16	Фрезерна	12,230		6Н12П		
17	Фрезерна	11,67	1	6Н12П	35000	44,9
18	Фрезерна	7,95	1	6Н12П	35000	58,9
19	Фрезерна	6,646		6Н12П		
20	Свердлильна	2,55	1	2Н125	30000	129,5
21	Розточна	0,98		2А135		

Продовження таблиці 1.5						
22	Розточна	1,15		2A135		
23	Свердлильна	6,13		2H125		
24	Розточна	1,35		2A135		
25	Розточна	0,98		2A135		
26	Свердлильна	4,02		2H125		
27	Свердлильна	5,17		2H125		
28	Свердлильна	6,029		2H125		
29	Свердлильна	3,11		2H125		
30	Розточна	1,02		2A135		
31	Токарна	16,4	1	16K20	60000	114,4
32	Токарна	9,57		16K20		
33	Токарна	3,769		16K20		
34	Свердлильна	2,89		2H125		
35	Свердлильна	3,99		2H125		
36	Свердлильна	4,21		2H125		
37	Свердлильна	2,301		2H125		
38	Різенарізна	1,75	1	MC12-250	80000	22,4
39	Різенарізна	2,01		MC12-250		
40	Різенарізна	1,55		MC12-250		
41	Різенарізна	1,69		MC12-250		
	Всього	262,577	13		650000	988,8

Примітка: для всіх свердлильних та розточних операції прийнято по одному верстату, а тому собівартість визначена сумарна по відповідних видах обробки.

Таблиця 1.6. - Технологічна собівартість за проектного варіанту

№ п/п	Назва операції та її зміст	Т шт-к, хв	Кількість	Обладнання		Собівартість, грн
				модель	ціна, грн	
1.	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	8,154	1	IP500M Ф4	74000	97,2
2.	Токарна з ЧПУ	4,401	1	16K20Ф3	48000	22,6
3	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	7,67	-			
4	Токарна з ЧПУ	12,379	1	16K20Ф3	48000	112
5	Токарна з ЧПУ	9,513				
6	Багатоцільова з ЧПУ	46,705	2	2254BM Ф4	104000	120
7	Багатоцільова з ЧПУ	23,732	1	IP500M Ф4	74000	126,8
8	Багатоцільова з ЧПУ	16,167	1	2254BM Ф4	52000	82,9
	Всього	128,72	7		400000	561,5

Визначимо приведену річну економію:  $\mathcal{E}_M = (C_{o.б} - C_{o.п}) \cdot N$ , грн.  
де  $C_{o.б}$ ,  $C_{o.п}$  - вартість мехобробки варіантів, що порівнюються, грн.

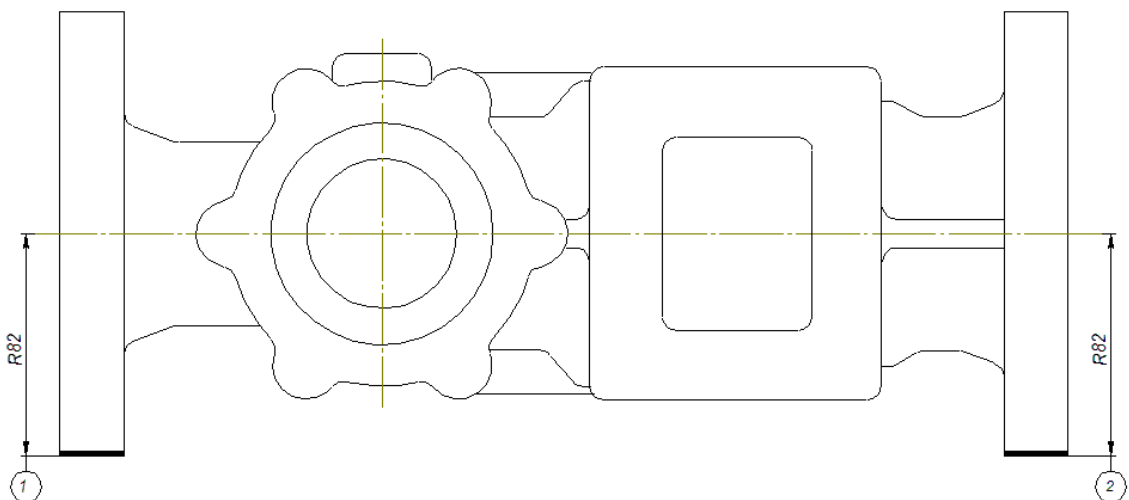
$$\mathcal{E}_M = (988,8 - 561,5) \cdot 5500 = 2350150 \text{ грн.}$$

Як видно з наведених результатів розрахунку технологічна собівартість мехобробки за проектного варіанту значно менша ніж за базового. Це було досягнуто за рахунок підвищення продуктивності обробки, а також скорочення трудомісткості, порівняно із базовим варіантом техпроцесу механічної обробки. Згідно проведеного розрахунку собівартості приймаємо новий, проектний варіант техпроцесу як оптимальний.

### Операційна технологія виготовлення деталі «Корпус»

005 Фрезерна з ЧПУ

Верстат моделі IP500MФ4



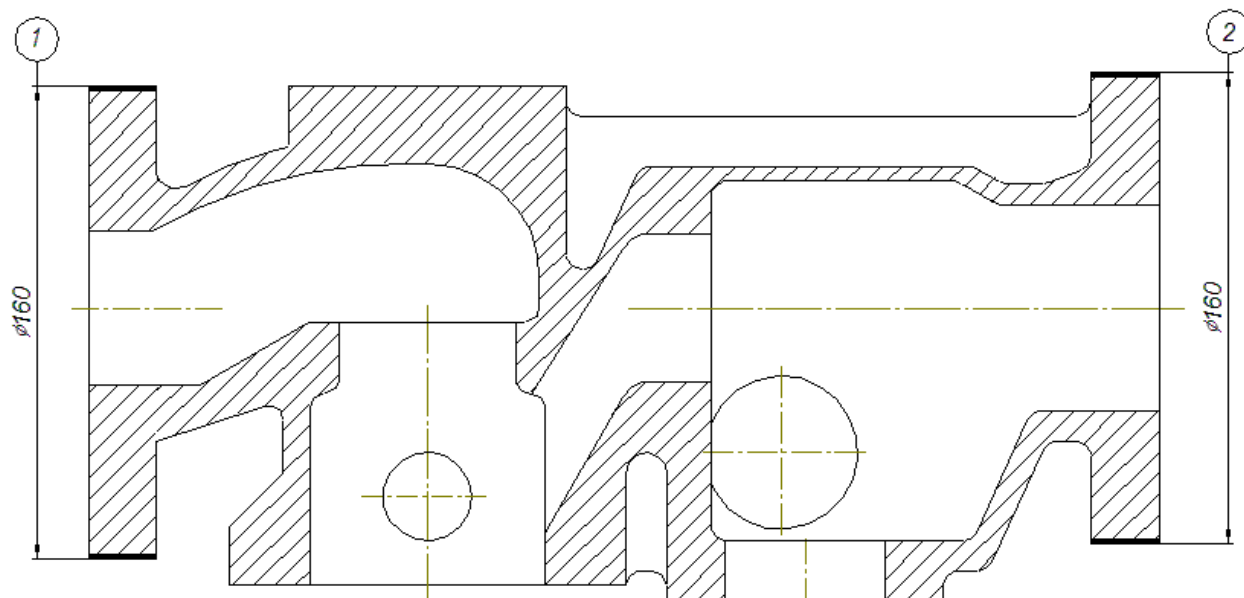
А. Установити, закріпити, зняти

005.01. Фрезерувати ливники, витримуючи розміри 1, 2

010 Токарна з ЧПУ

Верстат: 16K20Ф3

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

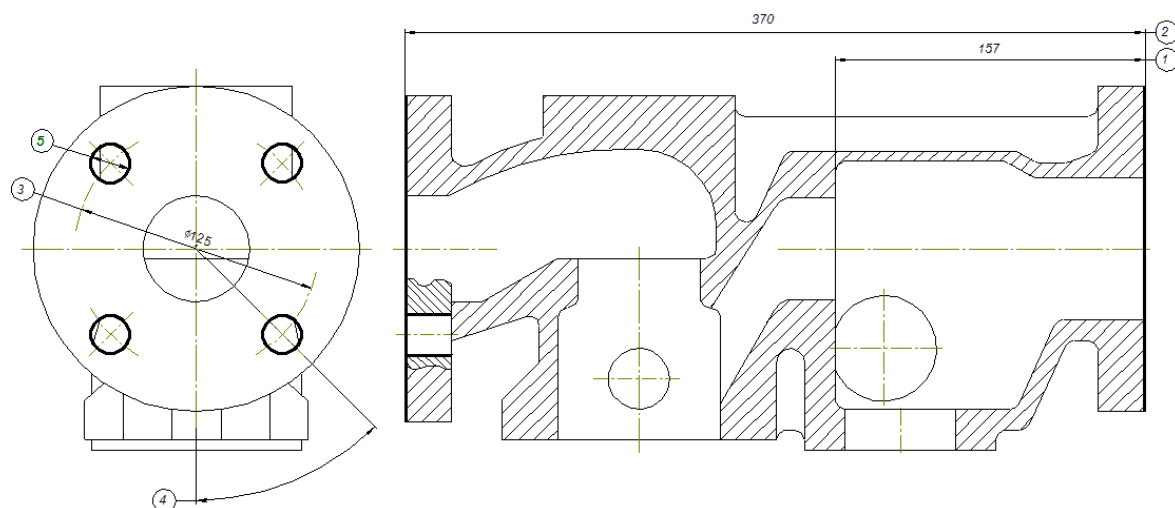


А. Установити, закріпити, зняти

010.01. Точити фланець остаточно, витримуючи розмір 1

010.02. Точити фланець остаточно, витримуючи розмір 2

015 Фрезерно-свердлильна з ЧПУ, Верстат: IP500MФ4



А. Установити, закріпити та зняти

015.01. Фрезерувати торцьову поверхню остаточно, витримуючи розмір 1

015.02. Центрувати 4 отвори, витримуючи розміри 3, 4

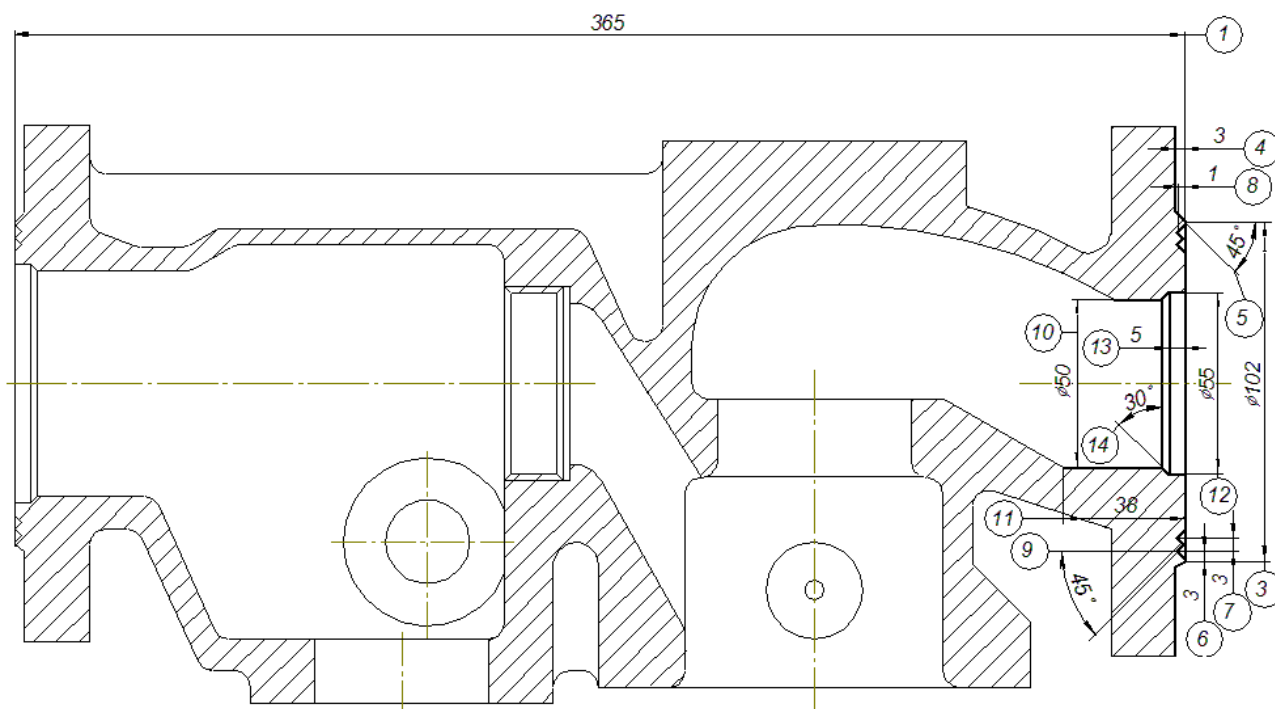
015.03. Свердлити 4 отвори напрохід, витримуючи розміри 3, 4, 5

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			17



025 Токарна з ЧПУ

Верстат: 16К20Ф3



А. Установити, закріпити, зняти

025.01. Підрізати торцеву поверхню остаточно, витримуючи розмір 1

025.02. Точити торцеву поверхню, витримуючи розміри 3, 4, 5

025.03. Точити 2 канавки, витримуючи розміри 6, 7, 8, 9

025.04. Розточити отвір напрохід, витримуючи розміри 10, 11

025.05. Розточити отвір та фаску, витримуючи розміри 12, 13, 14, 15

030 Багатоцільова

Верстат: 2254ВМФ4

А. Установити, закріпити, зняти

030.01. Фрезерувати поверхню остаточно, витримуючи розмір 1

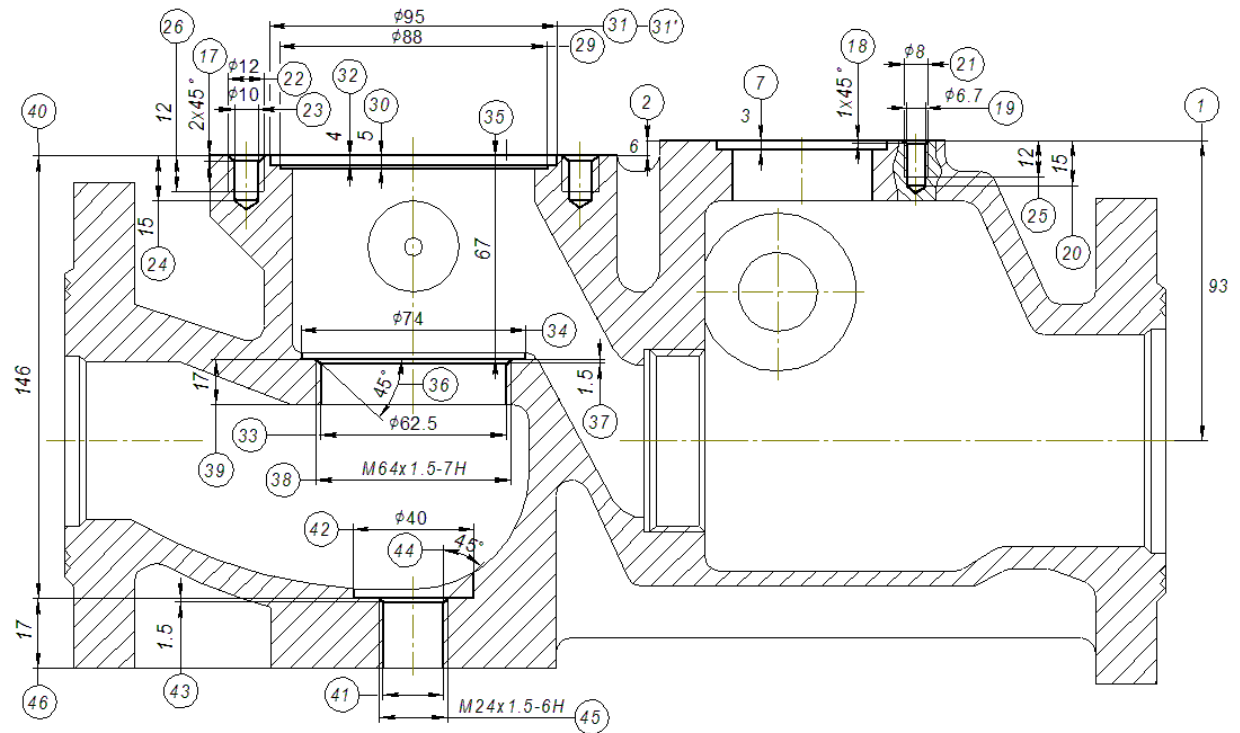
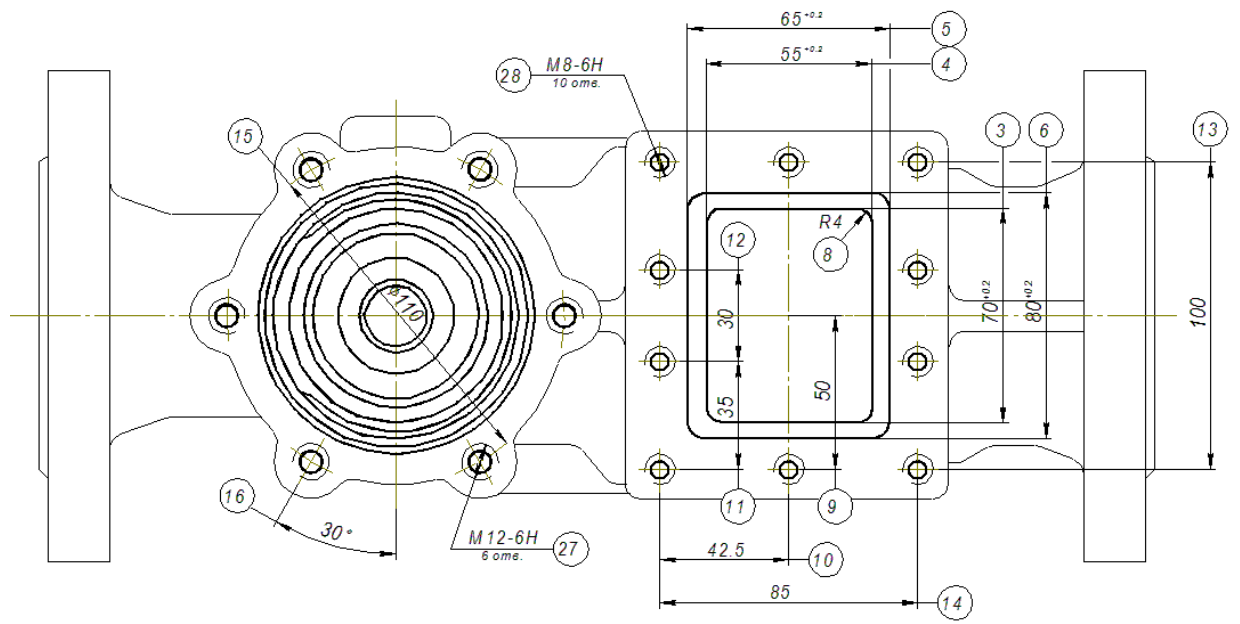
030.02. Фрезерувати поверхню остаточно, витримуючи розмір 1'

030.03. Фрезерувати поверхню остаточно, витримуючи розмір 2

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

- 030.04. Фрезерувати поверхню остаточно, витримуючи розмір 2'
- 030.05. Фрезерувати вікно остаточно, витримуючи розміри 3, 4
- 030.06. Фрезерувати пониження остаточно, витримуючи розміри 5, 6, 7
- 030.07. Фрезерувати в кутах вікна остаточно, витримуючи розміри 3, 4, 8
- 030.08. Центрувати 16 отворів послідовно, витримуючи розміри 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22
- 030.09. Свердлити 10 отворів послідовно, витримуючи розміри 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20
- 030.10. Свердлити 6 отворів послідовно, витримуючи розміри 15, 16, 23, 24
- 030.11. Нарізати різь послідовно в десятих отворах, витримуючи розміри 9, 10, 11, 12, 13, 14, 25, 27
- 030.12. Нарізати різь послідовно в шістьох отворах, витримуючи розміри 15, 16, 26, 28
- 030.13. Розточити отвір остаточно, витримуючи розміри 29, 30
- 030.14. Розточити отвір попередньо, витримуючи розміри 31 (Ø92), 32
- 030.15. Розточити отвір остаточно, витримуючи розміри 31', 32
- 030.16. Розточити отвір напрохід остаточно, витримуючи розмір 33
- 030.17. Розточити отвір остаточно, витримуючи розміри 34, 35
- 030.18. Розточити фаску, витримуючи розміри 36, 37
- 030.19. Нарізати різь, витримуючи розміри 38, 39
- 030.20. Центрувати отвір, витримуючи розмір 40
- 030.21. Свердлити отвір напрохід, витримуючи розмір 41
- 030.22. Зенкерувати отвір та фаску, витримуючи розміри 40, 42, 43, 44
- 030.23. Нарізати різь, витримуючи розміри 45, 46

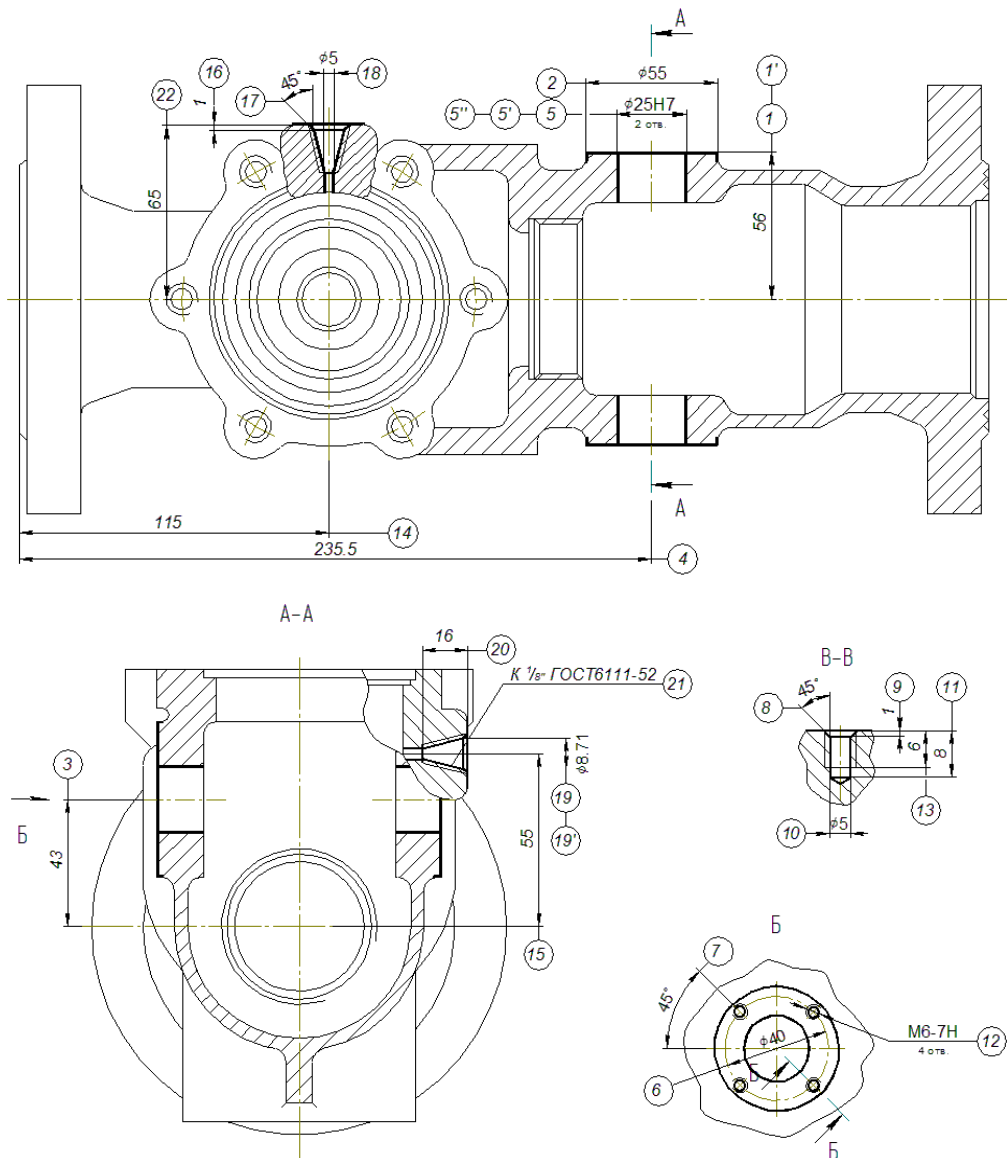
					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



035 Багатоцільова

Верстат: IP500MФ4

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21



#### А. Установити, закріпити, зняти

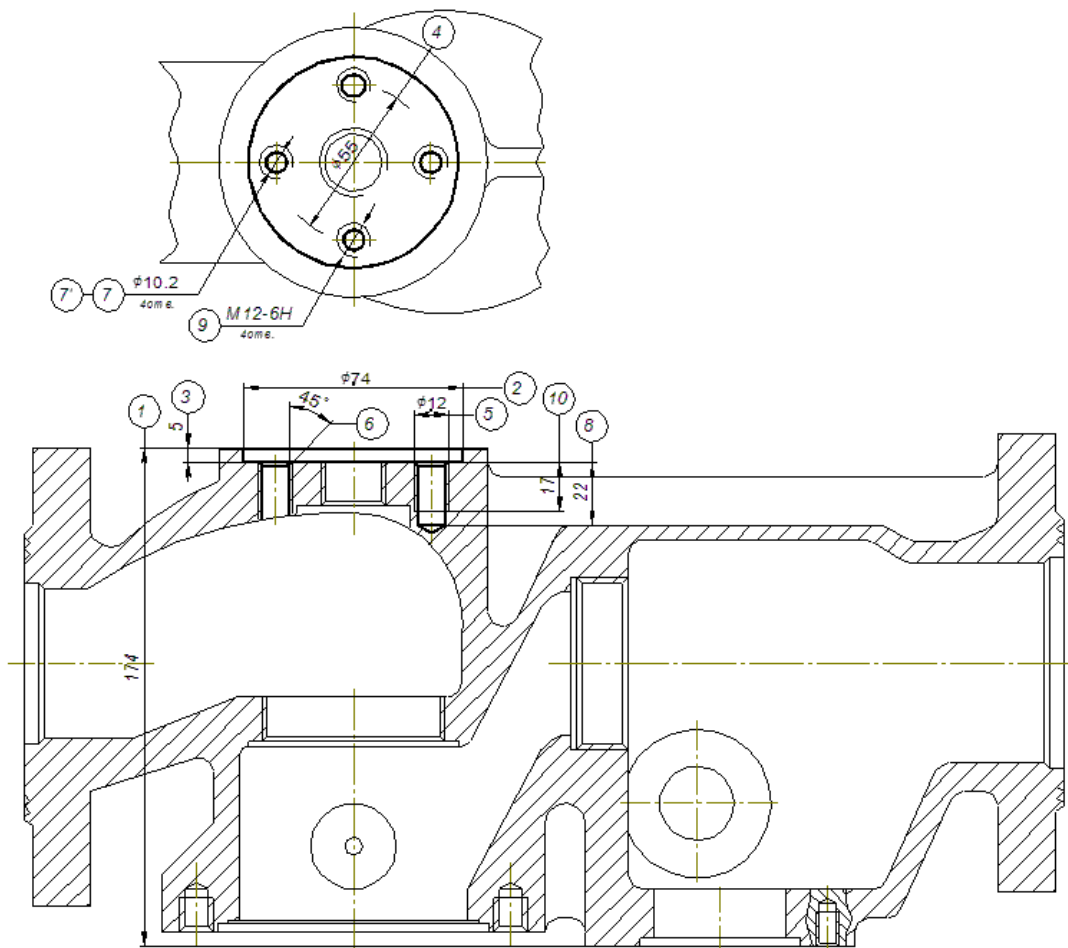
- 035.01. Фрезерувати бобишки попередньо, витримуючи розмір 1 (57)
- 035.02. Фрезерувати бобишки остаточно, витримуючи розмір 1'
- 035.03. Підрізати торці бобишок, витримуючи розміри 2, 3
- 035.04. Центрувати отвори, витримуючи розміри 3, 4, 5 (Ø20)
- 035.05. Свердлити отвори напрохід, витримуючи розмір 5 (Ø25H10)
- 035.06. Розвернути отвори попередньо, витримуючи розмір 5' (Ø25H8)
- 035.07. Розвернути отвори остаточно, витримуючи розмір 5''
- 035.08. Центрувати 8 отворів під різь послідовно, витримуючи розміри 6, 7, 8, 9
- 035.09. Свердлити 8 отворів під різь послідовно, витримуючи розміри 6, 7, 10, 11
- 035.10. Нарізати різь послідовно в восьми отворах, витримуючи розміри 12, 13

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

- 035.11. Фрезерувати бобишку остаточно, витримуючи розмір 22
- 035.12. Центрувати отвір під різь, витримуючи розміри 14, 15, 16, 17
- 035.13. Свердлити отвір напрохід, витримуючи розмір 18
- 035.14. Розсвердлити отвір під різь, витримуючи розміри 19 ( $\text{Ø } 8.4^{+0.1}$ ), 20
- 035.15. Розвернути отвір під різь, витримуючи розміри 19', 20
- 035.16. Нарізати різь, витримуючи розмір 21

040 Багатоцільова

Верстат: 2254ВМФ4



А. Установити, закріпити та зняти

- 040.01. Попередньо фрезерувати поверхню, витримавши розмір 1
- 040.02. Фрезерувати поверхню остаточно, витримуючи розмір 1'
- 040.03. Фрезерувати пониження остаточно, витримуючи розміри 2, 3
- 040.04. Центрувати 4 отвори послідовно, витримуючи розміри 4, 5, 6
- 040.05. Свердлити 4 отвори послідовно, витримуючи розміри 4, 7 ( $\text{Ø } 10.2^{+0.1}$ ), 8

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

013Б-23.00.00.00.000 ПЗ

040.06. Зенкерувати 4 отвори послідовно, витримуючи розміри 4, 7', 8

040.07. Нарізати різь послідовно в чотирьох отворах, витримуючи розміри 9, 10

#### 1.4. Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу

Після всебічно проведеного аналізу базового техпроцесу встановлено необхідність проектування більш нового техпроцесу, а також сформульовані основні технологічні задачі для подальшого проектування:

1. Спроекувати новий техпроцес, який орієнтований на застосування обладнання з ЧПК, а також техпроцес за використання прогресивних методів отримання заготовок за умов серійного виробництва.

2. Розробити та підібрати оснастку, що забезпечить реалізацію техпроцесу, що проектується.

3. Обґрунтувати можливість збільшення продуктивності обробки за рахунок використання нових інструментальних матеріалів і конструкцій ріжучого інструменту.

4. Запропонувати можливість використання сучасних засобів автоматизації проектування техпроцесів і конструювання оснастки за виконання технологічної підготовки виробництва.

5. Зробити відповідні економічні розрахунки для перевірки ефективності технологічної розробки.

6. Передбачити і визначити сучасні методи з охорони праці та БЖД.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє визначення типу та організаційної форми виробництва

Організація та вибір типу виробництва проводиться згідно методичних рекомендацій ДСТУ по коефіцієнту закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P},$$

де  $O$  – кількість операцій, що виконують на робочих місцях,

$P$  – кількість робочих місць на ділянці виробництва.

Для визначення типу виробництва встановлюємо наближено штучно-калькуляційний час згідно формули:

$$T_{ум-к} = \varphi_k \cdot T_o,$$

де  $\varphi_k$  – коефіцієнт, що враховує тип виробництва і тип обладнання [1];

$T_o$  – основний час на виконання технологічної операції [1].

Штучний час визначимо згідно розрахунку основного часу, визначеного за наближеними формулами. Розрахунок наведено у табл. 2.1.

Кількість обладнання для кожної операції розрахуємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ум-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_n},$$

де  $N= 5500$  шт./рік- річна програма випуску;

$F_d = 4029$  год - реальний річний фонд часу роботи верстатів;

$\eta_n= 0,8$  - нормативний коефіцієнт завантаження верстатів.

Кількість операцій для виконання на робочому місці визначимо за:

$$O = \frac{\eta_n}{\eta_{з.ф.}},$$

де  $\eta_n= 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження верстатів;

$\eta_{з.ф.}$  - фактичний коефіцієнт завантаження верстатів.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Розрахунки за цими формулами наведемо у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1. – Укрупнене нормування техпроцесу обробки корпусу

№ опер.	Назва техоперації та її зміст	T <sub>о</sub> , хв	Ф <sub>к</sub>	T <sub>шт-к</sub> , хв
005	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	5,33	1,51	8,05
010	Токарна з ЧПУ	3,01	1,5	4,52
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	4,99	1,51	7,53
020	Токарна з ЧПУ	8,11	1,5	12,17
025	Токарна з ЧПУ	6,41	1,5	9,62
030	Багатоцільова з ЧПУ	35,2	1,3	45,76
035	Багатоцільова з ЧПУ	18,5	1,3	24,05
040	Багатоцільова з ЧПУ	11,99	1,3	15,59
	Всього			127,29

Таблиця 2.2. – Визначення кількості обладнання та операцій

№ опер.	Назва техоперації	T <sub>шт-к</sub> , хв	m <sub>p</sub> , шт	m <sub>пр</sub> , шт	m <sub>пр</sub> , шт	η <sub>ф</sub>	O
005	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	8,05	0,23	1	1	0,48	1,67
010	Токарна з ЧПУ	4,52	0,13	1	1	0,13	6,15
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	7,53	0,25	1			
020	Токарна з ЧПУ	12,17	0,35	1	1	0,62	1,29
025	Токарна з ЧПУ	9,62	0,27	1			
030	Багатоцільова з ЧПУ	45,76	1,3	2	2	0,65	1,23
035	Багатоцільова з ЧПУ	24,05	0,68	1	1	0,68	1,18
040	Багатоцільова з ЧПУ	15,59	0,44	1	1	0,44	1,82
	Всього	127,29		9	7		13,34

Оскільки на операціях 005 та 015 низький коефіцієнт завантаження обладнання та використовується однакове обладнання то приймаємо для обох операцій один верстат. Також на одному верстаті виконуємо операції 020 та 025.

$$\text{Тоді} \quad K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{13,34}{7} = 1,91$$

Згідно ГОСТ 3.1108-74 за умови  $1 < K_{з.о.} \leq 10$  - тип виробництва є багатосерійним.

Визначаємо організаційну форму виробництва. Попередньо виконаємо перевірку здатності використання потокової форми організації

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

виробництва за застосування однономенклатурної потокової лінії, тобто визначаємо можливість завантаження лінії, що має бути не меншою ніж на 60%. Для цього встановлюємо добовий випуск деталей і продуктивність лінії за добу.

Випуск деталей за добу визначаємо за формулою:

$$N_d = \frac{N}{254} = \frac{5500}{254} = 21,7$$

де N – річна програма випуску продукції;

254 – число робочих днів у році.

Продуктивність за добу визначаємо за формулою:

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{шт-к.с.} \cdot \eta},$$

де  $F_d = 952$  хв – добовий фонд роботи верстатів у дві зміни;

$T_{шт-к.с.}$  - середня трудомісткість основних операцій, у хв:

$$T_{шт-к.с.} = \frac{\sum_i^n T_{шт-к}^i}{n} = \frac{127,29}{7} = 18,2$$

де  $T_{шт-к}$  – штучний час і-ої операції, у хв;

n – число основних операцій.

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{шт-к.с.} \cdot \eta} = \frac{952}{18,2 \cdot 0,8} = 65,4$$

Отже  $0,6 \cdot Q_d = 39,2 > N_d = 21,7$ , тому умова застосування потокової форми не виконується; приймаємо групову форму організації виробництва.

Розрахуємо розмір партії деталей, що одночасно йдуть у виробництво:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5500 \cdot 3}{254} = 65шт,$$

де a = 3 дні - періодичність запуску продукції у виробництво.

Визначимо к-ть змін, що необхідна для обробки певної партії деталей:

$$C = \frac{T_{шт-к.с.} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{18,2 \cdot 65}{476 \cdot 0,8} = 3,1$$

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Приймаємо, що обробка виконується у три зміни; тоді кількість виробів у партії, що обробляється за дві зміни, складає:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{шт-к.с.}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,8}{18,2} = 63шт.$$

## 2.2. Відпрацювання деталі на технологічність

Оцінка технологічності конструкції буває двох видів: якісна та кількісна. Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції загально на основі досвіду виконавця і дозволяється на всіх етапах проектування як попередня. А кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виражають числовим показником і вона є раціональною в тому випадку, коли дані показники значно впливають на технологічність конструкції.

Проаналізувавши конструкцію деталі „Корпус” по геометричній формі поверхні видно, що деталь містить складні форми поєднання циліндра та прямокутника, але оброблювальні поверхні є простими, тобто зовнішні і внутрішні поверхні циліндричні та прямокутні, а також отвори.

Матеріал виробу – сплав АЛ7Ч має добру жароміцність та стійкість проти усадочних тріщин. Корозійна стійкість та оброблюваність різанням задовільна, рівень робочої температури не більш 600° С.

В конструкції деталі потрібно передбачити що найбільшу кількість поверхонь, які не обробляються. При обробці деталі не треба використовувати спеціальні різальні інструменти. Треба забезпечити точне та надійне базування при обробці.

Кількісний аналіз конструкції деталі виконуємо за такими параметрами:

1) по коефіцієнту використання матеріалу, що обчислюється за формулою:

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$K_{B.M} = \frac{M_d}{M_{3AG}},$$

де  $M_d$  – маса цієї деталі ( $M_d=10.0$  кг згідно креслення);

$M_3$  – маса заготовки (  $M_3=10.5$  кг згідно заводських розрахунків).

$$K_{B.M} = \frac{10.0}{10.5} = 0.95 - \text{технологічна}$$

2) по коефіцієнту уніфікованих розмірів, що обчислюється за формулою:

$$K_v = \frac{Q_{УН.Р}}{Q_{3AG}},$$

де  $Q_{УН.Р}$  - число уніфікованих розмірів,

$Q_{3AG}$  - загальне число розмірів.

$$K_v = \frac{2}{119} = 0.02 < 0,6 - \text{тому деталь не технологічна.}$$

3) по квалітету точності відповідних розмірів по кресленню, що обчислюється за формулою:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{CP}},$$

де  $A_{CP}$  - середній арифметичний квалітет на розмір згідно креслення.

$$A_{CP} = \frac{\sum A_i * n_i}{\sum n_i} = \frac{7*1 + 12*118}{119} = 11.96$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11.96} = 0.92 > 0,8 - \text{технологічна}$$

4) по шорсткості оброблювальних поверхонь за формулою:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{CP}}$$

де  $B_{CP}$  - усереднене арифметичне значення шорсткості на розміри, що в кресленні:

$$B_{CP} = \frac{\sum B_i * n_i}{\sum n_i}$$

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$B_{CP} = \frac{12.5 * 5 + 6.3 * 1 + 3.2 * 10}{16} = 6.3$$

$$K_{III} = 1 - \frac{1}{6.3} = 0.84 > 0,32 - \text{не технологічна}$$

Висновок: Проаналізувавши конструкцію деталі „Корпус” на технологічність за вище вказаними параметрами, робимо висновок, що деталь в можна вважати технологічною для серійного виробництва. Конструктивні форми її забезпечують зручне базування та закріплення заготовки при обробці. Оцінка технологічності конструкції деталі - «добре».

### 2.3. Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування

Заготовка – це конструкція, приведена по формі і стану, що зручна для подальшої механічної, гальванічної чи іншої обробки, що пов’язана з одержанням з цього матеріалу готової деталі.

Головним завданням при виборі методу отримання заготовки є надання заданої якості готової деталі за мінімальної собівартості.

Технологічні процеси одержання заготовок визначаються технологічними властивостями матеріалу, а також конструктивними формами та розмірами готової деталі та об’ємом виробництва.

Заготовки в галузі приладобудування можуть отримуватись такими методами: лиття, кування, пресування, штампування, з прокату тощо.

На процес вибору методу отримання заготовки впливають:

- матеріал деталі;
- призначення та технічні вимоги щодо виготовлення;
- об’єм та серійність виготовлення;
- форма і розміри деталей;
- економічні показники.

Правильний вибір типу заготовки визначає ефективність процесу обробки різанням, а також якість деталі та її вартість.

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Порівнюючи технологічні можливості, позитивні якості та недоліки різних методів лиття, констатують, що у серійному виробництві такі відливки можна отримати литтям у металеві форми (кокілі), в оболонкові або піщані форми, а також литтям за моделями, що виплавляються.

При виготовленні заготовки для деталі “Корпус” найбільш прийнятне лиття під тиском з алюмінієвого сплаву АЛ7Ч. Лиття під тиском застосовується при виготовленні складних деталей з великою кількістю арматури та складної конфігурації. Воно виробляється на спеціальних машинах. Дозування матеріалу, підігрів та нагнітання його в прес-форму, витримка, рознімання прес-форм та виштовхування деталей в сучасних машинах виробляється автоматично.

Обраний метод отримання заготовки повинен забезпечити найменшу собівартість деталі. Для вибору конкретного способу отримання заготовки проведемо розрахунок вартості заготовки при литті в кокіль та литті під тиском.

Вартість заготовки визначаємо за формулою

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \times Q \times k_m \times k_c \times k_e \times k_n \times k_m \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн}$$

де  $C_1 = 1462$  грн - базова вартість однієї тони заготовок за 1-им варіантом;

$C_2 = 1068$  грн- базова вартість однієї тони заготовок за 2-им варіантом.

$k_m=1,1$ ;  $k_c= 5,1$ ;  $k_e= 1$ ;  $k_n=0,96$ ;  $k_m = 1$ - коефіцієнти, що залежні від класу точності, групи складності, маси та об'єму виробництва, а також марки матеріалу заготовки;

$Q = 10,5$  - маса заготовки, кг;

$q = 10$  - маса готової деталі, кг;

$S_{відх} = 146$  - вартість 1т відходів, грн.

Значення коефіцієнтів визначаються по даних [1], ст.34-38.

Вартість заготовки, отриманої за першим методом

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

$$S_{заг}^1 = \left( \frac{1462}{1000} \times 1,6 \times 1,1 \times 5,1 \times 1 \times 0,96 \times 1 \right) - (10,5 - 10) \frac{146}{1000} = 12,53 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки, отриманої за другим методом

$$S_{заг}^2 = \left( \frac{1068}{1000} \times 1,6 \times 1,1 \times 5,1 \times 1 \times 0,96 \times 1 \right) - (10,5 - 10) \frac{146}{1000} = 9,13 \text{ грн.}$$

Економічний ефект можна визначити за формулою:

$$E = (S_{заг2} - S_{заг1}) \times N,$$

де  $S_{заг1}$  і  $S_{заг2}$  – відповідно собівартість отримання заготовки литвом в кокіль та піщані форми.

$$E = (12,53 - 9,13) \times 5500 = 18700 \text{ грн.}$$

Даний спосіб лиття дозволить отримати виливки, що забезпечать досить високу точність, легко піддається механізації та автоматизації.

#### 2.4. Вибір методу обробки поверхонь (за коефіцієнтом уточнення)

Конфігурацію будь-якого виробу можна розділити на сукупність типових геометричних форм, до поверхонь яких, згідно креслення, висунуті ряд вимог щодо параметрів точності і якості. Практикою виробництва накопичений досвід для ефективної обробки таких поверхонь з досягненням потрібної точності розмірів і параметрів якості поверхневого шару.

В таблиці 2.3 наведені технологічні послідовності оброблення поверхонь деталі «Корпус».

На правильний вибір методу обробки поверхонь будуть впливати наступні фактори, зокрема службове призначення деталі, функціональне призначення поверхонь деталі, вимоги щодо точності та шорсткості. Тому необхідно прийняти такі методи обробки поверхонь, які якнайшвидше перетворять заготовку на готову деталь.

Вибір методу для обробки кожної із поверхонь деталі проводимо за коефіцієнтом уточнення, що розраховується за такою формулою:

$$E_p = \frac{T_z}{T_0},$$

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			32



Таблиця 2.3. - Послідовність обробки поверхонь

Поверхні	IT <sub>i</sub>	R <sub>a</sub>	Послідовність обробки	IT <sub>i</sub>	R <sub>a</sub>
	За кресленням			Після оброблення	
1	2	3	4	5	6
1	11	3,2	Точіння одноразове	11	3,2
2	11	3,2	Точіння одноразове	11	3,2
3	11	3,2	Фрезерування одноразове Підрізання одноразове	12 11	6,3 3,2
4	11	3,2	Фрезерування одноразове Підрізання одноразове	12 11	6,3 3,2
5	11	12,5	Точіння одноразове	11	3,2
6	11	12,5	Точіння одноразове	11	3,2
7	11	12,5	Точіння одноразове	11	3,2
8	11	12,5	Точіння одноразове	11	3,2
9	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
10	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
11	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
12	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
13	11	12,5	Точіння одноразове	11	3,2
14	10	3,2	Розточування одноразове Нарізання різі	10 10	3,2 3,2
15	12	3,2	Точіння одноразове	11	3,2
16	11	3,2	Фрезерування попереднє Фрезерування чистове	12 11	6,3 3,2
17	11	3,2	Фрезерування попереднє Фрезерування чистове	12 11	6,3 3,2
18	10	3,2	Свердління Нарізання різі	12 10	6,3 3,2
19	10	3,2	Свердління Нарізання різі	12 10	6,3 3,2
20	14	6,3	Фрезерування одноразове	14	6,3
21	14	6,3	Фрезерування одноразове	14	6,3

1	2	3	4	5	6
22	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
23	11	3,2	Розточування одноразове	11	3,2
24	11	3,2	Розточування одноразове Нарізання різі	11 10	3,2 3,2
25	11	12,5	Розточування одноразове	11	3,2
26	10	3,2	Свердління Нарізання різі	12 10	6,3 3,2
27	11	3,2	Фрезерування попереднє Фрезерування чистове	12 11	6,3 3,2
28	14	12,5	Фрезерування одноразове	14	6,3
29	10	3,2	Свердління Нарізання різі	12 10	6,3 3,2
30	11	3,2	Фрезерування попереднє Фрезерування чистове	12 11	6,3 3,2
31	14	12,5	Підрізання одноразове	11	3,2
32	7	3,2	Свердління Розвертання попереднє Розвертання чистове	10 8 7	6,3 3,2
33	10	3,2	Свердління Нарізання різі	12 10	6,3 3,2
34	14	6,3	Фрезерування одноразове	14	6,3
35	10	3,2	Свердління Розвертання Нарізання різі	11 10 10	10 3,2 3,2

де  $T_z$  і  $T_d$  – допуски на розмір заготовки і деталі.

Число методів обробки визначається за формулою:

$$n_p = \frac{\lg E_p}{0,46},$$

Визначимо кількість методів обробки поверхонь по коефіцієнту уточнення для токарної операції обробки отвору  $\varnothing 25H7$ мм.

Виконуємо загальне уточнення:  $E_p = \frac{210}{210} = 10$

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

Відповідно кількість переходів

$$n_p = \frac{\lg 10}{0,46} = 2,2$$

Приймаємо  $n=3$ . Різниця квалітетів точності заготовки та деталі:  $12-7=5$ , розкладемо в порядку значного зменшення розмірів  $5=2+2+1$ .

Отже, після 1-го переходу:  $12-2=10$  квалітет – свердління ; після 2-го переходу:  $10-2=8$  квалітет – розвертання попереднє; після 3-го переходу:  $8-1=7$  квалітет – розвертання чистове.

## 2.5. Вибір та розрахункове обґрунтування баз

При проектуванні техпроцесів (ТП) велике значення має вибір технологічних баз (ТБ), як з боку забезпечення необхідної точності, так і з боку побудови раціонального маршруту обробки.

Алгоритм вибору технологічних баз включає в себе такі етапи: обґрунтування вибору загальних технологічних баз (ЗТБ), що являють собою сукупність поверхонь заготовки та забезпечують обробку більшості поверхонь і обґрунтування вибору технологічних баз для обробки ЗТБ.

Класифікація поверхонь заготовки за цільовим призначенням:

а) конструкторські бази:

- ОКБ (основні конструкторські бази) – зовнішні циліндричні поверхні;
- ДКБ (допоміжні конструкторські бази) – площини і отвори;
- ВБ (вимірювальні бази);

б) КП - кріпильні поверхні;

в) ВП - вільні поверхні, тобто без використання.

									013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						36

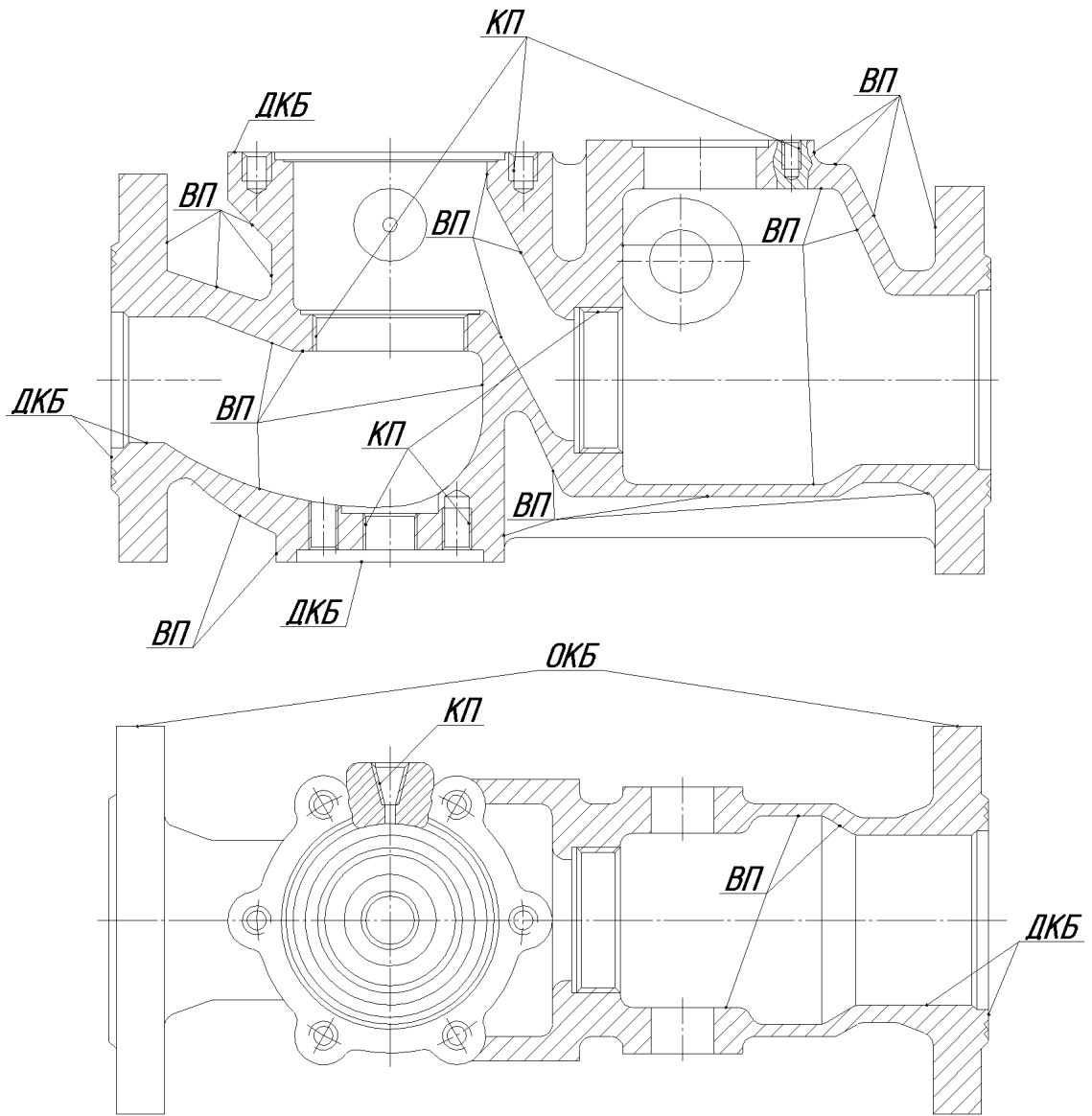


Рисунок 2.2 - Класифікація поверхонь

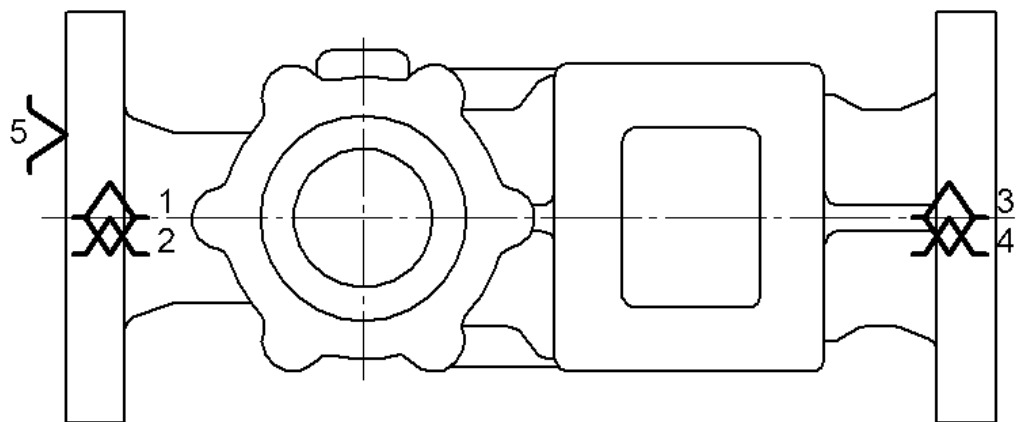


Рисунок 2.3 - Схема базування на першу операцію

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			37

В основу схеми базування (див. рис.2.3) покладено базування за двома допоміжними внутрішніми отворами в центрах з грибками Така схема базування забезпечує надійне закріплення заготовки, точніше положення осі симетрії заготовки та вільний доступ до поверхонь, що оброблюються.

Висновок: Вважаємо, що даний варіант схеми базування є доцільним для першої операції, на якій оброблюються бази, що використовують в наступних операціях. Перевагою цієї схеми базування є забезпечення більш надійного закріплення заготовки, більш точне положення її осі симетрії, і вільний доступ до обробних поверхонь.

## 2.6. Детальна розробка оптимального технологічного процесу

### 2.6.1. Визначення допусків, припусків та операційних розмірів.

#### Проектування заготовки

Проводимо розрахунок припусків після вибору оптимального для даних вимог технологічного маршруту та методу виготовлення заготовки.

Розрахунок припусків на внутрішню поверхню  $\varnothing 25H7$  у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахункова карта припусків

Технологічні переходи обробки отвору $\varnothing 25H7$	Складові припуска, мкм				Допуск припуска $Z_i$	Розрахунковий розмір $D_i$ , мм	Допуск, $T_i$ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
	$R_{z i-1}$	$\eta_{i-1}$	$\Delta \Sigma_{i-1}$	$\varepsilon_{yi}$				$D_{i_{min}}$	$D_{i_{max}}$	$2z_{i_{max}}$	$2z_{i_{min}}$
Заготовка	—	—	—	—	—	23,085	600	22,5	23,1	—	—
Свердління	400		35 0	83	1,6	24,685	250	24,44	24,685	1,94	1,585
Розвертання попереднє	5 0	50	21	41	0,26	24,945	62	24,88 3	24,945	1,44 3	0,26
Розвертання чистове	5	5	0,8	0,2	0,08	25,025	25	25	25,025	0,11 7	0,08
										3,5	1,925

Технологічна послідовність оброблення, що прийнята:

- Δ Свердління
- Δ Розвертання попереднє
- Δ Розвертання завершальне

Просторові відхилення:

$$\Delta_{\text{кор.}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l,$$

де:  $\Delta_{\text{к}} = 0,6 \dots 1,0$  - питоме короблення корпусних деталей;

$l$  - найбільший розмір заготовки;

$$\Delta_{\text{кор.}} = 0,6 \cdot 315 = 175 \text{ мкм/мм}$$

Сумарне значення просторових відхилень для отворів:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y l)^2},$$

де  $C_0$  - початкове зміщення осі отвору;  $C_0 = 30$  мкм.

$\Delta_y$  - питоме значення зміщення осі отвору;  $\Delta_y = 0,95$  мкм/мм;

$l$  - довжина отвору;  $l = 17$  мм.

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{30^2 + (0,95 \cdot 17)^2} = 350 \text{ мкм},$$

де  $\Delta_{\Sigma \text{чирн.}} = 0,06 \cdot 350 = 21 \text{ мкм}$ ;

$$\Delta_{\Sigma \text{чист.}} = 0,04 \cdot 21 = 0,8 \text{ мкм}.$$

Похибка установки:  $\mathcal{E}_n = \sqrt{\mathcal{E}_\delta^2 + \mathcal{E}_3^2}$

Похибка базування в вертикальному напрямі:  $\mathcal{E}_{\delta.v} \approx 0$

Похибка базування в горизонтальному напрямі:  $\mathcal{E}_{\delta.g} = 45 \text{ мкм}$

Похибка закріплення:  $\mathcal{E}_3 = 70 \text{ мкм}$

$$\mathcal{E}_{\text{учирн.}} = \sqrt{\mathcal{E}_{\delta.v}^2 + \mathcal{E}_3^2} = \sqrt{70^2 + 45^2} = 83 \text{ мкм}$$

$$\mathcal{E}_{\text{учист.}} = 83 \cdot 0,05 = 41,5 \text{ мкм};$$

$$\mathcal{E}_{\text{утонк.}} = 0,05 \cdot 41,5 = 0,21 \text{ мкм};$$

Розрахунковий припуск визначаємо за формулою:

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$2z_{3\min} = 2 \cdot \left( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_i^2 + \Delta_{\Sigma_{i-1}}^2} \right)$$

$$2z_{3\min} = 0,8;$$

$$2z_{2\min} = 2 \left( 400 + \sqrt{350^2 + 83^2} \right) = 1,6 \text{ мм};$$

Розрахунок припусків і розмірів виконуємо по формулам :

$$D_{\max_i} = D_{\max_{i-1}} - 2z_{i-1}^{\min}$$

$$D_{\min_i} = D_{\max_i} - TD_i$$

Виконуємо перевірку:

$$2z_i^{\max} - 2z_i^{\min} = TD_i - TD_{i-1}$$

$$1,94 - 1,585 = 0,6 - 0,25; \quad 0,35 = 0,35$$

Висновок\_: Розрахунок припусків виконано правильно.

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{ном}}^{\text{обц}} = 2z_{\text{обц}}^{\min} + ESD_{\text{иск.загот.}} + \Sigma TD_i = 1925 + 937 + 700 = 3562 \text{ мкм}$$

Завершальний діаметральний припуск 3,5 мм.

Розрахунок припусків на торцеву зовнішню поверхню, витримуючи розмір 65h11 наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. - Розрахункова карта

Технологічні переходи обробки поверхні 65h11	Складові припуски, мкм				Допуск припуску $2z_i^{\min}$ , мм	Розрахунковий розмір $D_i$ , мм	Допуск, $T_i$ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
	$R_{z_{i-1}}$	$\eta_{i-1}$	$\Delta \Sigma_{i-1}$	$\varepsilon_{yi}$				$D_{i\min}$	$D_{i\max}$	$2z_{i\max}$	$2z_{i\min}$
Заготовка	80	400	3,602	0	—	63,87	400	63,87	63,47	—	—
Фрезерування	20	160	0,317	0	0,967	64,84	160	64,84	65	0,967	1,207
Всього:										0,967	1,207

Припуск на фрезерування визначається за формулою:

$$2Z_{1\min} = 2(80 + 400 + 3,602) = 967,204 \text{ мкм}$$

Перевіряємо правильність розрахунків за формулою:

$$1,207 - 0,967 = 0,4 - 0,16$$

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

$$0,24 = 0,24$$

Висновок : Розрахунок припусків виконано правильно.

## 2.6.2. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та інструменту

Розрахунок режимів різання при свердлінні отворів  $\varnothing 10$  (операція 030)

Вихідні данні:

Матеріал деталі: сплав АЛ7Ч ГОСТ 1583-93;

Верстат: 2254ВМФ4;

Інструмент – свердло спіральне  $\varnothing 10$  мм, Р6М5, ОСТ 2 И20-2-80

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 10 = 5 \text{ мм}$$

2. Визначаємо подачу за табл.. 25 [5]:

$$S = (0.45 - 0.55) \text{ мм/об}$$

Вибираємо подачу  $S=0.5$  мм/об.

3. Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Для даних умов обробки  $K_v = K_{lv} \cdot K_{zv} = 1 \cdot 0,75 = 0,75$ , інші коефіцієнти для формули беремо за табл 28,30 [5]:

$$C_v = 40.7; q = 0.25; y = 0.4; m = 0.125; T = 60 \text{ хв.}$$

$$v = \frac{40.7 \cdot 10^{0.25}}{60^{0.125} \cdot 0.5^{0.4}} \cdot 0,75 = 54,57 \text{ м/хв}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54.57}{3.14 \cdot 10} = 1523 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n=1500$  об/хв.

5. Визначаємо крутний момент на шпинделі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$C_m=0.005$ ;  $q=2$ ;  $y=0.8$ , (с. 280, табл. 32[ ]),

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.005 \cdot 10^2 \cdot 0.5^{0.8} \cdot 1 = 3.79 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Визначаємо осьову силу:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

$C_p=9.8$ ;  $q=1$ ;  $y=0.7$ , (с. 280, табл. 32[ 5]),

$$P_o = 10 \cdot 9.8 \cdot 11.5^1 \cdot 0.5^{0.7} \cdot 1 = 3477 \text{ Н}$$

7. Визначаємо ефективну потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3.79 \cdot 1500}{9750} = 0.58 \text{ кВт}$$

Розрахунок режимів різання при розточуванні (операція 020)

Вихідні данні:

Матеріал деталі: сплав АЛ7Ч ГОСТ 1583-93;

Верстат: 16К20Ф3;

Інструмент – різець токарний розточувальний, Р6М5, ОСТ 2 И13-3-89

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = 1.6 \text{ мм}$$

2. Визначаємо подачу за табл 25[ 5] :

$$S = 0.25 \text{ мм/об.}$$

3. Визначаємо швидкість різання:

$$T = 180 \text{ хв.}, m = 0.28, x = 0.12, y = 0.5, C_v = 328, K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv},$$

де  $K_{mv}$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки,  $K_{mv} = 1.0$ ,

$K_{iv}$  - коефіцієнт матеріалу інструменту Р6М5,  $K_{iv} = 1.0$ ,

$K_{nv}$  - коефіцієнт стану поверхні,  $K_{nv} = 0.9$ .

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0.9 = 0.9,$$

$$V = \frac{328}{180^{0.28} \cdot 1.6^{0.12} \cdot 0.25^{0.5}} \cdot 0.9 = \frac{328}{2.2684} \cdot 0.9 = 130 \text{ м/хв.}$$

2. Визначаємо силу різання за формулою:

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

де  $C_p$  – поправочний коефіцієнт,  $C_p = 40$ ,

$x, y, n$  – показники степеня,  $x = 1, y = 0.75, n = 0$ ,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p},$$

де  $K_{mp}$  - коефіцієнт, який враховує якість алюмінієвого сплаву на силові залежності,  $K_{mp} = 1.0$ ,

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\tau p}$  – коефіцієнти, які враховують геометричні параметри ріжучої частини інструменту,  $K_{\varphi p} = 1.0, K_{\gamma p} = 1.15, K_{\lambda p} = - , K_{\tau p} = 0.93$ .

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1.15 \cdot 0.93 = 1.07$$

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot 40 \cdot 1.6^1 \cdot 0.25^{0.75} \cdot 130^0 \cdot 1.07 = 684.8 \cdot 0.25^{0.75} = 239.68 \text{ Н}$$

4. Потужність різання розрахуємо за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60},$$

де  $P_z$  - сила різання, Н;

$V$  - швидкість різання, м/хв.

$$N_p = \frac{239.68 \cdot 130}{1000 \cdot 60} = \frac{31158.4}{60000} = 0.52 \text{ кВт}.$$

5. Перевіримо достатність потужності за формулою:

$$N_{ун} = N_{\text{дв}} \cdot \eta,$$

де  $N_{\text{дв}}$  - потужність електродвигуна головного руху,  $N_{\text{дв}} = 11$  кВт,

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0.8$ ,

$$N_{ун} = 11 \cdot 0.8 = 8.8 \text{ кВт},$$

$$N_{ун} > N_p$$

$$8.8 > 0.52$$

Умова виконується – обробка можлива.

На інші поверхні розраховуємо аналогічно. Результати розрахунків і призначення режимів різання зводимо до таблиці 2.6.

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.6. - Визначення режимів різання аналоговим методом

№	Найменування операції	найменування переходу	інструмент	t, мм	S <sub>0</sub> , мм/об	S <sub>z</sub> , мм/зуб	V, м/хв	n хв <sup>-1</sup>	T <sub>0</sub> хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Фрезерна	Фрезерувати ливники	Фреза кінцева Ø160	20	1,0	0,0625	67,5	150	1,2
010	Токарна з ЧПУ	Точити фланець	Різець токарний прохідний	2,0	1,3	-	220	1600	0,1
		Точити фланець	Різець токарний прохідний	2,0	1,3	-	220	1600	0,1
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	Фрезерувати торцеву поверхню	Фреза торцева Ø80	2,0	1,0	0,125	67,5	350	0,22
		Центрувати отвори	Свердло центр. Ø18	9,0	0,5	-	67,5	1250	0,1
		Свердлити отвори	Свердло спіральне Ø18	9,0	0,5	-	67,5	1250	0,2
020	Токарна з ЧПУ	Підрізати торцеву поверхню	Різець токарний прохідний	1,5	0,1	-	420	1600	0,2
		Розточити отвір	Різець токарний розточний	2,0	0,2	-	220	1600	0,13
		Розточити отвір та фаску	Різець токарний розточний	2,5	0,2	-	220	1600	0,025
		Точити торцеву поверхню	Різець токарний прохідний	3,0	0,2	-	100	850	0,2
		Точити канавки	Різець токарний прохідний	1,0	0,25	-	100	1350	0,02
		Підрізати торець	Різець токарний підрізний	1,0	0,2	-	100	850	0,08
		Розточити отвір	Різець токарний розточний	2,5	0,2	-	100	1000	0,091

		Розточити канавку	Різець токарний канавочний	1,25	0,5	-	100	850	0,02
		Розточити фаску	Різець токарний розточний	1,0	1,0	-	100	850	0,01
		Нарізати різь	Різець токарний різьнарізний	0,75	0,2	-	100	850	0,08
025	Токарна з ЧПУ	Підрізати торцеву поверхню	Різець токарний підрізний	1,5	0,1	-	420	1600	0,2
		Точити торцеву поверхню	Різець токарний прохідний	3,0	0,2	-	100	850	0,2
		Точити канавки	Різець токарний прохідний	1,0	0,25	-	100	1350	0,02
		Розточити отвір	Різець токарний розточний	2,0	0,2	-	220	1600	0,11
		Розточити отвір та фаску	Різець токарний розточний	2,5	0,1	-	100	850	0,09
030	Багатоцільова з ЧПУ	Фрезерувати поверхню	Фреза торцева Ø80	2,0	1,0	0,125	67,5	350	0,22
		Фрезерувати поверхню	Фреза торцева Ø80	1,5	1,0	0,125	67,5	350	0,15
		Фрезерувати поверхню	Фреза торцева Ø80	2,0	1,0	0,125	67,5	350	0,28
		Фрезерувати поверхню	Фреза торцева Ø80	1,5	1,0	0,125	67,5	350	0,18
		Фрезерувати вікно	Фреза кінцева Ø16	1,5	0,33	0,038	40	1600	0,41
		Фрезерувати пониження	Фреза кінцева Ø16	5,0	0,22	0,038	30	1100	0,86
		Фрезерувати в кутах вікна	Фреза кінцева Ø8	1,0	0,28	0,07	50	2600	0,015
		Центрувати отвори	Свердло центр. Ø12	6,0	0,5	-	55	1350	0,008
		Свердлити отвори	Свердло спіральне Ø10	5,0	0,5	-	55	1500	0,037

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

		Свердлити отвори	Свердло спіральне Ø6,7	3,35	0,22	-	60	1600	0,01
		Нарізати різь	Мітчик Ø12	1,0	0,5	-	75	700	0,25
		Нарізати різь	Мітчик Ø10	0,65	0,5	-	55	750	0,12
030	Багатоцільова з ЧПУ	Розточити отвір	Різець розточний	4,0	1,0	-	100	850	0,21
		Розточити отвір	Різець розточний	2,0	1,0	-	100	850	0,12
		Розточити отвір	Різець розточний	1,5	1,0	-	100	850	0,09
		Розточити отвір	Різець розточний	2,0	1,0	-	100	850	0,12
		Розточити отвір	Різець розточний	6,0	1,0	-	100	850	0,2
		Розточити фаску	Різець розточний	1,5	1,0	-	100	850	0,01
		Нарізати різь	Різець різьонарізний	0,75	0,2	-	100	850	0,08
		Центрувати отвір	Свердло центр. Ø24	12,0	0,6	-	65	850	0,003
		Свердлити отвір	Свердло спіральне Ø22	11,0	0,5	-	60	1100	0,045
		Зенкерувати отвір	Зенкер Ø40	20,0	1,2	-	52	237	0,022
		Нарізати різь	Мітчик Ø24	1,0	1,0	-	60	1100	0,08
035	Багатоцільова з ЧПУ	Фрезерувати бобишки	Фреза торцева Ø80	2,0	1,0	0,125	67,5	350	0,10
		Фрезерувати бобишки	Фреза торцева Ø80	1,5	1,0	0,125	67,5	350	0,07
		Підрізати торці бобишок	Різець підрізний	1,0	0,1	-	420	1600	0,05
		Центрувати отвори	Свердло центр. Ø20	10,0	0,4	-	50	800	0,01
		Свердлити отвори	Свердло спіральне	12,35	0,6	-	55	1600	0,03

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					46

			Ø24,7						
		Розвернути отвори	Розвертка Ø24,9	0,1	0,32	-	55	800	0,021
		Розвернути отвори	Розвертка Ø25H7	0,05	0,32	-	55	800	0,015
035	Багатоцільова з ЧПУ	Центрувати отвори	Свердло центр. Ø7	3,5	0,26	-	35	1600	0,01
		Свердлити отвори	Свердло спіральне Ø5	2,5	0,12	-	30	2000	0,04
		Нарізати різь	Мітчик М6	0,5	0,1	-	20	1000	0,12
		Фрезерувати бобишку	Фреза торцева R40	2,0	1,0	1,67	58,5	350	0,11
		Центрувати отвір	Свердло центр. Ø10	5,0	0,35	-	55	1450	0,02
		Свердлити отвір	Свердло спіральне Ø5	2,5	0,8	-	35	2100	0,007
		Розсвердлити отвір	Свердло спеціальне Ø8,4	1,7	0,26	-	45	1800	0,02
		Розвернути отвір	Розвертка спеціальна Ø8,7	0,15	1,30	-	45	1800	0,01
		Нарізати різь	Мітчик K <sup>1</sup> /8"	0,75	0,1	-	30	630	0,07
040	Багатоцільова з ЧПУ	Фрезерувати поверхню	Фреза торцева R80	2,0	1,0	0,125	67,5	350	0,21
		Фрезерувати поверхню	Фреза торцева R80	1,5	1,0	0,125	67,5	350	0,03
		Фрезерувати пониження	Фреза кінцева R8	5,0	0,32	0,08	80	1250	0,1
		Центрувати отвори	Свердло центр. Ø12	6,0	0,35	-	55	1450	0,02
		Свердлити отвори	Свердло спіральне Ø10	5,0	0,31	-	40	1250	0,04
		Зенкерувати отвори	Зенкер Ø10,2	0,1	0,5	-	40	2000	0,005
		Нарізати різь	Мітчик Ø12	0,9	0,5	-	55	700	0,25

										Арк.
										47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

### 2.6.3. Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва

Норму штучно-калькуляційного часу витрат на виконання операції в серійному виробництві, розраховуємо по формулі:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{п.з.}} / n = T_o + T_v + T_{\text{обс.}} + T_{\text{п.п.}} + T_{\text{п.з.}} / n ,$$

де  $T_o, T_v$  – відповідно, основний (технологічний) та допоміжний час, хв.;

$T_{\text{обс.}}$  – час для обслуговування робочого місця, у хв;

$T_{\text{п.п.}}$  – час на перерви та особисті потреби робітника, хв;

$T_{\text{п.з.}}$  – норматив підготовчо–заключного часу для обробки партії заготовок, хв;

$n$  – число заготовок в партії.

Основний технологічний час для одного переходу:

$$T_o = \frac{L}{S_m} ,$$

де:  $L$  – розрахункова довжина оброблення, або загальна довжина робочого ходу інструменту, що складається з довжини поверхні яка обробляється та довжини врізання та довжини перебігу інструменту;

$S_m$  – хвилинна подача.

Згідно встановленого нормативу технічної норми часу треба уточнити тип виробництва, що здійснюється за формулами п.1.1. Результати розрахунків наведемо у таблицях 2.7 і 2.8.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 2.7. – Визначення норми часу

№ опер	Найменування операції	$\Sigma T_o$ , хв	$\Sigma T_v$ , хв	$T_{п.з.}$ , хв	$T_{шт.}$ , хв	$T_{шт.к.}$ , хв
005	Фрезерна	1,2	0,72	6	7,914	8,154
010	Токарна з ЧПУ	0,2	0,81	7	4,121	4,401
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	0,52	1,26	9	7,31	7,67
020	Токарна з ЧПУ	0,856	1,26	14	11,819	12,379
025	Токарна з ЧПУ	0,62	1,26	8	9,193	9,513
030	Багатоцільова з ЧПУ	3,52	1,62	14	30,145	30,705
035	Багатоцільова з ЧПУ	0,703	1,62	14	23,172	23,732
040	Багатоцільова з ЧПУ	0,655	1,62	12	15,687	16,167

Таблиця 2.8. – Уточнення типу виробництва

№ опер.	Назва операції	$T_{шт-к.}$ , хв	$m_p$ , шт	$m_{пр.}$ , шт	$m_{пр.}$ , шт	$\eta_\phi$	O
005	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	8,154	0,23	1	1	0,45	1,67
010	Токарна з ЧПУ	4,401	0,1	1	1	0,1	8,0
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПУ	7,67	0,22	1			
020	Токарна з ЧПУ	12,379	0,35	1	1	0,62	1,29
025	Токарна з ЧПУ	9,513	0,27	1			
030	Багатоцільова з ЧПУ	30,705	0,87	2	2	0,44	1,82
035	Багатоцільова з ЧПУ	23,732	0,67	1	1	0,67	1,19
040	Багатоцільова з ЧПУ	16,167	0,46	1	1	0,46	1,74
	Всього	112,72		9	7		15,71

Тоді 
$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{15,71}{7} = 2,24$$
 - тип виробництва багатосерійний.

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1. Проектування фрезерного пристосування

Фрезерне пристосування, яке використовується для деталі „Корпус” приведене на кресленні КПВ031.06.00.00.000СК. Воно призначене для фрезерування торців деталі та свердління восьми наскрізних отворів у цих торцях (по 4 отвори на кожен торець), при цьому витримується сувора паралельність торців та співвісність отворів.

Деталь, що обробляється установлюється на 2 призми поз. 2 та базується внутрішньою вертикальною поверхнею по грибочку поз. 3. Призми поз. 2 кріпляться до столу поз. 1 за допомогою гвинтів поз. 13, а грибок поз. 3 кріпиться до столу поз. 1 за допомогою гвинта 12. Деталь закріплюється у пристрої за допомогою шарнірного відкидного прихвату, принцип роботи якого наведений нижче. Опори поз. 4 та поз. 5 кріпляться до столу поз. 1 за допомогою різбових поверхонь. Шарнірна планка поз. 6 відкидається за допомогою вісі поз. 18 і дозволяє кріпити оброблювану деталь далеко від її краю, а також при відкиданні відкриває доступ до оброблюваної деталі. Вісь поз. 18 вільно рухається у отворі опори поз. 5 та кріпиться шплінтом поз. 22 для уникання випадання з цього отвору. Відкидний гвинт поз. 8 вільно кріпиться у опорі поз. 4 за допомогою гвинта поз. 9 та гайки поз. 10. Шарнірна планка поз. 6 прижимається за допомогою гайки поз. 11, яка накручується на відкидний гвинт поз. 8. Зажим деталі здійснюється обмежено рухомим навколо горизонтальної вісі сухарем поз. 7, який кріпиться всередині шарнірної планки поз. 6 за допомогою вісі поз. 17. Цей сухар рівномірно зажимає заготовку, точно фіксуючи її положення відносно горизонтальної вісі. Для зручності транспортування пристосування слугують чотири вантажні гвинти поз. 14.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2. Проектування токарного пристосування

Пристосування токарне представляє собою самоцентруючий люнет. Пристосування показане на кресленні КПВ031.07.07.00.00.000СК. і призначене для обробки торцевих і внутрішніх поверхонь оберту. В нашому випадку це 3-х кулачковий самоцентруючий люнет з роликками на кулачках та пневматичним приводом верхнього затискаючого кулачка.

Деталь кріпиться одним боком по зовнішній циліндричній поверхні у токарному самоцентруючому трьохкулачковому патроні з клино-ричажним механізмом ГОСТ 16682-71. Затиск деталі відбувається за допомогою пневмоприводу.

Протилежна сторона деталі кріпиться зовнішньою циліндричною поверхнею у самоцентруючому люнеті

Розглянемо принцип дії даної конструкції. Основа поз. 1 кріпиться до столу верстата за допомогою гвинтів поз. 15 та вісей поз. 22. Відкидна частина поз. 2 кріпиться на основі поз. 1 за допомогою вісі поз. 23 і затискається за допомогою відкидного гвинта поз. 12 та гайки поз. 17. Рухомі кулачки поз. 3 слугують для базування деталі і підгвинчуються на потрібну довжину вручну за допомогою ручок поз. 4. Верхній рухомий кулачок поз. 6 затискає деталь за допомогою пневмоприводу. Через штуцер в камеру пневмоциліндру подається під тиском стиснене повітря, за допомогою чого поршень пневмоциліндру поз. 9 через шток поз. 10 передає рух на верхній кулачок поз. 6, який затискає деталь. Після завершення процесу різання через штуцер поз. 13 у камеру пневмоциліндру подається під тиском стиснене повітря і поршень пневмоциліндру поз. 9 рухається у своє початкове положення, і через шток поз. 10 кулачок поз. 6 розтискає деталь. Кожен кулачок оснащений роликом поз. 5, завдяки чому деталь вільно обертається у люнеті і сила тертя об кулачки не має великого впливу на поверхню оброблюваної деталі.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

### 3.3. Проектування багатоцільового пристосування

Багатоцільове пристосування, яке використовується для деталі „Корпус” приведене на кресленні КПВ031.07.08.00.00.000СК. Воно призначене для багатоцільових операцій 030, 035, 040.

Деталь, що обробляється встановлюється на пластину поз. 1, яка кріпиться до столу поз. 2 за допомогою чотирьох вісей поз. 3, гайок поз. 4 та контргайок поз. 5. Пластина поз. 1 підпружинена знизу чотирма пружинами поз. 6, які зафіксовані знизу болтами поз. 7 у столі поз. 2, який має спеціальні піднутрення під ключ для загвинчування гвинтів поз. 7. Пластина поз. 1 має наскрізний отвір для вильоту інструменту а також подовження для запобігання попадання стружки. Спеціально для ходу цього подовження, в столі поз. 2 передбачено наскрізний отвір. Одним торцем деталь встановлюється на установочний фланець поз. 8, що кріпиться до стійки поз. 9 гвинтами поз. 10 та штифтом поз. 11. Пневмопривід закріплюється гвинтами поз. 12 на стійці поз. 13. При подачі повітря у праву камеру пневмоциліндра, деталь закріплюється через шток поз. 16, який зв'язаний з затискною пластиною поз. 17. Стійки поз. 9 та поз. 13 кріпляться до столу поз. 2 за допомогою гвинтів поз. 14 та направляючих поз. 28 до станини поз. 2, яка має направляючі фіксатори поз. 15 для встановлення пристосування по осі руху стола верстата.

Принцип роботи і розрахунок зусиль дуже точний. В праву камеру подається зжате повітря під тиском 4 кг/см. Поршень рухає шток, затискуючи деталь. Після обробки тиск знімається, повітря травиться і пружина розтискає деталь.

#### Розрахунок сили затиску багатоцільового пристосування

Пристосування приводиться в дію пневмоциліндром односторонньої дії. Потрібно розрахувати силу затиску пневмоциліндру так, щоб вона була достатньою для затиску заготовки в процесі обробки.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Для знаходження сили, що виникає на штоку пневмоциліндра, використовуємо таку формулу:

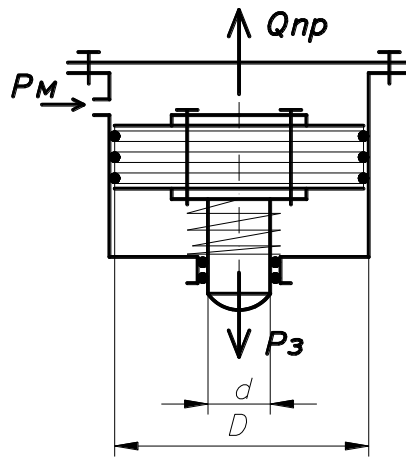


Рисунок 3.1 – Схема затиску пневмоциліндра

$$P_z = \frac{\pi}{16} \cdot (D - d)^2 \cdot p_m \cdot \eta - Q_{пр},$$

де D – діаметр діафрагми;

d – діаметр штоку;

$p_m$  – тиск у мережі,  $p_m = 4 \text{ кг/см}^2$ ;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД),  $\eta = 0.85$ ;

Q – сила пружності, що спричиняє пружина.

$$P_z = \frac{3.14}{16} \cdot (150 - 20)^2 \cdot 4 \cdot 0.85 - 6.4 = 112.4 - 6.4 = 106.4 \text{ Н}$$

Отже, у зв'язку з тим, що сила затиску спроектованого пристосування більша, ніж при фрезеруванні ( $106.4 \text{ Н} > 40.5 \text{ Н}$  (операція 035)), то ця оснастка забезпечить більш надійний затиск заготовки в процесі обробки.

#### 3.4. Проектування контрольного пристосування

Пристосування контрольне КПВ031.07.09.00.00.000СК. призначене для перевірки герметичності деталі „Корпус”.

Бокові бобишки деталі герметично закриваються за допомогою гвинта поз. 2, двох шайб поз. 3 та поз. 6, прокладок поз. 4 та поз. 7 і гайки поз. 5. Потім деталь встановлюється на пластину поз. 8, попередньо на яку була

										Арк.
										53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	013Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

встановлена прокладка поз. 9 та на призму поз. 10. Два бокових торця також герметично закриваються гумовими прокладками поз. 11 та поз. 12, які за допомогою гвинтів поз. 12 та поз. 16, шайб поз. 14 та поз. 17 і гайок поз. 15 та поз. 18 кріпляться до стійок поз. 19 та поз. 20. Стійки поз. 19 та поз. 20 стягуються між собою за допомогою гайок поз. 22 та поз. 23 та осей поз. 21 і встановлюються на сухарях поз. 24, які кріпляться до столу поз. 1 за допомогою гвинтів поз. 25. Верхній торець деталі герметично закривається пластиною поз. 29 з попередньо встановленою прокладкою поз. 28. Ця пластина кріпиться до столу поз. 1 за допомогою шпильок поз. 26 та гайок поз. 27. Другий верхній торець деталі герметично закривається пластиною поз. 32 з попередньо встановленою прокладкою поз. 33. Ця пластина кріпиться до столу поз. 1 за допомогою шпильок поз. 31 та гайок поз. 30, а також за допомогою гайок поз. 34 до столу поз. 1 кріпить призму поз. 10.

Через штуцер поз.35, який закріплений на правому верхньому фланці деталі до пластини поз. 32 через герметичну прокладку поз. 36, подається під тиском спочатку стиснуте повітря, а потім рідина, час витримки не менше 2 хв. Поява розгерметизування не допускається.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 4.1. Аналіз електробезпеки

Відповідно з ПУЕ всі приміщення розділені на три групи.

##### 1. Приміщення без надмірної небезпеки.

Це сухі без пилу приміщення з підлогами із ізолятором та нормальним мікрокліматом.

##### 2. Приміщення з підвищеною небезпекою.

Виконується одна з п'яти ознак:

- Підвищена вологість 75% та більше;
- Підвищена температура 30° та більше;
- Струмopрoвідні підлоги;
- Виділяється струмopрoвідний пил;
- Можливість одночасного торкання до обладнання та заземлення;

##### 3. Приміщення особливо небезпечні.

- 2, або більше признаков з п'яти;
- Абсолютна вологість 100%;
- Виділяється хімічно-небезпечне середовище.

Відповідно з ПУЕ, проєктована мною ділянка, відноситься до надмірно небезпечних приміщень, бо характеризується за 3-ма ознаками:

- Струмopрoвідний пил, тому що проводиться обробка алюмінію;
- Струмopрoвідна підлога з залізобетону;
- Можливість одночасного торкання людини до металічних конструкцій, які мають з'єднання із землею. Механізмам з одної сторони та до металічних корпусів електрообладнання з другої сторони.

Виходячи з технологічних вимог та умов безпеки – застосована напруга до 1000В. За технологічними умовами застосовуємо 3-х фазну та 4-х провідну мережу, тому що вона дозволяє використовувати дві робочих напруги: лінійне та фазове.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Для 3-х фазної 4-х провідної мережі з глухо-заземленою нейтраллю, основним фактором, який забезпечує безпеку у разі появи напруги на струмо-непровідних частинах обладнання, це є електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металічних та не струмопровідних частин обладнання, тобто занулення.

Основними причинами нещасних випадків від діяння електричного струму на ділянках механічного цеху являються:

1. З'явлення напруги на струмопровідних частинах обладнання – корпусах, внаслідок пошкодження ізоляції;
2. Випадкове доторкання або наближення до небезпечної відстані до струмопровідних частинам, які під напругою;
3. Появлення напруги на металевих частинах, вимкнених струмопровідних, на яких працюють люди, внаслідок помилкового включення установки.

Основними заходами безпеки від ураження струмом являються:

- Забезпечення неприпустимості струмопровідних частин, які знаходяться під напругою, для випадкового торкання;
- Усунення небезпеки ураження при появі напруги на корпусах, що досягається застосуванням малих напруг, використанням подвійної ізоляції, захист вимкненням та зануленням.

На проектуємій ділянці застосоване занулення. Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих не струмопровідних частин, котрі можуть бути під напругою. Принцип дії – перетворення замкнення на корпус у однофазне коротке замкнення, тобто замкнення фазного та нулевого провіда з метою створення більшого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту і тим самим відключити установку від мережі. Таким захистом являються запобіжники або автоматичні вимикачі для захисту від струму короткого замикання.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

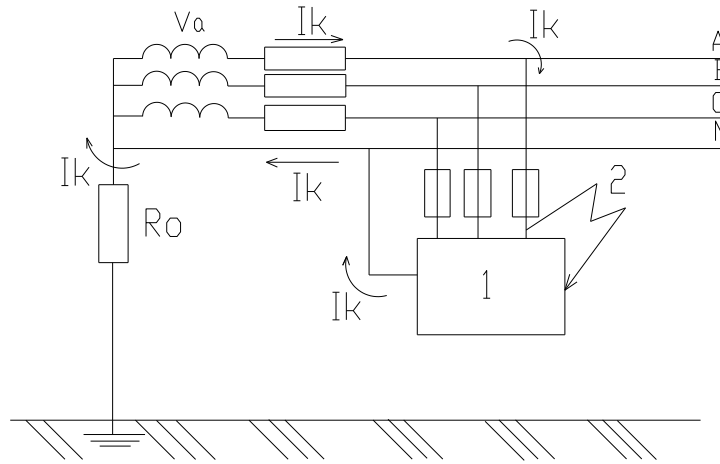


Рисунок 4.1 - Принципова схема занулення верстата 2254ВМФ4

1-корпус; 2-плавкі запобіжники

Плавкі запобіжники встановлюються перед устаткуванням. Час вимикання устаткування від мережі живлення при захисті плавкими запобіжниками складає 5-7 с, а при захисті автоматичними вимикачами 1-2 с.

У 3-х фазній 4-х провідній мережі з заземленою нейтраллю провідність ізоляції та ємкісна провідність проводки відносно землі малі по зрівнянню з провідністю заземлення нейтралі, тому при виявленні сили струму, який проходить по тілу чоловіка який торкається фази мережі, ними можна знехтувати. При нормальній роботі мережі сила струму ( $I$ ), про ходячого через тіло людини буде дорівнювати:

$$I_H = \frac{U_\phi}{(R_h + r_0)} = \frac{220}{(1000 + 4)} = 0,22A,$$

де  $r_0$  - опір заземлення нейтралі.

При  $r_0 \leq 10 \text{ Ом}$ , опір тіла людини  $R_h$  не знижується декількох сотень Ом.

При аварійному режимі, коли одна з фаз мережі замкнена на землю через відносно малий опір  $r_{зм}$ , силу струму, який проходить через тіло людини, торкаючись справної фази визначають:

									013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						57

$$I_h = U_\phi \frac{r_{3M} + \sqrt{3 \cdot r_0}}{r_{3M} \cdot r_0 + R_h (r_{3M} + r_0)},$$

$$I_h = 220 \frac{100 + \sqrt{3 \cdot 4}}{100 \cdot 4 + 1000(100 + 4)} = 0,22 \text{ A}$$

Напруга торкання дорівнює:

$$U_{np} = U_0 \cdot R_h \frac{r_{3M} + \sqrt{3r_0}}{r_{3M} \cdot r_0 + R_h (r_{3M} + r_0)},$$

$$U_{np} = 220 \cdot 1000 \frac{100 + \sqrt{3 \cdot 4}}{100 \cdot 4 + 1000(100 + 4)} = 220 \text{ B}$$

Проте в практичних умовах опору  $r_{3M}$  та  $r_0$  завжди більше нуля, тому напруга під котрою опиняється людина доторкнувшись до фазного проводу у аварійний період в мережі із заземленою нейтраллю, завжди менше лінійного, але більше фазного тобто  $\sqrt{3} \cdot U_\phi > U_{np} > U_\phi$ .

За умовами безпеки, вибір однієї з двох схем проводиться з урахуванням висновків отриманих при розгляді цих мереж, саме: при доторканні до фазного проводу в період нормальної роботи мережі більш безпечно є, як правило така мережа, в котрій нейтраль ізольована, у аварійний період мережі із заземленою нейтраллю.

Мережу із заземленою нейтраллю слід застосовувати там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію проводів, коли неможливо швидко відшукати або усунути ушкодження ізоляції, або коли ємкісні струми мережі внаслідок значної її розгалудженості досягають великих значень, небезпечних для людини.

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			58

Для металорізальних верстатів, у відповідності із вимогами ГОСТ 12.2.009-80, живлення рухомих світильників місцевого освітлення повинно здійснюватись під напругою 24В.

У відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.009-80 опір ізоляції електричного обладнання металоріжучих верстатів в будь-якій незаземленій точці повинно бути не менше 1МОм, а ізоляції обмотки електродвигунів без під'єднувальних проводів не менше 0,5МОм.

#### 4.2. Пожежна безпека

Оскільки на ділянці є легкозаймисті матеріали: серветки, змащувальні рідини – то у відповідності з ОНТП 24-86, проектуема ділянка за класифікацією відносимо до категорії В – вогнебезпечний, тому що застосовується СОТС на основі нафтопродуктів.

Відповідно до категорії пожежної небезпеки виробництва вибираємо для проектуємої ділянки 2-а ступінь вогнестійкості будівлі. До цієї групи відносяться матеріали, які складаються з горючих та негорючих складових, наприклад: асфальтовий бетон, гіпсові та бетонні матеріали, змістом яких є 8% органічних наповнювачів.

Найбільш допустима кількість поверхів у категорії В та ступені вогнестійкості будівлі 2 – не обмежується. Площа між протипожежними стінами одноповерхової будівлі 2-ого ступеня вогнестійкості шириною більше за 60 м, категорії В-25 тис.м<sup>2</sup>.

Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого евакуаційного виходу 120 м. (Сніп 2.09.02-85)

Протипожежні засоби для ділянки:

- Вогнегасник повітряно-пінний ВХПП-10 -1 шт.;
- Вогнегасник вуглекислотний ВВ-8 -1шт.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Вуглекислотний вогнегасник призначений для гасіння займання обмоток струмоведучих кабелів, а також різних матеріалів та обладнання напругою до 1000В.

Повітряно-пінний вогнегасник, призначений для гасіння легкозаймистих рідин, горючих рідин, твердих матеріалів.

#### 4.3. Оцінка системи освітлення

Вірно спроектоване та виконане освітлення на ділянці та у цеху, забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності людини. Це дозволяє зберегти зір працівника, не пошкодити стан нервової системи і безпеку на виробництві, що значною мірою залежить від умов освітлення.

Також від освітлення залежить:

- Продуктивність праці;
- Якість виготовлюваної сировини.

Приміщення висотою менше 8,4 м., тоді обираємо люмінесцентні лампи «ЛД».

Їх переваги:

- Високий ККД;
- Спектр близький до природного;
- Великий строк служби (більше 10000 годин).

Рекомендовані значення освітлення для ділянки – 2000 лк (загальне та на місті) та 200 лк (загальне) тобто освітлення комбіноване. Коефіцієнт запасу  $K = 1,5$ .

Недоліки:

- Безінерційність випромінювання, яка може призвести до стробоскопічних ефекту (викривлення зорового сприйняття об'єктів розрізняти);

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- Пульсація світлового потоку погіршує умови зорової роботи, а стробоскопічний ефект веде до збільшення небезпеки травматизму.

Для стабілізації світлового потоку газорозрядних ламп необхідно застосовувати 3-х фазне включення до мережі. Норми освітлення СіП2-79 «штучне та природне освітлення».

#### 4.4. Оцінка безпеки при експлуатації підйомно-транспортних машин (ПТМ)

Продукція у цеху випускається більш масово (вага тари з заготовками може досягати 2т), тому у цеху використовується кран-балка вантажопідйомністю до 3т.

Відстань від вантажопідйомної машини до частин будівлі та обладнання:

- Від виступаючих частин торців крана до колон та стін будівлі – 100мм;
- Від крана балки до самого високого обладнання – 2500мм;
- Від піднятого вантажу до найвищого обладнання 400мм;
- Від підлоги до кран-балки – 6000мм.

Режим роботи ПТМ – середній.

Запас міцності троса – 5.

Правила безпеки відображені у ГОСТ 12.2.065-88 ССБТ «Краны грузоподъемные. Общие требования к безопасности».

Кріплення троса на крюку не менше ніж трьома скобами. Приймаємо канат хрестової зв'язки 6х19. Нормою браку сталевих канатів на вантажопідйомних машинах являється кількість обривів проволоки на довжині одного кроку зв'язки, при яких канат повинен бути забракований. Для нашого випадку – 12. Попереджувачий колір частин крану, небезпечних в експлуатації, виконана у вигляді послідовних нахилених ( $45^\circ$ ), стрічок шириною – 50мм, жовтого та чорного кольору.

*Випробування ПТМ.*

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

1. Неповні статичні 1 раз на рік.

Висота підйому вантажу =  $\max + 25\%$  від нього над підлогою 100 мм, та витримують 10 хв.

Потім контролюють на скільки зменшилась відстань між вантажем та підлогою. Перевіряється робота металоконструкції ПТМ у зоні пружних деформацій, та робота гальм нормально-замкненого типу

2. Повні випробування – 1 раз у три роки.

Включають у себе статику та динаміку. При динамічних випробуваннях – вантаж перевищує норму на 10%, проводиться повторний підйом. Перевіряють кінцеві вимикачі, буферні пристосування, піймачі тросу, гальма нормально-замкненого типу.

Змінні вантажозахватні пристосування, стропи, ланцюги, траверси та т.і. – піддаються випробуванню лише після виготовлення, або ремонту. У процесі експлуатації вони не випробовуються, а періодично піддаються огляду не рідше ніж:

траверси – 6 місяців;

тара, кліщі – 1 місяць;

стропи – 10 днів.

4.5. Планування обладнання для спроектованого технологічного процесу

Вибір правильного планування обладнання має велике значення для безпеки та продуктивності праці.

При вірно спланованому обладнанні – знижується час та затрати на транспортування, раціонально використовується площа ділянки.

Схема технологічного потоку обробки деталі обрана за принципом, який дозволяє знизити собівартість отримання деталей.

З СН 4088-86 вибираємо об'єм та площу виробничого приміщення, відстань між верстатами, від верстатів до стін приміщення та т.і.:

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

1. Площа виробничого приміщення на одного робітника -  $4,5\text{ м}^2$  ;
2. Об'єм виробничого приміщення на одного робітника -  $15\text{ м}^3$  ;
3. Відстань між верстатами при розташуванні у потилицю – 1500 мм;
4. Відстань між стінами або колонами:
  - До бічної сторони верстата – 800мм;
  - До фронтальної – 1500мм;
5. Ширина проходів – 1м, коридорів – 1,4м, дверей – 0,8м.

Обрані вимоги задовольняють наступні вимоги які пред'являються до планування обладнання на ділянці:

- Забезпечення усіх умов технологічного процесу;
- Найбільш ефективно використання виробничої площі;
- Забезпечення мінімальних витрат на транспортування деталей;
- Забезпечення нормальних умов для роботи робочого оператора;
- Забезпечення нормальних умов для роботи та технічного обслуговування верстатів;
- Забезпечення техніки безпеки, норм санітарії, протипожежної безпеки.

Планування ділянки приведено в графічній частині (креслення МТ.ДП.МТ01.2006.ПД.011).

#### 4.6. Безпека верстатних пристроїв

Відповідно до вимог ГОМТ 12.2.029-88 ССБТ «Приспособления станочные. Общие требования безопасности».

1. Зовнішні елементи конструкції пристосувань не мають поверхонь з нерівностями (гострі кромки кути та ін. Радіуси округлень розмірів фасок зовнішніх поверхонь не менше ніж 1 мм.

2. Спосіб з'єднання пристосування зі столом верстата виключає можливість самовільного ослаблення кріплення, а також суміщення пристосування у процесі експлуатації.

										013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
											63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3. Забезпечується безпека установки та зняття заготовки. У пристосуваннях максимальний зазор між затискними елементами не перевищує 5 мм, щоб виключити защемлення рук робочого.

4. Зусилля затискання беруться з коефіцієнтом запасу  $K = 2,5$ .

5. Пневматичні системи затискних розвантажувальних пристосувань механізмів забезпечують надійне закріплення та розкріплення заготовки, а також їх надійне утримування до повної зупинки рухомих частин пристосувань та верстату.

У проекті спроектовані пристосування які знаходяться у постійно затискаючому заготовку стані, для розтискання заготовки використовуються пневмоциліндри.

4.7. Розрахунок необхідної сили затиску багатоцільового пристосування

Спроектване пристосування, яке представлено на кресленні 355Д-07.08.00.00.000СК, використовується для обробляючої стадії (операції 030, 035 та 040). Пристосування приводиться в дію за допомогою пневмоциліндру односторонньої дії. Необхідно розрахувати силу затиску пневмоциліндру так, щоб вона була достатньою для затиску заготовки в процесі обробки. Для знаходження сили яка виникає на штоці пневмоциліндру використаємо наступну формулу:

$$P_z = \frac{\pi}{16} \cdot (D - d)^2 \cdot p_m \cdot \eta - Q_{пр},$$

де:  $D$  – діаметр діафрагми ;

$d$  – діаметр штока;

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

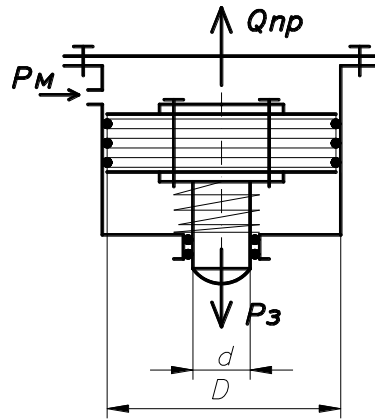


Рисунок 4.2 – Схема затиску пневмоциліндра

$p_m$  – тиск в мережі,  $p_m = 4 \text{ кг/см}^2$ ;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0.85$ ;

$Q$  – сила пружності, яку спричиняє пружина.

$$P_z = \frac{3.14}{16} \cdot (150 - 20)^2 \cdot 4 \cdot 0.85 - 6.4 = 112.4 - 6.4 = 106.4 \text{ Н}$$

Отже, так як сила затиску спроектованого пристосування більша, ніж сила при фрезеруванні ( $106.4 \text{ Н} > 40.5 \text{ Н}$  (операція 035)), і виконується умова:

$$106.4 > 40.5 \cdot 2.5 = 101.25$$

Дане пристосування забезпечить надійний затиск заготовки в процесі обробки.

#### 4.8. Прибирання стружки

Металеву стружку, яка з'являється в процесі обробки, являється елементообразною 2 групи. Така стружка може попасти в верстат і визвати загорання його механічної або електричної частини, що може визвати коротке замикання. Для цього зону обробки в залежності від конструкції верстата закликають в кожух, крім цього системи управління винесені за межі верстата і сформовані в окрему стійку. За I годину праці на дільниці утворюється близько 5кг стружки. За один двохзмінний робочий день 80кг стружки. Така кількість стружки і її транспортування по дільниці виконується в спеціальній тарі.

						013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В розробленій кваліфікаційній роботі виконано:

- аналіз базового технологічного процесу.
- характеристику проектного варіанту технологічного процесу та проведене економічне обґрунтування.
- поставлені задачі на виконання кваліфікаційної роботи.
- теоретичне обґрунтування запропонованих методів та форм обробки.
- розроблено конструкції спеціальних верстатних пристроїв, що дають можливість використовувати технічні та технологічні можливості запропонованого технологічного процесу.
- розроблені заходи зі зменшення шуму у вібрації у спроектованому обладнанні, розраховано ефективність застосування віброізолюючих опор.
- розроблені засоби з безпеки виробництва та розглянуто питання охорони праці.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.Д.Рудь, Т.Є.Божко, Т.Н.Гальчук. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 – Прикладна механіка (освітній рівень – бакалавр) / Навчальний посібник/ Під загальною редакцією професора В.Д.Рудя – Луцьк: Інформаційно-видавничий відділ Луцького НТУ. – 2017. – 500 с.
2. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
3. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління; 2-е видання– Луцьк: Вежа-Друк, 2014. — 428 с.
4. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
5. Технологічна оснастка: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
6. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: Навчально-методичний посібник для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І.М. Пижов. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – 91 с.
7. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
8. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

9. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
10. ГОСТ 3.1107 – 81. Опоры, зажимы и установочные устройства.
11. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Дичковський М.Г. Навчальний посібник -К.: Кондор, 2008. - 328с.
12. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. – Львів: Магнолія 2007. – 500 с.
13. Черпаков Б. І. Технологічна оснастка: Підручник для установ серед. проф. освіти. – М.: Видавничий центр “Академія”, 2003. – 288 с.

					013Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68