

**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 25.13.72**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ІМз-41  
Миколайчук Назарій Андрійович

\_\_\_\_\_  
(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 – 2025 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

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**  
Миколайчуку Назарію Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 25.13.72*

Керівник роботи: *Редько Ростислав Григорович, к.т.н., доцент,*  
затвержені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2024 р., № 910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталей редуктора КС6Б-09.101СК (корпусу 25.13.72), річна програма випуску 5000 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

Анотації. Вступ. 1. Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Розрахунок, компоновка, план ділянки і цеху 5. Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А.1), карти технологічних налагоджень – 3 листи (ф.А1), складальні креслення верстатних пристроїв – 3 листи (ф.А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1), план компоновки цеху та план ділянки – 1 лист (ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2025 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>Загальна частина</i>	<i>14.03.25</i>	
2.	<i>Конструкторська частина</i>	<i>10.04.25</i>	
3.	<i>Технологічна частина</i>	<i>15.04.25</i>	
4.	<i>Розрахунок, компоновка, план ділянки і цеху</i>	<i>18.04.25</i>	
5.	<i>Охорона праці</i>	<i>20.04.25</i>	
6.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>10.05.25</i>	
7.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.05.25</i>	
8.	<i>Представлення роботи до захисту</i>	<i>30.05.25</i>	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ Миколайчук Н.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Редько Р.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Миколайчук Н.А. Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 25.13.72. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці приводяться всі необхідні розрахунки, вона містить всі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. У загальній частині проекту зроблено аналіз технічних умов, виходячи із службового призначення виробу, заводського технологічного процесу, сучасних досягнень в галузі виготовлення подібних виробів, на основі чого формується задача, яка вирішується в подальших розділах проекту. У технологічній частині проекту проводиться вибір оптимального виду заготовки, встановлюється необхідна кількість переходів для обробки кожної поверхні, визначається оптимальна структура технологічного процесу, який детально розроблюється. Розроблені пристрої для закріплення деталі в агрегатному верстаті, для алмазного розточування і спеціальний контрольний пристрій для контролю співвісності. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Всі прийняті проектні рішення та їх доцільність підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Ключові слова: металорізальний верстат, технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка.

## ABSTRACT

Mykolaychuk N.A. Development of a technological process for mechanical processing of the case 25.13.72. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, 5 sections, conclusions and proposals, a list of sources used, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The explanatory note provides all the necessary calculations, it contains all the necessary sections and fully meets the established requirements. In the general part of the project, an analysis of the technical conditions is made, based on the service purpose of the product, the factory technological process, modern achievements in the field of manufacturing similar products, on the basis of which the task is formed, which is solved in subsequent sections of the project. In the technological part of the project, the optimal type of workpiece is selected, the required number of passes for processing each surface is established, the optimal structure of the technological process is determined, which is developed in detail. Devices for securing the part in the aggregate machine tool, for diamond boring and a special control device for controlling the alignment have been developed. Measures for labor protection and safety in emergency situations have been developed. All adopted design solutions and their feasibility have been confirmed by technical and economic calculations.

Keywords: metal-cutting machine tool, technological process, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

	ВСТУП.....	8
1.	ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	10
1.1.	Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ.....	10
1.2.	Аналіз базового технологічного процесу.....	12
1.3.	Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз.....	14
1.4.	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування.....	16
1.5.	Висновки і постановка задачі на кваліфікаційну роботу.....	22
2.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	23
2.1.	Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва.....	23
2.2.	Відпрацювання деталі на технологічність.....	26
2.3.	Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування.....	28
2.4.	Вибір методу обробки поверхонь (за коефіцієнтом уточнення).....	30
2.5.	Вибір та розрахункове обґрунтування баз.....	31
2.6.	Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу.....	33
2.6.1.	Визначення допусків, припусків і операційних розмірів. Проектування заготовки.....	33
2.6.2.	Розмірний аналіз технологічного процесу.....	38
2.6.3.	Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення.	41
2.6.4.	Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.....	48
2.6.5.	Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва.....	50
3.	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	53
3.1.	Проектування пристрою для закріплення деталі в агрегатному верстаті.....	53
3.1.1.	Вибір схеми установки деталі в агрегатному пристосуванні...	53
3.1.2.	Силовий розрахунок параметрів приводу.....	54

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.3.	Розрахунок на точність.....	56
3.1.4.	Загальний опис конструкції, принцип дії.....	56
3.2.	Проектування пристрою для алмазного розточування.....	57
3.2.1.	Розрахунок на точність і сили затиску.....	57
3.2.2.	Загальний опис конструкції, принцип дії.....	57
3.3.	Проектування спеціального контрольного пристрою для контролю співвісності.....	58
3.3.1.	Загальний опис конструкції, принцип дії.....	58
4.	РОЗРАХУНОК, КОМПОНОВКА, ПЛАН ДІЛЬНИЦІ І ЦЕХУ	59
4.1.	Уточнення номенклатури і кількості виробів, які виготовляються на дільниці.....	59
4.2.	Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання.....	59
4.3.	Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ дільниці.....	60
4.4.	Вибір типу і розрахунок транспортних засобів.....	62
4.5.	Вибір типу основних будівельних параметрів будівлі, розробка плану розміщення обладнання і робочих місць.....	63
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	64
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	72
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
	ДОДАТКИ.....	75

## ВСТУП

Виробництво в сучасних реаліях, його ефективність та технічний прогрес, якість продукції неможливе без швидкого розвитку виготовлення нового обладнання, машин, металообробного обладнання, від впровадження методів техніко – економічного аналізу, що буде забезпечувати нові рішення технічних питань і забезпечувати економічну ефективність технічних і конструктивних розробок.

Значення і постановка цих питань при підготовці кваліфікованих кадрів, фахівців виробництва, є очевидним. Зважаючи на це дана кваліфікаційна бакалаврська робота закріплює, поглиблює і узагальнює знання з освітніх компонент галузі прикладної механіки.

Основними завданнями даної галузі є такі: економія металу та підвищення продуктивності за механічної обробки, встановлення певних визначених закономірностей у продуктивності і економічності виконання технологічних процесів механічної обробки та складання машин і механізмів.

Практичному впровадженню автоматизації та механізації різних виробничих процесів повинне передувати здійснення комплексу технологічних заходів, які забезпечують умови для виробу більш економічних методів і способів виробництва.

Одним із вагомих напрямків машинобудування є вибір економічних форм отримання заготовок, які забезпечують найменші технологічні відходи. Постійне підвищення точності заготовок і наближення їх форми до форми готових деталей значно скорочує застосування різноманітних методів обробки різанням, обмежує їх операціями фінішної обробки заготовок і, зменшуючи тим самим, відходи матеріалу в стружку.

В кваліфікаційній роботі проаналізовані конструктивні особливості деталі та існуючий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус 25.13.72”. Розроблено проектний ТП для її виготовлення і проведено його техніко-економічне обґрунтування. Спроектована заготовка. Здійснено вибір ріжучих та

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювальних інструментів, а також верстатного обладнання. Виконані розрахунки припуску і міжопераційних розмірів і режимів різання розрахунково-аналітичним та табличним методами. В роботі також виконане технічне нормування спроектованого ТП виготовлення деталі.

Розраховано кількість верстатного обладнання та коефіцієнт його використання і завантаження. Спроектвано конструкції спеціальних верстатних і контрольних пристроїв. Проведено розробку техпроцесу мехобробки деталі за допомогою пакету прикладних програм. Також спроектовано ділянку механічного цеху для виготовлення деталі. В роботі напрацьовані питання з охорони праці, безпеки життєдіяльності та охорони навколишнього середовища.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

Представлена і роботі деталь «Корпус 25.13.72» призначена для складання проміжної конічної передачі валів, завдяки яким передається зусилля від двигуна на пристрій виконання (повздовжній та поперечний транспортери шнекового типу і стрічкового відповідно). Даний вузол називається редуктор КСББ-09.010СК, що є складовою механізму трансмісії машини КСББ. Передача руху на редуктор здійснюється через клинопасову передачу, а від редуктора КСББ-09.010СК через карданний вал рух передається на інший редуктор, який безпосередньо пов'язаний з виконуючим пристроєм.

Для покращення передачі крутного моменту в корпусі передбачені підшипники кочення, а для зниження тертя в корпусі виконані отвори для заливання і зливання мастильної речовини. Для запобігання появи надлишкового тиску мастила в корпусі виконано отвір для сапуна – випускного клапану. Для збільшення герметичності корпусу підшипники закріплені кришками, а на вали насаджуються захисні манжети. Зачеплення зубів у конічній передачі регулюють набором прокладок, що встановлюються з використанням пасти УН-25 ТУ6-10-1284-96. Як мастило використовують олію індустріальну И-20 за ДСТУ 20799-95. Також для надійного кріплення корпусу до рами виконуючого пристрою виконані отвори в основі з різьбою М16-7Н.

Деталь корпус в процесі обробки в посадочних місцях зношується, адже підшипники при роботі розбивають свої посадочні місця. Тому корпус виготовляють з антифрикційного матеріалу СЧ20 ДСТУ1412-99. З даного матеріалу виготовляють деталі з високим навантаженням, що працюють за значного зношення у вузлах особливої герметичності, яким є вузол КСББ-09.010СК.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому визначаємо для сірого чавуну такі хімічні і механічні властивості.

Таблиця 1.1. – Хімічний склад чавуну СЧ20 ДСТУ1412-99

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не більше			
3,3-4%	0,2-0,52;%	0,3-0,35%	0,046%	0,04%	0,25%	0,2%

Таблиця 1.2. – Фізичні і механічні властивості СЧ20 ДСТУ1412-99

Фізичні властивості		Механічні властивості		
Густина $\rho$ , $10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha$ , $10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$\delta_{вр}$ , $10^6$ Па	$\delta_{вз}$ , $10^6$ Па	НВ
7,2-7,3	10-12	200	400	170-241

Таблиця 1.3. – Технологічні якості чавуну СЧ20 ДСТУ 1412-99

$K_{ц.р.}$	$K_{т.ц}$	Оброблювальність різанням	
		НВ	$K_g$
1,2	0,8	170	1,2
		241	0,9

Деталь містить 2 отвори  $\varnothing 170H7$ , які є точними і співвісними, і виконано отвір  $\varnothing 170H7$ , що є перпендикулярним до них. Точність та співвісність даних отворів забезпечують шляхом алмазного розточування борштангою на алмазно-розточному верстаті. Також даним способом забезпечується і шорсткість посадочних отворів  $R_0=2.5$  мкм.

Після оброблення деталь перевіряється на співвісність. Допустима співвісність складає не більше 0,03 мм; допустиме відхилення перпендикулярності – не більше 0,05 мм; відхилення перетину осей – не більше 0,03 мм. Відповідність геометричній формі та розміру перевіряється калібром-пробкою, а відповідність заданій шорсткості визначається попередньо за зразками шорсткості і вибірково профілометром на профілографі. Інші технічні вимоги контролюють за допомогою універсального мірного інструменту, і візуальним оглядом поверхонь.

В технічних умовах на кресленні корпусу позбавляємось від старих позначень шорсткості та точності поверхонь; уточнюємо і проставляємо всі необхідні

						046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

розміри для можливості виготовлення та контролю деталі. Потім усі ці показники уточнюються за стандартами.

В кресленні деталі замінюємо старе позначення класу шорсткості  $\nabla$  на нове позначення шорсткості  $\sqrt{\quad}$ .

Ливарні нахили при здійсненні уточнення приймають значення  $1\div 3^0$ , а не  $3\div 5^0$ , як наведено на заводському кресленні заготовки. Також уточнюємо допуск точності розмірів двох співвісних отворів і замінюємо старе позначення на нове: взамін  $\varnothing 120A^{(+0.080)}$ , що не відповідає реальності, вводимо значення  $\varnothing 120H7^{(+0.022)}$ . Масу деталі при здійсненні перерахунку, що в кресленні 1,2 кг, замінюємо на 12 кг. Також введемо в креслення деякі додаткові вигляди (наприклад, вид Ж і вид Т) для наочнішого відображення поверхонь корпусу. Усі наступні розміри, допуски і позначення приймемо без коректив і уточнень.

## 1.2. Аналіз базового технологічного процесу

При аналізі існуючих техпроцесів ставиться задача їх глибокого дослідження, тому що без цього є неможливою оцінка технологічного процесу і пропозиція щодо його покращення і модернізації.

Аналіз існуючого технологічного процесу проводять з точки зору забезпечення певної якості продукції, що виготовляється. Тому при аналізі технологічного процесу потрібно з'ясувати, чи правильно він складений для забезпечення вимог, що в кресленні і чи будуть дотримані всі вимоги технологічного процесу при його реалізації в цеху.

Для виконання цього завдання за певною послідовністю можна рекомендувати такий перелік питань:

*А) Забезпечення раціональності методу отримання заготовки.*

За існуючим заводським процесом заготовка виготовляється литтям в піщано-глинисті форми, і як було зазначено вище: даний спосіб є недоцільним, дорогим і матеріаломістким. Тому в роботі запропоновано виготовляти заготовку литтям в кокіль з піщаними стержнями, що є значно вигіднішим і доцільнішим з позиції економії. Тому потрібно виконати перерахунок припусків для кокільної відливки.

*Б) Забезпечення правильності вибору баз.*

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі бази в технологічному процесі – чорнові, чистові і проміжні, вибрані вірно. Але потрібно зменшити кількість переустанов на одній і тій ж операції, як це наглядно видно на операції 050 Вертикально-свердлильній, де обробляються отвори торців Ø8,4.

В операції 065 Радіально-свердлильній обробляється значна кількість поверхонь з великим числом перевстановлень деталей на кожен перехід, а також є велика кількість зміни інструменту. Це також стосується і операцій 070, 075 Радіально-свердлильних.

В цілому існуючий технологічний процес має прогресивні режими різання, надійний інструмент тощо.

Для покращення базового ТП і його оптимізації в даній кваліфікаційній роботі пропонується замінити певну кількість технологічних операцій, зокрема помістити їх в одну агрегатну операцію, завдяки чому значно скоротиться тривалість та трудомісткість, і підвищиться рівень автоматизації ТП.

Таблиця 1.4. – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операцій та зміст за переходами	Обладнання
1	2	3
005	Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню <u>1</u> в р-р 785мм	6550
010	Вертикально-свердлильна Свердлити 3 отвори <u>2</u> Ø13,5мм послідовно	2Н150
015	Радіально-свердлильна Розвернути 3 отвори <u>2</u> Ø14мм	2М55
020	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати паз <u>3</u> в р-р 654мм	6Р82Г
025	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>4</u> і <u>5</u> послідовно в р-р 1120мм	ГФ1400
030	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>6</u> і <u>7</u> послідовно в р-р 1195мм	ГФ1400

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
035	Горизонтально-розточна Розточити 2 отвори <u>8</u> і <u>9</u> Ø119мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø169мм	2615
040	Алмазно-розточна Розточити отвори <u>8</u> і <u>9</u> Ø120мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø170мм	A2607
045	Вертикально-свердлильна Свердлити 8 отворів <u>11</u> послідовно Ø8,4мм	2Н150
050	Вертикально-свердлильна Свердлити 4 отвори <u>12</u> Ø8,4мм Свердлити 4 отвори <u>13</u> Ø8,4мм	2Н150
055	Радіально-свердлильна Свердлити 4 отвори <u>14</u> послідовно Ø6,7мм	2М55
060	Радіально-свердлильна Свердлити 2 отвори <u>15</u> Ø18,25мм	2М55
065	Радіально-свердлильна Нарізати різь М10 в 8 отв <u>12</u> Нарізати різь М10 в 2 отв <u>15</u> Нарізати різь М16 в 4 отв <u>14</u> Нарізати різь М16 в 3 отв <u>2</u> . Свердлити отв <u>16</u> Ø14,5мм Нарізати різь М16 в отв. <u>16</u>	2М55
070	Радіально-свердлильна Нарізати різь М16 в 4 отв <u>12</u> Нарізати різь М16 в 4 отв <u>13</u>	2М55
075	Радіально-свердлильна Зняття фасок	2М55

1.3. Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз

Обробку зовнішніх поверхонь корпусів будемо проводити методом стругання, фрезерування, шліфування, протягування. Продуктивність стругання є низькою. Підвищити її можна шляхом одночасного оброблення групи деталей, з розташуванням їх в один чи два ряди на обладнанні.

Фрезерування площини в корпусних деталях застосовують частіше в середньо- і багатосерійному виробництвах, встановлюючи їх за можливості групами, і одночасно обробляючи кількома фрезами. Цим можна значно

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

скоротити час на їх оброблення. Групову обробку корпусів проводять за установки їх в один чи два ряди; при цьому фрезерувати потрібно групами, обробляючи в них різні поверхні.

В крупносерійному і масовому виробництвах застосовують безперервне фрезерування площин торцевими фрезами на карусельних і барабанно-фрезерних верстатах. У масовому виробництві площини корпусів переважно обробляють на протяжних верстатах.

Корпуси, що містять зовнішні поверхні обертання, обробляються на карусельно-токарних верстатах. Фінішна обробка площин корпусів в середньо- і крупносерійному виробництвах переважно проводиться на плоскошліфувальних верстатах шляхом шліфування периферією круга або торцем змінного збірно-сегментного круга. Для дрібносерійного виробництва застосовують шабріння.

В корпусах основні отвори переважно обробляються на розточних, карусельно-токарних, або агрегатних верстатах, а іноді – і на токарних. В серійному і масовому виробництвах отвори розточують за використання спеціальної оснастки, в якій інструмент має односторонній напрям роботи: середній або задній, передній та задній одночасно. При передньому і задньому напрямках обробляють короткі отвори. Довгі отвори розточують інструментом борштанга, що має напрям роботи передній чи задній.

Багато типів сучасних горизонтально-розточних верстатів оснащують оптичною системою шкал, що дає точність відліку до 0,01 мм. В координатно-розточних верстатах з підвищеною точністю точність установки координат складає 1 мкм.

Важливим у розвитку конструкцій верстатів з ЧПК є забезпечення верстатів системою автоматичної зміни інструментів. У швидкодіючих верстатах з використанням пристроїв для зміни інструментів можна використовувати при обробці складних корпусних деталей великі набори різальних інструментів (до 100 штук), зменшити допоміжний час на перевстановлення, настройку на розмір, що дає можливість працівнику обслуговувати декілька верстатів. Скорочення

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

часу на заміну оброблених деталей забезпечують на деякій верстатах шляхом використання двох чи більше позиційного стола.

При застосуванні верстатів з числовим програмним керуванням привело при груповому виробництві до створення спеціалізованих ділянок і автоматизованих самокерованих цехів.

#### 1.4. Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування

Визначимо економічну ефективність спроектованого технологічного процесу шляхом економічного порівняння проектного варіанту ТП з базовим (заводським) варіантом по технологічній собівартості, яку будемо розраховувати нормативним методом.

Згідно положення для оцінки ефективності нової технології вибирають більш вигідним той варіант, при якому сума поточних і приведених витрат на одиницю продукції буде мінімальною.

Суму даних витрат, приведену до часу роботи машини, називають годинними приведеними витратами  $C_{п.з.}$ .

Визначимо величину приведених годинних витрат за формулою:

$$C_{п.з.} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.з.} + E_H(K_C + K_3), \text{ грн./год.},$$

де:  $C_3$  – основна і додаткова заробітні плати, а також відрахування на соц.страх налагоджувальнику і оператору за фізичну годину роботи з обслуговування машини, грн./год;

$M$  – коефіцієнт багатOVERстатності обслуговування;

$C_{ч.з.}$  – годинні витрати при експлуатації робочого місця;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт, що дорівнює  $E_H = 0,15$ ;

$K_C$  – питомі годинні капітальні вкладення в обладнання;

$K_3$  – питомі годинні капітальні вкладення в будівлі.

$$C_3 = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot K, \text{ грн./год.};$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

де:  $C_{Т.Ф.}$  – годинна тарифна ставка працівника,  $C_{Т.Ф.} = 150$  грн/год.;

$K$  – коефіцієнт врахування заробітної плати наладжувальника:  $K = 1,1 - 1,15$ .

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{Б.У.} \cdot K_M, \text{ грн./год.};$$

де:  $C_{ч.з.}^{Б.У.}$  – скориговані годинні витрати на поточному робочому місці;

$K_M$  – машинний коефіцієнт.

$$K_C = \frac{Ц \cdot 100}{3200}, \text{ грн./год.};$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}, \text{ грн./год.},$$

де:  $Ц$  – вартість верстата балансова, грн.;

$F$  – площа, відведена для верстата, м<sup>2</sup>.

Виконуємо розрахунок за операціями, що будуть відрізнятися у різних варіантах технологічного маршруту.

Щодо базового варіанту.

Операції 010, 045 - Вертикально-свердлильні, верстат мод. 2Н150.

$$K_M = 1,2;$$

$$Ц = 32500 \text{ грн.};$$

$$F = (1,29 \cdot 0,875) \cdot 4 = 4,5 \approx 5 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 253 \text{ грн./год.}$$

$$C_{ч.з.} = 253 \cdot 1,2 = 304 \text{ грн./год.}$$

$$K_C = \frac{32500 \cdot 100}{3200} = 1016 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = \frac{5 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 11,7 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.з.1} = \frac{253}{1} + 304 + 0,15 \cdot (1016 + 11,7) = 711,16 \text{ грн./год.}$$

Операції 015, 055-075 – Радіально-свердлильні, верстат мод. 2М55.

$$K_M = 1,60;$$

$$Ц = 45900 \text{ грн.};$$

$$F = (2,445 \cdot 1) \cdot 3,5 = 8,6 \approx 10 \text{ м}^2.$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 253 \text{ грн./год.}$$

$$C_{ч.з.} = 253 \cdot 1,60 = 405 \text{ грн./год.}$$

$$K_C = \frac{45900 \cdot 100}{3200} = 1434 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = \frac{10 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 23,4 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.з.2} = \frac{253}{1} + 405 + 0,15 \cdot (1434 + 23,4) = 876,6 \text{ грн./год.}$$

Вартість механічної обробки за цими операціями при базовому тех. процесі складає:

$$C_{0_1} = \frac{\sum C_{н.з} \cdot T_{ум}}{60} = \frac{711,16 \cdot 0,95}{60} + \frac{711,16 \cdot 0,79}{60} + \frac{876,6 \cdot 1,14}{60} + \frac{876,6 \cdot 0,69}{60} + \frac{876,6 \cdot 0,67}{60} + \frac{876,6 \cdot 9,8}{60} + \frac{876,6 \cdot 1,36}{60} + \frac{876,6 \cdot 3,2}{60} = 267,03 \text{ коп.}$$

Щодо проектного варіанту.

Операції 010, 045 – Вертикально-свердлильні, верстат мод. 2Н150.

$$K_M = 1,2;$$

$$Ц = 32500 \text{ грн.};$$

$$F = (1,29 \cdot 0,875) \cdot 4 = 4,5 \approx 5 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 253 \text{ грн./год.}$$

$$C_{ч.з.} = 253 \cdot 1,2 = 304 \text{ грн./год.}$$

$$K_C = \frac{32500 \cdot 100}{3200} = 1016 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = \frac{5 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 11,7 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.з.1} = \frac{253}{1} + 304 + 0,15 \cdot (1016 + 11,7) = 711,16 \text{ грн./год.}$$

Операції 015, 055 – Радіально-свердлильні, верстат мод. 2М55.

$$K_M = 1,60;$$

$$Ц = 45900 \text{ грн.};$$

$$F = (2,445 \cdot 1) \cdot 3,5 = 8,6 \approx 10 \text{ м}^2.$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 253 \text{ грн./год.}$$

$$C_{q.3.} = 253 \cdot 1,60 = 405 \text{ грн./год.}$$

$$K_C = \frac{45900 \cdot 100}{3200} = 1434 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = \frac{10 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 23,4 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.з.2} = \frac{253}{1} + 405 + 0,15 \cdot (1434 + 23,4) = 876,6 \text{ грн./год.}$$

Операція 060 Агрегатна; верстат спеціальний мод. В1Г2Н2Г.

$$K_M = 1,60;$$

$$Ц = 44000 \text{ грн.};$$

$$F = (4,5 \cdot 2,675) \cdot 2 = 24,1 \approx 25 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 253 \text{ грн./год.}$$

$$C_{q.3.} = 253 \cdot 1,60 = 405 \text{ грн./год.}$$

$$K_C = \frac{44000 \cdot 100}{3200} = 1375 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = \frac{20 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 58,6 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.з.2} = \frac{253}{1} + 405 + 0,15 \cdot (1375 + 58,6) = 873 \text{ грн./год.}$$

Вартість механічної обробки за даними операціями при базовому технологічному процесі становить:

$$C_{0_21} = \frac{\sum C_{п.з.} \cdot T_{ум}}{60} = \frac{711,16 \cdot 0,681}{60} + \frac{711,16 \cdot 0,88}{60} + \frac{876,6 \cdot 1,09}{60} + \frac{876,6 \cdot 2,84}{60} + \frac{873 \cdot 2,837}{60} = 117,18 \text{ коп.}$$

Економічний ефект від застосування більш дешевого варіанту (проектного) технологічного маршруту за річної програми випуску деталей складає:

$$E_M = \frac{(C_{0_1} - C_{0_2}) \cdot N}{100} = \frac{(267,03 - 117,18) \cdot 5000}{100} = 7493 \text{ грн.}$$

Згідно результатів розрахунку зробимо висновок, що проектний варіант технологічного процесу є більш економічно доцільним.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 1.5. – Базовий технологічний процес виготовлення корпусу 25.13.72

№ опер.	Назва операції, зміст переходів	Обладнання	T шт, хв
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню <u>1</u> в р-р 785мм	6550	5,695
010	Вертикально-свердлильна Свердлити 3 отвори <u>2</u> Ø13,5мм послідовно	2Н150	0,95
015	Радіально-свердлильна Розвернути 3 отвори <u>2</u> Ø14мм послідовно	2М55	1,14
020	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати паз <u>3</u> в р-р 654мм	6Р82Г	7,2
025	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>4</u> і <u>5</u> послідовно в р-р 1120мм	ГФ1400	10,15
030	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>6</u> і <u>7</u> послідовно в р-р 1195мм	ГФ1400	10,31
035	Горизонтально-розточна Розточити 2 отвори <u>8</u> і <u>9</u> Ø119мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø169мм	2615	2,967
040	Алмазно-розточна Розточити отвори <u>8</u> і <u>9</u> Ø120мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø170мм	А2607	2,62
045	Вертикально-свердлильна Свердлити 8 отворів <u>11</u> послідовно Ø8,4мм	2Н150	0,79
050	Радіально-свердлильна Свердлити 4 отвори <u>12</u> Ø8,4мм Свердлити 4 отвори <u>13</u> Ø8,4мм	2М55	1,5
055	Радіально-свердлильна Свердлити 4 отвори <u>14</u> послідовно Ø6,7мм Нарізати різь М8 в 4 отв. <u>14</u>	2М55	0,69
060	Радіально-свердлильна Свердлити 2 отвори <u>15</u> Ø18,25мм	2М55	0,67

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

1	2	3	4
065	Радіально-свердлильна Нарізати різь М10 в 8 отв <u>11</u> Нарізати різь М10 в 2 отв <u>15</u> Нарізати різь М16 в 4 отв <u>14</u> Нарізати різь М16 в 3 отв <u>2</u> . Свердлити отв <u>16</u> Ø14,5мм Нарізати різь М16 в 4 отв. <u>16</u>	2М55	9,8
070	Радіально-свердлильна Нарізати різь М10 в 4 отв <u>12</u> Нарізати різь М10 в 4 отв <u>13</u>	2М55	1,36
075	Радіально-свердлильна Зняття фасок	2М55	3,2
			59,042

Таблиця 1.6. – Проектний технологічний процес виготовлення корпусу  
25.13.72

№ опер.	Назва операції, зміст переходів	Обладнання	Т шт, хв
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню <u>1</u> в р-р 785мм	6550	5,695
010	Вертикально-свердлильна Свердлити 3 отвори <u>2</u> Ø13,5мм одночасно	2Н150	0,681
015	Радіально-свердлильна Розвернути 3 отвори 2 Ø14мм одночасно	2М55	1,09
020	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати паз <u>3</u> в р-р 654мм	6Р82Г	7,2
025	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>4</u> і <u>5</u> одночасно в р-р 1120мм	ГФ1400	10,15
030	Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати 2 торці <u>6</u> і <u>7</u> послідовно в р-р 1195мм	ГФ1400	10,31
035	Горизонтально-розточна Розточити 2 отвори <u>8</u> і <u>9</u> Ø119мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø169мм	2615	2,967
040	Алмазно-розточна Розточити отвори 8 і 9 Ø120мм. Розточити отвір <u>10</u> Ø170мм	А2607	2,62
045	Вертикально-свердлильна Свердлити 8 отворів <u>11</u> одночасно Ø8,4мм	2Н150	0,88

						046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

1	2	3	4
050	Радіально-свердлильна Свердлити 4 отвори <u>12</u> Ø8,4мм Свердлити 4 отвори <u>13</u> Ø8,4мм	2М55	1,5
055	Радіально-свердлильна Нарізати послідовно різь М10 у 8 отв.11 Нарізати різь М10 в 4 отв.12 Нарізати різь М10 в 4 отв.13	2М55	2,84
060	Агрегатна Свердлити 4 отвори <u>14</u> Ø6,7мм одночасно Свердлити отв <u>16</u> Ø14,5мм Свердлити 2 отвори <u>15</u> Ø18,25мм одночасно Нарізати різь М10 в 2 отв <u>15</u> Нарізати різь М16 в 4 отв <u>14</u> Нарізати різь М16 в 3 отв <u>2</u> . Нарізати різь М16 в 4 отв. <u>16</u> Нарізати різь М8 в 4 отв. <u>14</u> Зняття фасок	В1Г2Н2Г	2,837
			48,77

### 1.5. Висновки і постановка задачі на кваліфікаційну роботу

На кваліфікаційну роботу ставиться задача спроектувати механічний цех для виготовлення корпусних деталей з розробкою технологічного процесу виготовлення корпусу 25.13.72.

В роботі необхідно розробити технологічний процес виготовлення корпусу, проаналізувати доцільність використання багатоопераційних верстатів, використати більш продуктивний і економічний спосіб отримання заготовки, розрахувати припуски на обробку, визначити режими різання та технічні норми часу.

Також потрібно спроектувати пристрої для виконання деяких операцій, які підвищать продуктивність виготовлення деталі.

Одним із завдань є розрахунок та розробка компоновки цеху з урахуванням змін в технологічному процесі.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє визначення типу та організаційної форми виробництва

Вибір типу виробництва будемо здійснювати згідно методичних рекомендацій ДСТУ.

Для цього можна використати коефіцієнт закріплення операцій:  $K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}$ ,

де:  $O$  – число операцій, що виконуються на робочому місці,

$P$  – число робочих місць на окремій дільниці.

Для визначення типу виробництва застосуємо наближено штучно-калькуляційний час, що визначається за формулою:  $T_{шт-к} = \varphi_k \times T_o$ ,

де:  $\varphi_k$  – коефіцієнт, що залежить від типу виробництва і типу верстата [1];

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

Визначимо штучний час на базі розрахунку основного часу, що розраховується за наближеними формулами (наведений у таблиці 2.1).

Розраховуємо кількість верстатів для окремої операції:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт-к}}{60 \times F_d \times \eta_n}$$

де:  $N=5000$  шт./рік – річна програма випуску;

$F_d = 4015$  год. – річний фонд часу роботи верстатів;

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

Число операцій, що виконуються на робочому місці, визначимо за формулою:  $O = \frac{\eta_n}{\eta_{з.ф.}}$ ,

де:  $\eta_n= 0,8$  – нормативний коеф. що залежить від завантаження обладнання;

$\eta_{з.ф.}$  – фактичний коефіцієнт залежно від завантаження обладнання.

Розрахунки, зроблені за даними формулами, заносимо у таблицю 2.2.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. – Укрупнене нормування ТП обробки деталі «корпус»

№ операції	Назва і зміст операції	T <sub>о</sub> , хв	φ <sub>к</sub>	T <sub>шт-к</sub> , хв
005	Вертикально-фрезерна	4,9	1,51	7,4
010	Вертикально-свердлильна	0,33	1,3	0,42
015	Радіально-свердлильна	0,48	1,41	0,68
020	Горизонтально-фрезерна	6,54	1,51	9,88
025	Поздовжньо-фрезерна	8,96	1,51	13,53
030	Поздовжньо-фрезерна	9,6	1,51	14,5
035	Горизонтально-розточна	1,16	-	1,16
040	Алмазно-розточна	0,64	-	0,64
045	Вертикально-свердлильна	0,2	1,3	0,26
050	Радіально-свердлильна	0,62	1,41	0,87
055	Радіально-свердлильна	1,23	1,41	1,73
060	Агрегатна	2,23	-	2,23
	Всього			53,3

Таблиця 2.2. – Визначення числа верстатів та операцій

№ опер.	Назва операції	T <sub>шт-к</sub> , хв	m <sub>р</sub> , шт	m <sub>пр</sub> , шт	η <sub>ф</sub>	О
005	Вертикально-фрезерна	7,4	0,2	1	0,3	2,67
010	Вертикально-свердлильна	0,42	0,12	1	0,12	6,67
015	Радіально-свердлильна	0,68	0,01	1	0,01	80,0
020	Горизонтально-фрезерна	9,88	0,26	1	0,26	3,1
025	Поздовжньо-фрезерна	13,53	0,35	1	0,35	2,3
030	Поздовжньо-фрезерна	14,5	0,38	1	0,38	2,1
035	Горизонтально-розточна	1,16	0,03	1	0,03	26,7

040	Алмазно-розточна	0,64	0,02	1	0,02	40,0
045	Вертикально-свердлильна	0,26	0,01	1	0,01	80,0
050	Радіально-свердлильна	0,87	0,02	1	0,02	40,0
055	Радіально-свердлильна	1,73	0,04	1	0,04	20,0
060	Агрегатна	2,23	0,06	1	0,06	13,3
	Всього	53,3		12		316,8 4

Відповідно: 
$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{316,84}{12} = 26,4.$$

Згідно ДСТУ 3.1108-94 за:  $20 \leq K_{з.о.} \leq 40$  – тип виробництва малосерійний.

Визначимо організаційну форму виробництва. Для цього виконуємо перевірку можливості застосування потокової форми при організації виробництва із застосуванням одно номенклатурної потокової лінії; потрібно перевірити чи є можливість завантаження лінії не менше ніж на 60%. Тому визначаємо добове виготовлення деталей та добову продуктивність лінії.

Добове виготовлення деталей визначаємо з формули: 
$$N_{\partial} = \frac{N}{254},$$

де: N – річний випуск продукції;

254 – число робочих днів у поточному році.

$$N_{\partial} = \frac{N}{254} = \frac{5000}{254} = 19,7 \text{ шт.}$$

Добову продуктивність визначаємо з формули: 
$$Q_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{T_{шт-к.с.} \times \eta},$$

де:  $F_{\partial} = 952$  хв. – час роботи обладнання у дві зміни за добу;

$T_{шт-к.с.}$  – середня працездатність основних операцій, хв;

$$T_{шт-к.с.} = \frac{\sum_i^n T_{шт-к.с.}}{n},$$

де:  $T_{шт-к.с.}$  – штучний час на виконання і-ої операції, хв; n – число основних операцій.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$T_{ум-к.с.} = \frac{\sum_i^n T_{ум-к}}{n} = \frac{53,3}{12} = 4,4$$

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{ум-к.с.} \cdot \eta} = \frac{952}{4,4 \cdot 0,8} = 270,5$$

Маємо:  $0,6 \cdot Q_d = 162,3 > N_d = 19,7$ : тут умова використання потокової форми не виконується, і ми приймаємо групову форму організації виробництва.

Визначимо розмір партії деталей, які запускаються у виробництво

одночасно, за формулою:  $n = \frac{N \times a}{254}$ ,

де:  $a = 12$  днів – періодичність запуску деталей на виготовлення.

$$n = \frac{N \times a}{254} = \frac{5000 \times 12}{254} = 240_{ум.}$$

Розраховуємо кількість змін, що потрібна для обробки цієї партії деталей,

за формулою:  $C = \frac{T_{ум-к.с.} \times n}{476 \times 0,8} = \frac{4,4 \cdot 240}{476 \cdot 0,8} = 2,8$ .

Вибираємо 3 зміни, відповідно кількість деталей у партії, що

обробляється за 3 зміни, складає:  $n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{ум-к.с.}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,8}{4,4} \approx 250_{ум.}$

## 2.2. Відпрацювання деталі на технологічність

Деталь корпус 25.13.72 виготовляється методом лиття в кокіль з піщаними стержнями. Матеріалом для неї є сірий чавун СЧ20 ДСТУ 1412-99.

Для корпусу як заготовку використаємо відливку в піщані форми з машинною формовкою. Даний метод потребує великих енергетичних витрат і дорогого обладнання. При литті в піщані форми необхідно враховувати більші припуски на обробку, ніж при литті в кокіль. Дане обладнання є досить дорогим, але порівнюючи з попереднім методом отримання заготовки є дешевшим і заготовка отримується з меншою металомісткістю.

Корпус містить такі отвори: 2 отвори  $\varnothing 120^{+0,022}$  і отвір  $\varnothing 170^{+0,08}$  під посадочні місця для підшипників. Дані отвори повинні бути оброблені

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

співвісно з точністю 0,03 мм, перпендикулярно з точністю 0,05 мм. Єдиним способом отримати вказані параметри є використання фінішної алмазної обробки (розточування) отворів на алмазно-розточному верстаті.

Нетехнологічним є отвір під сопун, який розміщений під кутом  $45^{\circ}$  до осі центральної, що ускладнює доступ ріжучого інструменту для оброблення цього отвору. Але цей недолік не є значним, бо такого розташування отвору під сопун вимагають експлуатаційні характеристики вузла в цілому, тому будемо залишати конструкцію корпусу без змін.

Загалом будемо вважати даний корпус технологічним, бо всі поверхні, що обробляються, мають правильну просту геометричну форму і мають вільний доступ для можливості обробки будь-яким іншим інструментом, а інші отвори та поверхні лишаються без змін.

Для розрахунку кількісної характеристики технологічності корпусу складемо таблицю з даних конструкторського аналізу поверхонь.

Таблиця 2.3. – Таблиця даних для конструкторського аналізу поверхонь корпусу

Поверхні	Число пов.	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності	Шорсткість поверхні
Низ основи	1	-	14	12,5
Отвір М16-7Н	4	1	7	3,2
Торці	4	2	11	3,2
Основні отвори	3	2	7	12,5
Отвори М10	12	1	7	12,5
Поверхня 163,5x10	1	1	14	12,5
	$Q_e=25$	$Q_{y.e}=7$		

Маса деталі складає  $m_d=12$  кг.

Маса заготовки дорівнює:  $m_{01}=14,3$  кг;  $m_{02}=15,5$  кг.

Собівартість базового аналогу складає:  $C_{0m}=5,45$  грн.

Визначаємо рівень технологічності:  $K_{ye} = C_T / C_{0T} = 5,1 / 5,45 = 0,936$ .

Отже деталь є технологічною за  $K_{ye}$ , бо її собівартість порівняно з базовим аналогом знизилась на 15 %.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{ue} = Q_{ue} / Q_e = 7 / 25 = 0.28 < 0.6 - \text{не технологічний.}$$

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{v * m1} = m_{g/m01} = 12 / 14.3 = 0.84.$$

$$K_{v * m2} = m_{g/m02} = 12 / 15.5 = 0.75.$$

Визначимо коефіцієнт точності обробки:

$$K_{mч} = 1 - 1 / A_{cp},$$

де:  $A_{cp}$  – середній квалітет точності;

$$A_{cp} = (7,19 + 11,4 + 14,2) / 25 = 8,2.$$

$$K_{mч} = 1 - (1 / 8,2) = 0,88 > 0,8 - \text{деталь технологічна.}$$

Визначимо коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = 1 / B_{cp},$$

де:  $B_{cp}$  – середня шорсткість поверхонь;

$$B_{cp} = (3,2 \cdot 8 + 12,5 \cdot 17) / 25 = 9,524.$$

$$K_{ш} = 1 / 9,524 = 0,105 < 0,32 - \text{отже деталь технологічна.}$$

Висновок: деталь в цілому є досить технологічною і допускає використання високоефективних режимів обробки.

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

Вибрати заготовку – це складне завдання, що залежить від багатьох факторів, які впливають неоднозначно за різних обставин. Тому вибір способу виготовлення заготовки залежить і потребує всебічного розгляду можливих варіантів з детальним технічним та економічним обґрунтування вибраного. Велике значення надає вибір способу виготовлення заготовки для гнучких і автоматизованих виробництв, бо вони вимагають вищої точності як форми, так і розмірів, меншої зміни властивостей матеріалів заготовок тощо.

Переважно спосіб виготовлення заготовки проводять у такій послідовності: спочатку аналізують фактори і визначають, що впливає на спосіб виготовлення

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки, вибирають матеріал та конструктивну форму заготовки, досліджують можливість отримання заготовки при стандартних частинах, сортиментах, матеріалах, що випускаються в промисловості (періодичний, сортовий прокат, відливки, поковки, тощо); призначають спосіб виготовлення заготовки та основного обладнання; виконують техніко-економічне обґрунтування та розрахунки.

Переважно вибирають не один, а кілька способів, як альтернативні варіанти; для них визначають техніко-економічні показники і на основі їх аналізу призначають найбільш раціональний.

Для корпусних коробчастих коробок закритої конструкції, як корпус 25.13.72, для усіх типів виробництва вибирають метод лиття; для відкритої конструкції з масовим та серійним виробництвом – теж лиття, а для дрібносерійного та одиничного виробництва – метод зварювання.

Найбільш простим способом виготовлення заготовки є лиття в піщані форми та з піщаними стержнями із машинною формовкою. Даний спосіб є довготривалим і вимагає значного використання енергоресурсів і є значні витрати на обладнання. Недоліком відливання в піщану форму є великі припуски на обробку, що вимагає великого використання матеріалу.

Більш вигідно для даної деталі за серійного виробництва виготовляти заготовку литтям в металеві форми – кокіль з піщаними стержнями. Даний метод виготовлення заготовки в нашому випадку є вигідний і дешевший, а матеріал сірий чавун СЧ20 ДСТУ1412-95 добре виливається. Припуски на обробку є значно меншими, ніж при литті в піщані форми. Площина роз'йому наведена на кресленні.

Визначаємо економічний ефект вибору заготовки за 2-ма варіантами.

Ціна заготовок, які будуть отримані литтям:

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн,}$$

де:  $C_i$  – базова ціна 1 тони заготовок, грн.  $C_i=290$  грн. ([1]),

$Q$  – маса заготовки, кг; якщо 2:  $Q_1=14.3$  кг;  $Q_2=15.5$  кг,

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$q$  – маса готової деталі, кг;  $q=12,0$  кг,

$S_{\text{відх}}$  – ціна 1 тони відходів, грн.;  $S_{\text{відх}}=14,4$  грн. ([1]),

$K_m, K_c, K_b, K_M, K_n$  – коефіцієнт, що відповідає класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок.

$K_m=1,06; K_M=1; K_c=0,7; K_b=0,84; K_n=0,52$ .

Визначаємо вартість заготовки за методом лиття в піщані форми:

$$S_{\text{заг1}} = \left( \frac{290}{1000} \cdot 15,5 \cdot 1,06 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,84 \cdot 0,52 \right) - (15,5 - 12) \cdot \frac{14,4}{1000} = 1,41 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки за методом лиття в кокіль:

$$S_{\text{заг2}} = \left( \frac{290}{1000} \cdot 14,3 \cdot 1,06 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,84 \cdot 0,52 \right) - (14,3 - 12) \cdot \frac{14,4}{1000} = 1,3 \text{ грн.}$$

Маємо позитивний економічний ефект:  $E_3 = (S_{\text{заг2}} - S_{\text{заг1}}) \cdot N$ , грн.;

$$E_3 = (1,41 - 1,3) \cdot 5000 = 5500 \text{ грн.}$$

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

На правильний вибір методу обробки поверхонь деталі впливають такі фактори: службове та функціональне призначення деталі, призначення поверхонь, вимоги щодо точності та шорсткості. Тому необхідно визначити такі методи обробки поверхонь, які в самі короткі терміни перетворять заготовку в готовий виріб.

Вибір методу з обробки кожної поверхні деталі здійснимо за використання коефіцієнту уточнення, який розраховується за формулою:

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

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

Число методів обробки визначаємо за такою формулою:  $m_p = \frac{\lg E_p}{0,46}$ ,

Виконаємо розрахунки для поверхні отвору  $\varnothing 120^{+0,022}$ .

Застосуємо уточнення:  $E_p = \frac{T_z}{T_d} = \frac{400}{22} = 18,2$ .

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Число методів обробки становить:  $m_p = \frac{\lg E_p}{0,46} = \frac{\lg 18,2}{0,46} = 2,7$ .

Приймаємо число методів обробки даної поверхні 3.

Різниця у квалітетах точності поверхонь заготовки і деталі:  $14-7=7$ .

Розпишемо цю різницю за законом прогресивного зменшення:  $7=3+2+2$ .

Відповідно після 1-ого переходу точність обробки буде:  $14-3=11$  кв.;

після 2-го переходу:  $11-2=9$  кв.; після третього переходу:  $9-2=7$  кв.

## 2.5. Вибір технологічних баз

Базою називають таку поверхню, що визначає положення заготовки в процесі обробки її на певному обладнанні, або готової деталі у зібраному вузлі чи машині.

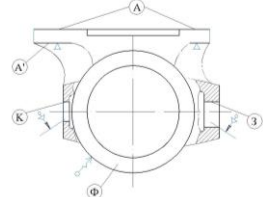
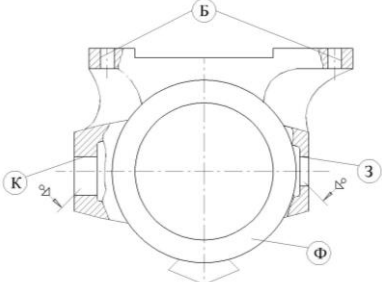
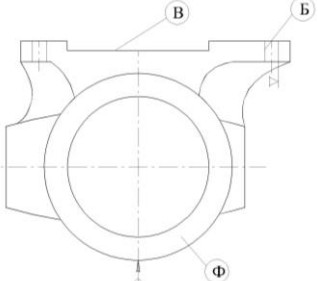
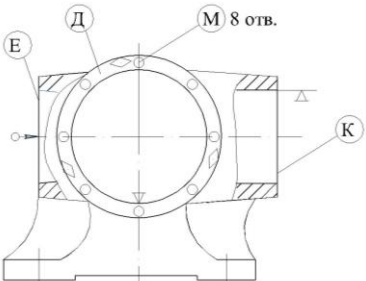
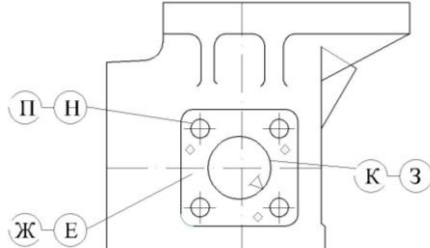
При обробці заготовок, що отримані методами лиття чи штампування, в якості баз можна використати необроблені поверхні, але на перших операціях.

В деталей, де затруднена повна обробка, як технологічні бази для першої операції можна приймати поверхні, які взагалі не обробляються. Це дасть можливість забезпечити найменше зміщення оброблених поверхонь відносно необроблених.

Для нашої деталі корпус КС6Б-09.118 вибір технологічних баз можна представити в вигляді таблиці.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4. – Вибір технологічних баз

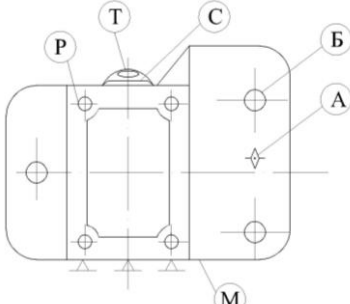
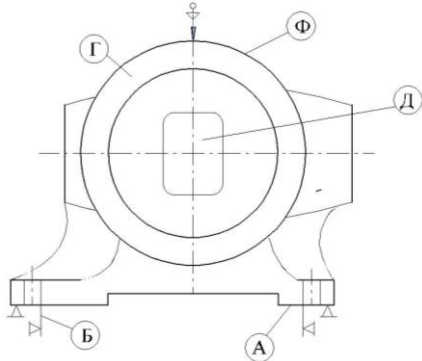
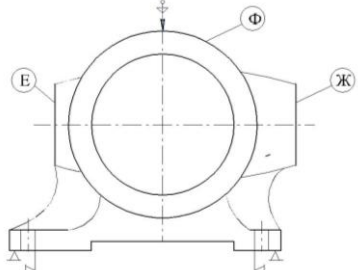
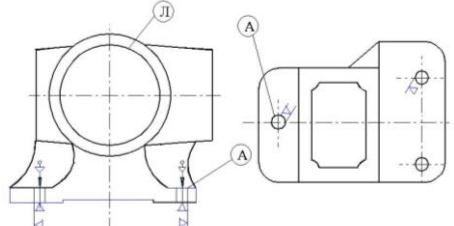
№ операції	Поверхні базування	Оброблювальні поверхні	Ескіз базування
1	2	3	4
005	Ф А' З К	А	
010-015	Ф З К	Б	
020	Ф Б	В	
045-055	К Д Е	М	
050-055	К Ж Е З	Н П	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

046Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

32

1	2	3	4
060	М А	Б Р С Т	
025	А Б Ф	Г Д	
030	Б Ф	Е Ж	
035-040	Б А	З К Л	

## 2.6. Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу

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

Проектування заготовки.

Проведемо аналітичний розрахунок для отвору  $\varnothing 120^{+0.022}$  і визначимо припуски та міжопераційні розміри.

Заготовка є відливкою I класу точності і масою 1,43 кг. Технологічний маршрут обробки отвору  $\varnothing 120^{+0.022}$  містить чорнове, чистове і алмазне

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

розточування. Заготовка на цій операції базується на трьох отворах на 3 пальці на площині основи.

Всі розрахунки зводимо в таблицю 2.5.

Сумарне значення  $R_z$  і  $T$ , що показує і характеризує поверхню литої заготовки, вибирається з таблиці 27, ст.66, [1]  $R_z=200$ ,  $T=300$ .

Після завершення 1-го технологічного переходу величина  $T$  для деталей з чавуну виключається, відповідно для всіх інших переходів визначаємо тільки значення  $R_z$ , що складає 50, 20 і 8 мкм. (табл..30, ст..67[1].

Таблиця 2.5. – Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами на обробку отвору  $\varnothing 120^{+0.022}$  корпусу

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 120^{+0.022}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $Z_{min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $\varphi_r$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\zeta$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	200	300	343	-	-	116,08	400	116,58	116,98		
Чорнове розточ	50	-	17	821	2·1389	119,758	220	119,538	119,758	2778	2958
Чистове розточ	20	-	-	41	2·94	119,846	100	119,846	119,946	188	308
Алмазне розточ	8	-	-	18	2·38	120,0	22	120,0	120,022	76	154
Всього										3042	3420

Визначимо сумарне значення просторових відхилень, що для заготовки в даний час розраховується за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \cdot$$

Визначимо величину короблення отвору, яку враховують як в діаметральному, так і в осьовому перерізі:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2} ;$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Визначаємо з таблиці величину питомого короблення [1]

$\Delta_k=0,7$  мкм ( $d$  і  $l$  – діаметр і довжина оброблювального отвору).

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 120)^2 + (0,7 \cdot 251)^2} = 194 \text{ мкм.}$$

Сумарне відхилення отвору у відливці щодо зовнішньої поверхні є геометрична сума в двох взаємно перпендикулярних площинах:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_{\delta}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_z}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{400}{2}\right)^2 + \left(\frac{400}{2}\right)^2} = 284 \text{ мкм,}$$

$\delta_{\delta} = \delta_z = 0,4$  мм ([1])

Відповідно сумарне значення просторового відхилення заготовки буде:

$$\rho_3 = \sqrt{284^2 + 194^2} = 343 \text{ мкм.}$$

Величина залишкового просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0,05 \rho_3 = 0,05 \cdot 343 = 17 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення за чорнового розточування:

$$\xi_1 = \sqrt{\xi^2 \delta + \xi^2 z}.$$

$S_{max} = \delta_A + \delta_B + S_{min}$  – мінімальний зазор між отвором і штирями.

$\delta_A$  - допуск на отвір;  $\delta_A = 400 \text{ мкм} = 0,4$  мм.

$\delta_B$  - допуск на діаметр штиря;  $\delta_B = 200 \text{ мкм} = 0,2$  мм.

$S_{min}$  – мінімальний зазор між діаметрами отвору і штиря;  $S_{min} = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$ .

Тоді тах кут повороту заготовки на штирях буде  $\text{tg } \alpha = 0,0066$ .

Похибка базування тоді буде:

$$\zeta_{\delta} = l \cdot \text{tg } \alpha = 251 \cdot 0,0066 = 1,6 \text{ мм} = 1600 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення заготовки (табл.40, ст. 82 [1])  $\zeta_3 = 100$  мкм. Тоді похибка установки при чорновому розточуванні

$$\xi_1 = \sqrt{1600^2 + 100^2} = 821 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка при чистовому розточуванні

$\zeta_2 = 0,05 \cdot \xi_1 = 41$  мкм, а при алмазному розточуванні  $\zeta_3 = 0,022 \cdot \xi_1 = 18$  мкм.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків за формулою  $2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2})$ .

Чорнове розточування  $2Z_{\min 1} = 2(200 + 300 + \sqrt{343^2 + 821^2}) = 2 \cdot 1389$  мкм.

Чистове розточування  $2Z_{\min} = 2(50 + \sqrt{17^2 + 41^2}) = 2 \cdot 94$  мкм.

Алмазне розточування  $2Z_{\min} = 2(40 + \sqrt{18^2}) = 2 \cdot 38$  мкм.

Розраховуємо розрахунковий розмір:

$d_{p1} = 120.022$  - з креслення.

$d_{p2} = 120.022 - 0.076 = 119.946$  мм.

$d_{p3} = 119.946 - 0.188 = 119.758$  мм.

$d_{p3} = 119.758 - 2.788 = 116.98$  мм.

Значення допусків для алмазного розточування  $22$  мкм; для чистового  $\delta = 100$ ; для чорнового  $\delta = 220$ , для відливки по ДСТУ 1855  $\delta = 400$  мкм.

Найменший граничний розмір:

$d_{\min 1} = 120.022 - 0.022 = 120$  мм

$d_{\min 2} = 120.946 - 0.1 = 119.846$  мм.

$d_{\min 3} = 119.758 - 0.22 = 119.538$  мм.

$d_{\min 3} = 116.98 - 0.4 = 116.58$  мм.

Мінімальні і максимальні граничні припуски

Алмазне розточування:  $2Z_{\min 3}^{np} = 120.022 - 119.946 = 76$  мкм =  $0,076$  мм.

$2Z_{\max 3}^{np} = 120 - 119.846 = 154$  мкм =  $0,154$  мм.

Чистове розточування:  $2Z_{\min 2}^{np} = 119.946 - 119.758 = 188$  мкм =  $0,188$  мм.

$2Z_{\max 2}^{np} = 119.846 - 119.538 = 308$  мкм =  $0,308$  мм.

Чорнове розточування:  $2Z_{\min 3}^{np} = 119.758 - 116.98 = 2778$  мкм =  $2,778$  мм.

$2Z_{\max 3}^{np} = 119.538 - 116.58 = 2958$  мкм =  $2,958$  мм.

Загальні припуски:

$2Z_{0\min} = 76 + 188 + 2778 = 3042$  мкм =  $3,042$  мм.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$2Z_{0\max} = 154 + 308 + 2958 = 3420 \text{ мкм} = 3,42 \text{ мм.}$$

Загальний номінальний припуск:

$$2Z_{\text{ном}} = 3042 + 251 - 120 \approx 3173 \text{ мкм.}$$

$$d_{3\text{ном}} = d_{\text{ном}} - Z_{\text{ном}} = 120 - 3,173 = 116,9 \text{ мм.}$$

Решта припусків вибираємо по таблицях і складаємо таблицю зведених припусків

Таблиця 2.6. – Припуски деталі корпус

Поверхні і методи їх обробки	Шорсткість, мкм.	Точність обробки	Припуск, мм	Операційний розмір, мм	
				розрахунковий	З допуском
1	2	3	4	5	6
Низ основи 255x20 Півчистове фрезерування Заготовка - відливка	12,5 80	h14 h16	Z1=0.981	h=20 h=23	h=20 <sup>+2.0</sup> <sub>-1.0</sub> h=20 <sup>+2.0</sup> <sub>-1.0</sub>
Отвір М16-7Н Нарізання різьби Розвірчування Свердління Заготовка - відливка	3,2 1,6 12,5 80	7Н Н9 Н11 Н16	- - - -	М16 Ø14 Ø13,5	М16-7Н Ø14 <sup>+0.043</sup> Ø13,5 <sup>+0.4</sup>
Поверхня 163,5x10 Пів чистове фрезерування Заготовка - відливка	12,5 80	h14 h16	Z1=0.981	h <sub>1</sub> =10; B <sub>1</sub> =163 h <sub>2</sub> =9,1; B <sub>2</sub> =160,5	h <sub>1</sub> =10±0,2 B <sub>1</sub> =163,5±0,5 H <sub>2</sub> =9 <sup>+2.0</sup> <sub>-1.0</sub> B <sub>2</sub> =160 <sup>+2.0</sup> <sub>-1.0</sub>
2 торці Ø225; L=195 Півчистове фрезерування Заготовка - відливка	3,2 80	h11 h16	2Z <sub>1</sub> =2*3,0	L <sub>1</sub> = 195 L <sub>2</sub> = 201	L <sub>1</sub> =195±1.0 L <sub>2</sub> = 201±1
2 торці в L=251,5 Півчистове фрезерування Заготовка - відливка	3.2 80	h11 h16	2Z <sub>1</sub> =2*3,0	L <sub>1</sub> = 251.5 L <sub>2</sub> = 257	L <sub>1</sub> = 251.5±1.0 L <sub>2</sub> = 257±1.5

1	2	3	4	5	6
2 отвори $\varnothing 120^{+0.022}$					
Алмазне розточування	12,5	H7	2*0,038	$\varnothing 120$	$\varnothing 120^{+0.022}$
Чистове розточування	20	H11	2*0,094	$\varnothing 119,8$	$\varnothing 119,8^{+0.4}$
Чорнове розточування	40	H12	2*0,138	$\varnothing 119,5$	$\varnothing 119,5 \pm 0,5$
Заготовка - відливка	80	H16	2*3,4	$\varnothing 116$	$\varnothing 116 \pm 0,5$
Отвір $\varnothing 170H7$					
Алмазне розточування	12,5	H7	2*0,5	$\varnothing 170$	$\varnothing 170^{+0.080}$
Чистове розточування	20	H11	2*1,5	$\varnothing 167$	$\varnothing 167^{+0.22}$
Чорнове розточування	40	H12	2*3	$\varnothing 165$	$\varnothing 165 \pm 1,5$
Заготовка - відливка	80	H16	2*5	$\varnothing 159$	$\varnothing 159 \pm 0,5$
2 отвори $\varnothing 8,4 (M10)$					
Різьбонарізання	12,5	7H	-	$\varnothing 10$	$\varnothing M10-7H$
Свердління	20	H11	-	$\varnothing 8,4$	$\varnothing 8,4^{+0.35}$
Заготовка - відливка	-	H12	-	-	-
2 отвори $\varnothing 14,4 (M16)$					
Різьбонарізання	12,5	7H	-	M16x1,5	M16x1,5-7H
Свердління	20	H11	-	$\varnothing 14,4$	$\varnothing 14,4$
Заготовка - відливка	-	H12	-	-	-

Ливарні нахили  $1^{\circ}$ ; радіуси заокруглень  $2 \div 5$  мм (табл..7, ст..30[1])

За цими даними виконуємо креслення заготовки.

### 2.6.2. Розмірний аналіз технологічного процесу.

Проектування конструкцій деталей, найбільш повно задовольняючи вимоги взаємозамінності, забезпечується застосуванням залежних припусків і посадок різних з'єднань, а також точністю взаємного розташування деталей в будь-якій машині, механізмі чи іншому виробі.

Розмірний зв'язок деталей встановлюється розмірними ланцюгами (ДСТУ 16.319-80) – сукупністю розмірів, що утворюють замкнений контур і характеризуючи дану конструкцію. Будь-який розмірний ланцюг складається з однієї замикаючої ланки, і двох чи більше складових, які впливають на точність замикаючої ланки.

						046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

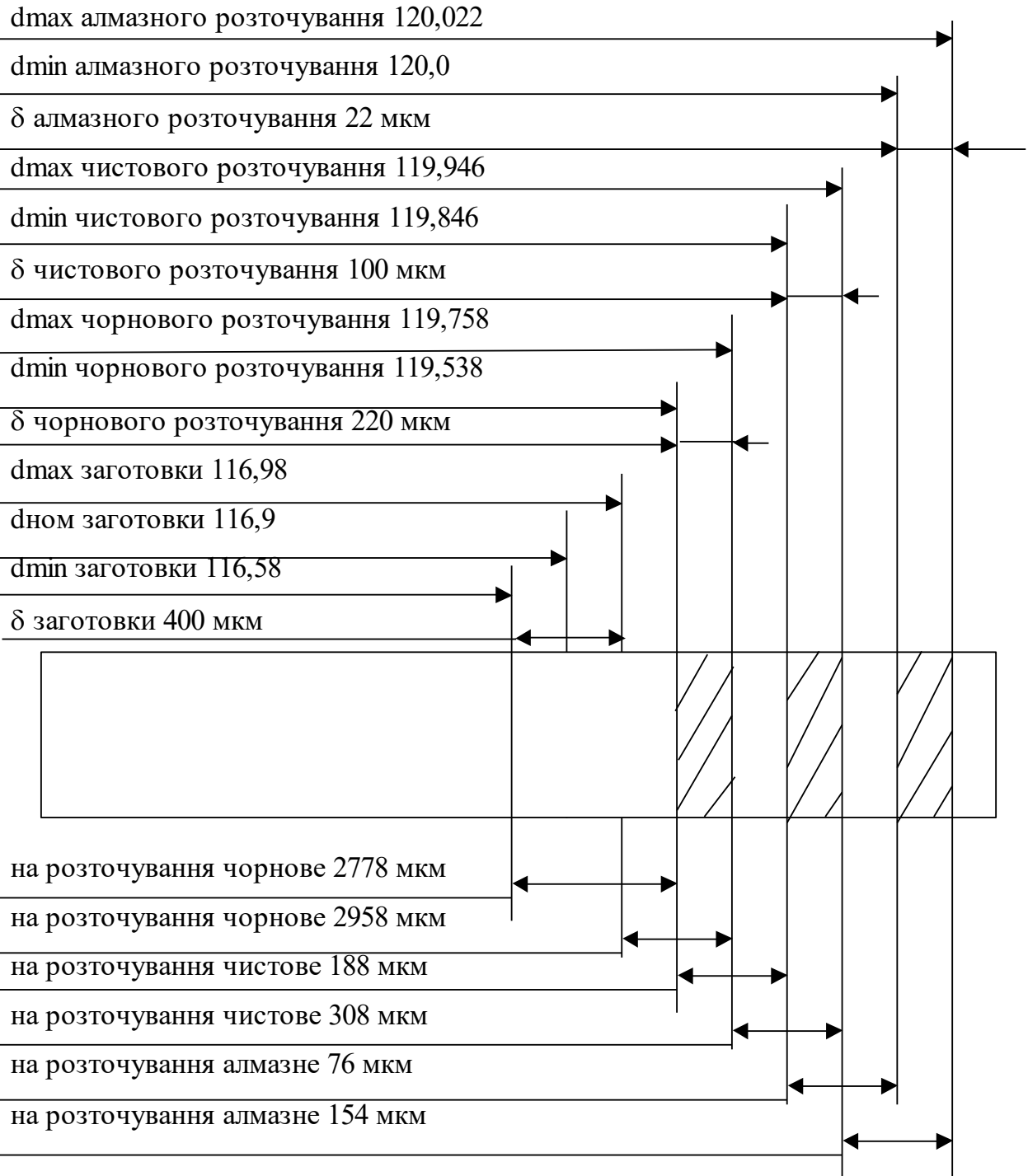


Рисунок 2.1 – Схема розташовування припусків і допусків на обробку  $\varnothing 120^{+0.022}$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Отже, в даній кваліфікаційній роботі вирішується зворотна задача визначення замикаючої ланки по відомому допуску ланок даного розмірного ланцюга.

Для цього складемо схему розмірного ланцюга.

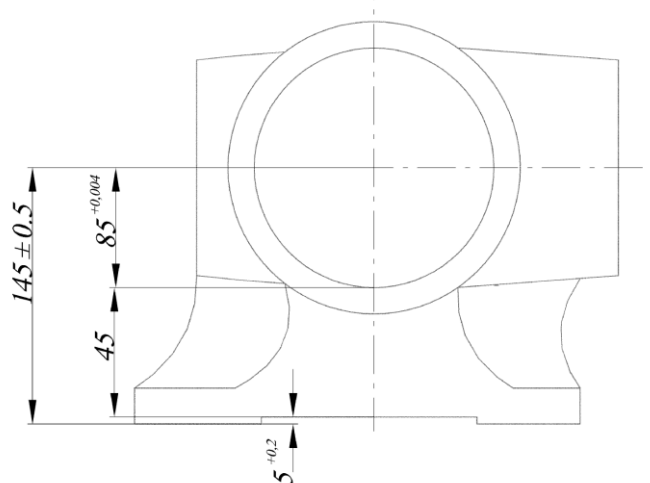


Рисунок 2.2 – Схема розмірного ланцюга.

Отже, маємо з рисунка  $A_1 = 5^{+0.2}$  мм;  $A_2 = 145^{+0.6}_{-0.5}$ ,  $A_3 = 85^{+0.12}$  мм

Необхідно взнати, з якою точністю буде витримана довжина більшої ступені при заданій схемі обробки.

Будуємо схему розмірного ланцюга, виявляємо замикаючі, збільшуючи і зменшуючи ланки.

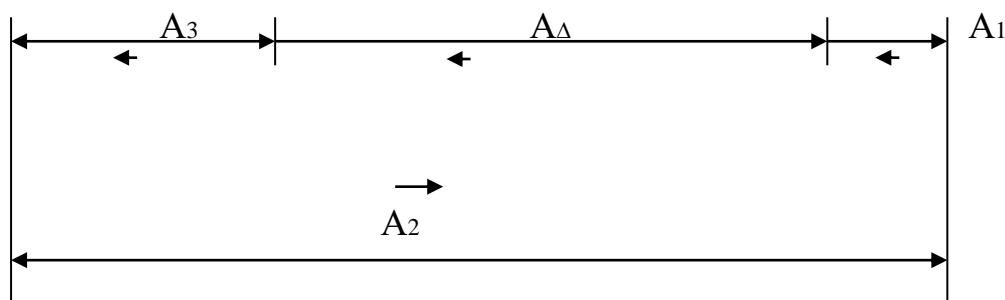


Рисунок 2.3 – Розмірний ланцюг

Найбільше значення замикаючої ланки визначаємо за формулою:

$$A_{\Delta} = - A_1 + A_2 - A_3 = -5 + 145 - 85 = 45 \text{ мм.}$$

Вибираємо метод розв'язку задачі розмірного ланцюга

Вирішуємо задачу методом максимуму – мінімуму.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Визначаємо координату середини поля допуску замикаючої ланки:  $\Delta_{o\Delta} = (+0.02) + (-0.25) - (+0.06) = -0.33\text{мм}$

Величину поля допуску замикаючої ланки визначаємо з рівняння:

$$\delta_{\Delta} = 0,04 + 0,5 + 0,12 = 0,66 \text{ мм.}$$

Граничні відхилення замикаючої ланки визнаємо:

$$\Delta_{e\Delta} = \Delta_{o\Delta} + \frac{\delta_{\Delta}}{2} = -0,33 + \frac{0,66}{2} = 0$$

$$\Delta_{н\Delta} = \Delta_{o\Delta} - \frac{\delta_{\Delta}}{2} = -0,33 - \frac{0,66}{2} = -0,66$$

В кінцевому випадку отримуємо  $A_{\Delta} = 45_{-0,66}$ .

### 2.6.3. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання і оснащення.

Аналітичний розрахунок

Обробка 2 отворів  $\varnothing 120\text{H}7^{(+0,022)}$  (алмазна обробка).

1. Вибираємо ріжучий інструмент – різець ТЗОК4  $\phi = 90^{\circ}$ ;  $\phi_1 = 50^{\circ}$  державка – сталь 45 (табл.2 ст.215 [3]).

2. Глибина різання  $t = \frac{D - d}{2} = \frac{120 - 119}{2} = 0.5 \text{ мм.}$

3 Призначаємо подачу по верстату  $S = 0.1 \div 0,11 \text{мм/об}$  (табл.4, ст.420 [3]),

$K_s = 0.8$  - уточнюючий коефіцієнт.

$$S = (0.1 \div 0.11) 0.8 = .08 \div 0.088 \text{ мкм.}$$

Коректуємо подачу по верстату  $S_1 = 0.084 \text{мм/об}$ .

4. Період стійкості різця  $T = 60 \text{ хв.}$

5. Визначаємо швидкість різання  $v_i = \frac{C_v}{T^{m_t} S^{y_v}} K_v$ .

Коефіцієнти і показники степенів з таблиці 8, ст.422[3],

$$C_v = 420; x_v = 0.15; y_v = 0.2; m = 0.2.$$

Уточнюючі коефіцієнти  $K_{sv} = 0.9$ .

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mv} \frac{75}{\delta_8} = \frac{75}{44} = 1,7 \text{ (табл. 9, ст.424, [3]),}$$

$$K_{uv} = 1.49 \text{ (табл. 15, ст. 426, [3]); } K_{\phi v} = 0.7 \text{ (табл. 16, ст. 427)}$$

$$\delta_i = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.084^{0.2}} \cdot 1.7 \cdot 1.4 \cdot 0.7 = 555 \text{ мм/хв.}$$

$$6. \text{ Частота обертання шпинделя } n = \frac{1000\delta_i}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 555}{3,14 \cdot 120} = 2077,3 \text{ об/хв.}$$

Коректована частота обертів  $n_q = 2000$  об/хв.

$$7. \text{ Дійсна швидкість різання } v_q = \frac{\pi D n_q}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 2000}{1000} = 534 \text{ м/хв.}$$

$$8. \text{ Потужність різання: } N_p = \frac{P_z v_q}{60 \cdot 102}$$

$$\text{Сила різання } P_z = C_{pz} t^{x_{pz}} S^{y_{pz}} v^{n_{pz}} K_{pz}.$$

Випишемо значення коефіцієнтів і показників степенів (з табл. 20, ст. 429 [3]):

$$C_{pz} = 300; x_{pz} = 1; y_{pz} = 0,75; n_{pz} = 0,15.$$

Уточнюючі коефіцієнти

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_B}{75}\right)^{n_p}; n_p = 0.75 \text{ (табл. 22, ст. 430); } K_{mp} = \left(\frac{44}{75}\right)^{0,75} = 0,67,$$

$$K_{\phi p} = 0,89 \text{ (табл. 24, ст. 431).}$$

$$P_z = 300 \cdot 0.5^1 \cdot 0.084^{0,75} \cdot 5.34^{-0,15} \cdot 0.67 \cdot 0.89 = 59 \text{ Н,}$$

$$N_{piz} = \frac{5,9 \cdot 5,34}{60 \cdot 102} = 0,515 \text{ кВт} < 4,5 \text{ кВт} = N_{um}$$

Фрезерування площини низу основи  $h = 20_{-1,0}^{+2,0}$  (по довіднику [3])

1. Ріжучий інструмент – фреза  $\varnothing 200$  з вставними зубами Т15КБ, торцева (табл. 76, ст. 245). Геометрія:  $\alpha = 20^\circ; \gamma = 20^\circ; \phi = 60^\circ; \phi_0 = 45^\circ$ .

2. Глибина різання  $t = h = 1$  мм.

3. Подача на зуб фрези (табл. 32, ст. 438)  $S_z = 0.09 \div 0.18$  мм/зуб.

Приймаємо  $S_z = 0.18$  мм/зуб.

4. Період стійкості фрези  $T = 240$  хв. (табл. 38, ст. 444).

Допустиме зношування зубів  $h_z = 0,4$  мм (табл. 10, ст. 154).

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$5. \text{ Швидкість різання } v_i = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S_z^{y_v} Z^{p_v}} K_v.$$

Випишемо значення коефіцієнтів і показників степенів (табл. 37, ст. 441)

$$C_v=41; q_v=0.25; x_v=0.1; y_v=0.4; u_v=0.15; p_v=0.1; m=0.2.$$

$$\text{Уточнюючі коефіцієнти } K_{nv} = \frac{75}{\delta_g} = \frac{75}{44} = 1,7 \text{ (табл. 9, ст. 424).}$$

$$K_{nv}=0.8; K_{iv}=1; K_{\phi_v}=1$$

$$v_i = \frac{41 \cdot 200^{0.25}}{240^{0.2} \cdot 1^{0.1} \cdot 0.18^{0.4} \cdot 170^{0.15} \cdot 12^{0.1}} \cdot 1.7 \cdot 0.8 = 47 \text{ м/хв.}$$

$$6. \text{ Частота обертання шпинделя } n = \frac{1000 v_i}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 47}{3,14 \cdot 200} = 74,8 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо хвилину подачу по верстату  $n_g=80$  об/хв.

$$7. \text{ Дійсна швидкість різання } v_g = \frac{\pi D n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 80}{1000} = 50,24 \text{ м/хв.}$$

$$8. \text{ Хвилинна подача } S_m = S_z \cdot z \cdot n_g = 0,18 \cdot 12 \cdot 80 = 173 \text{ мм/хв.}$$

Коректуємо хвилину подачу по верстату  $S_m=160$  мм/хв.

$$9. \text{ Дійсне значення подачі на зуб } S_{zg} = \frac{S_m}{Z \cdot n_g} = \frac{160}{12 \cdot 80} = 0,17 \text{ мм/зуб.}$$

$$10. \text{ Визначаємо колову силу різання: } P_z = \frac{C_p t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^{z_p} \cdot Z}{D^{y_p} \cdot n^{\omega_p}} k_p.$$

Коефіцієнти і показники степеня (табл. 39, ст. 445):  $C_p=825$ ;

$$x_p=1; y_p=0,75; u_p=1,1; \omega_p=0,2; q_p=1,3.$$

$$\text{Уточнюючі коефіцієнти: } K_{mp} = \left(\frac{\delta_g}{75}\right)^{n_p}; n_p = 0,75 \text{ (табл. 21,22; ст. 430)}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{44}{75}\right)^{0,75} = 0,67.$$

$$P_z = \frac{820 \cdot 2^1 \cdot 0,17^{0,75} \cdot 170^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 80^{0,2}} \cdot 0,67 = 416 \text{ кгс.}$$

$$11. \text{ Визначаємо потужність різання } N_{piz} = \frac{P_z v_g}{60 \cdot 102};$$

$$N_{piz} = \frac{416 \cdot 50}{60 \cdot 102} = 3,4 \text{ кВт} (N_{um} = 8 \text{ кВт}).$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Далі вибираємо режими різання по таблицях і зводимо їх в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7. – Вибір режимів різання

Операція, перехід	$t$ , мм	$S$ , мм/об, мм/хв	$N$ , об/хв	$v$ м/хв
1	2	3	4	5
Вертикально – свердлильна Свердлити 3 отвори $\varnothing 13,5^{0,4}$ Розвернути 3 отвори $\varnothing 14H9^{(+0,043)}$	6,75 0,25	0,14 0,63	355 200	15,6 8,8
Радіально – свердлильна Розвернути 3 отвори $\varnothing 14H9^{(+0,043)}$	0,25	0,63	200	8,8
Горизонтально - фрезерна Фрезерувати паз $163,5 \times 10 \pm 0,2$	1,5	100	80	41,2
Повздовжньо – фрезерна Фрезерувати торці в р $1120 \pm 0,5$	3	100	125	78,5
Повздовжньо – фрезерна Фрезерувати торці в розмірі $1195 \pm 0,6$	2	125	125	0,8
Розточна Розточити отвір $\varnothing 119H9$ Розточити отвір $\varnothing 119H9$ Розточити отвір $\varnothing 170H9$	1,5 1,5 1,5	0,135 0,135 0,188	215 215 154	81 78,3 82
Алмазно – розточна Розточити отвір $\varnothing 120H7$	0,5	0,1	140	75
Вертикально – свердлильна Свердлити одночасно 8 отворів $\varnothing 8,4^{(+0,35)}$	-	0,2	500	13,3

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

1	2	3	4	5
Вертикально – свердлильна Свердлити 4 отвори $\varnothing 8,4^{(+0.35)}$ (на прохід)	-	0,3	440	11,7
Вертикально – свердлильна Свердлити 4 отвори $\varnothing 8,4^{(+0.35)}$ (глухі)	-	0,28	250	2,67
Різенарізна Різати різьбу в 8 отворах М10-7Н Різати різьбу в 8 отворах М10-7	1,5 1,5	1,5 1,5	180 180	5,7 5,7
Агрегатна Свердління 4 отворів $\varnothing 6,7$ Свердління отворів $\varnothing 14,5$ Свердління 2 отворів $\varnothing 18,25$ Нарізати різьбу $\varnothing 19,772$ (2 отвори) Нарізка різби М16 Нарізка різби М16 (3 отвори) Нарізка різби М8 (4 отвори)	- - - 1,8 1,5 2,0 1,25	0,09(45,5) 0,162(45,5) 0,216(45,5) 1,814 1,5 2,0 1,25	505 280 210 130 160 160 256	10,6 19,7 122,0 8,0 8,0 8,0 6,4

Таблиця 2.8. – Вибір металорізальних верстатів

№ опер	Потужність N, кВт	Габарити робочої поверхні, мм	Назва і марка обладнання	Ціна, грн
1	2	3	4	5
005	10,0	2245x3040	Вертикально – фрезерний 6550	32500
010	7,5	1290x875	Вертикально – свердлильний 2Н150	32500
015	4	2445x1000	Радіально – свердлильний 2М55	45900
020	7,5	2100x2440	Горизонтально – фрезерний 6Р82Г	23300
025	7,0x2	5200x3520	Повздовжньо – фрезерний ГФ1400	166500
030	7,0x2	5200x3520	Повздовжньо – фрезерний ГФ1400	166500
035	5	4300x2735	Горизонтально – розточний 2615	121300

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

1	2	3	4	5
040	2,2	1400x1900	Алмазно – розточний спеціальний верстат	15500
045	7,5	1290x875	Вертикально – свердлильний 2Н150	32000
050	7,5	1290x875	Вертикально – свердлильний 2Н150	32000
055	4	2445x1000	Радіально – свердлильний 2М55	45900
060	1,5x5	4500x2675	Агрегатний спеціальний верстат В1Г2Н2Г	≈44000

Ріжучий і вимірювальний інструмент вибирається для кожної операції технологічного процесу механічної обробки. При вибраному ріжучому і вимірному інструменті можна рахувати подалі режими різання.

Вибирати ці інструменти потрібно по таких критеріях: залежно від типу виробництва; залежно від виду обробки і точності обробленої поверхні; залежно від матеріалу, що обробляється; залежно від розмірів оброблювальних поверхонь, та ін.

Оснoву вибору складають довідники і ДСТУи. Отже, зводимо вибраний інструмент в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9. – Ріжучий і вимірний інструмент

Операція	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005 Вертикаль - фрезерна	Фреза торцева (Ø320мм) Z=20;BK8;ДСТУ8529-69 B=75 мм;d=128.57мм	Шаблон спеціальний
010 Вертикально - свердлильна	Головка свердлильна; свердло (Ø13,5) ДСТУ 10903-77;P18	Шаблон на розташування; шаблон Ø13,5

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

1	2	3
015 Радіально - свердлильна	Розвертка (Ø14) P18 ДСТУ1678-62	Шаблон спеціальний, на розташування, Пробка Ø14Н9 ДСТУ 14810-69
020 Горизонтально - фрезерна	Фреза циліндрична спеціальна (Ø164)	Шаблон спеціальний Ø 164-0,5
025 Повздовжньо - фрезерна	Фреза торцева ВК8 ДСТУ8529-69; D=250мм; В=128,57мм;Z=14	Шаблон на розташування торців
030 Повздовжньо – фрезерна	-//-	-//-
035 Горизонтально - розточна	Борштанга;різець ВК8 спеціальний (Ø16)	Нутрамір НИ100-160 ДСТУ868-72 Пробки спеціальні Ø119 НЕ-ПР Ø169 НЕ-ПР
040 Алмазно - розточна	Борштанга Різець ВК10 лівий спеціальний (Ø12) Різець ВК10 спеціальний(Ø12)	Пробка Ø120 Н7: ПР ДСТУ 14823-69 НЕ ДСТУ 14823-69 Пробка Ø170Н7: ПР ДСТУ 14822-69 НЕ ДСТУ 14822-69
045 Вертикально - свердлильна	Головка свердлильна Свердло Р6М5 (Ø8,5) ДСТУ 10903-77	Пробка (Ø8,5) спеціальна Шаблон на розташування
050 Вертикально – свердлильна	Головка свердлильна Свердло Р6М5 (Ø8,5) ДСТУ 10903-77	

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

1	2	3
055 Радіально - свердлильна	Мітчик Р6М5 (М10) ДСТУ 3266-81 Втулка ДСТУ15936-70	Пробка (М10-7Н) ДСТУ 17758-72
060 агрегатна	Свердло Р6М5 (Ø6,8) ДСТУ 10903-77 Свердло Р18 (Ø14,5) ДСТУ 10903-77 Свердло конічне Р6М56 спеціальне Мітчик конічний Р6М5 спеціальний (Ø19,772) Мітчик (М16х1,5) ДСТУ 3266-81 Мітчик (М16) ДСТУ3266-81 Мітчик (М8) ДСТУ 3266- 81	Пробка (Ø6,8) спеціальна Шаблон спеціальний Пробка (Ø14,5) спеціальна Шаблон на розташування Шаблон конічний спеціальний Пробка (М19,772) спеціальна Пробка (М16) ДСТУ 17768-72 Пробка (М16) ДСТУ 17758-72 Пробка (М8) ДСТУ 17758-72

#### 2.6.4. Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.

##### 1. Встановлення контрольних операцій

##### 1.1. Вхідний контроль заготовки деталі корпусу:

- зовнішній вигляд: огляд для виявлення поверхневих дефектів (на оброблюваних поверхнях допускається глибиною не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку)
- контроль твердості матеріалу: НВ170-240
- контроль геометричних розмірів виливка

Величина вибірки для вхідного контролю партії заготовок:

- зовнішній огляд – 100% контролю;
- контроль твердості матеріалу - 2÷5 заготовок з партії;
- контроль геометричних розмірів - 2÷5 заготовок з партії.

##### 1.2. Операційний контроль після кожної операції виконавцем.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

1.3. Кінцевий (приймальний) контроль, здійснюється контролером на контрольній операції.

Контролю підлягають:

- зовнішній вигляд (наявність всіх оброблюваних поверхонь: фасок, відсутність забоїв, раковин);
- геометричні розміри;
- шорсткість оброблюваних поверхонь (контроль шляхом порівняння з зразками шорсткості);
- допуски взаємного розташування поверхонь.

## 2. Встановлення транспортних операцій.

В розроблюваному технологічному процесі необхідно передбачити транспортні операції для:

- транспортування заготовок з заготівельного цеху в дільницю механічної обробки;
- транспортування заготовок між робочими місцями;
- транспортування заготовок на чистку;
- транспортування готових деталей в фарбувальний цех і назад в дільницю складання.

## 3. Встановлення допоміжних операцій.

В якості допоміжних в розроблюваному технологічному процесі необхідно передбачити такі операції:

- контрольна (для проведення кінцевого контролю після механічної обробки);
- фарбувальна (для поліпшення зовнішнього вигляду та підвищення корозійної стійкості деталі).

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.5. Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва.

Після визначення змісту операцій, орієнтовного вибору обладнання, інструментів і розрахунку режимів різання норми часу визначаємо в такій послідовності:

1. По кожному переходу вираховується основний (технологічний) час  $T_0$ .

Наприклад, для 040 операції обробка 2 отворів  $\varnothing 120H7^{(+0.022)}$

$$\text{Основний час } T_0 = \frac{L_i}{nS},$$

$$L = l + y + \Delta;$$

$$\text{Врізання } y = t \cdot \text{ctg} 90^\circ = 0.5 \cdot 0.58 = 0.31 \text{ мм}; \text{Перебіз } \Delta = 2 \text{ мм}$$

$$L_A = 15 + 0.31 + 2 = 17.31 \text{ мм}; L_B = 38 + 0.31 + 2 = 40.31 \text{ мм}.$$

$$T_{OA} = \frac{17.31}{2000 * 0.084} = 0.103 \text{ хв}; T_{OB} = \frac{40.31}{2000 * 0.084} = 0.24 \text{ хв}$$

$$T_{0\Sigma} = 0.103 + 0.24 = 0.343 \text{ хв}$$

2. По змісту кожного переходу встановлюється необхідний комплекс прийомів допоміжної роботи і знаходиться допоміжний час  $T_{доп}$  з врахуванням можливих і корисних суміщень і перекриття.

3. По нормативах в залежності від операцій і обладнання встановлюється час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби  $T_{обс}$  і  $T_{відп}$ .

4. Визначається норма штучного часу  $T_{шт} = T_0 + T_{доп} + T_{відп}$ .

5. Для серійного виробництва встановлюється склад підготовчо – заключної роботи, вираховується підготовчо – заключний час  $T_{пз}$  і штучно – калькуляційний час  $T_{шк} = T_{шт} = T_{пз} / n$ .

Отже, за довідником проводимо вибір потрібних часів і записуємо їх в таблицю 2.8 ([9]).

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10. – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

Номер і номенклатура операції	Основний час, $T_o$	Допоміжний час $T_d$			Оперативний час $T_{оп}$	Час обслуговування, $T_{обсл}$		Час на відпочинок, $T_{від}$	Штучний час, $T_{шт}$	Підготовчо – заключний час, $T_{п.з.шт}$	Число деталей в партії, $n$ , шт	Штучно – кальк. час $T_{шк}$
		Встановлення і зняття деталей	Керування верстатом	Вимірювання		Технологічний	організаційний					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005 Вертикально - фрезерна	4,9	0,35	0,65	0,3	0,84	0,07	-	0,017	5,695	13,0	260	5,745
010 Вертикально - свердлильна	0,33	0,17	0,32	0,15	0,35	0,024	-	0,007	0,681	14,0	260	0,735
015 Радіально – свердлильна	0,48	0,19	0,5	0,31	0,32	0,022	-	0,0064	1,0084	6,25	260	1,032
020 Горизонтально – фрезерна	6,54	0,3	0,58	0,28	0,65	0,067	-	0,013	7,2	9,0	260	7,235
025 Повздовжньо – фрезерна	8,96	0,30	0,55	0,25	0,81	0,062	-	0,0162	10,15	7,2	260	10,21
030 Повздовжньо – фрезерна	9,6	0,32	0,62	0,3	0,83	0,067	-	0,0166	10,31	16,15	260	10,37
035 Горизонтально – розточна	1,16	1,2	1,5	0,3	2,34	0,26	-	0,047	2,967	20,15	260	3,042
040 Алмазно – розточна	0,64	1,4	1,81	0,41	1,3	0,143	-	0,026	2,62	21,02	260	2,7
045 Вертикально – свердлильна	0,2	0,17	0,65	0,48	0,32	0,022	-	0,0064	0,88	6,12	260	0,91
050 Радіально - свердлильна	0,62	0,17	0,79	0,62	0,32	0,022	-	0,064	1,5	6,24	260	1,524

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
055 Радіально – свердлильна	1,23	0,19	0,79	0,6	0,35	0,024	-	0,007	2,84	6,25	26 0	2,86
060 Агрегатна	2,23	0,17	0,37	0,2	2,63	0,184	-	0,053	2,837	23,0 5	26 0	2,93

На основі розрахункових технічних норм часу проводимо уточнення типу і організаційної форми виробництва за методикою приведеною в параграфі 2.1. Результати розрахунків представляємо у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11. – Уточнення типу виробництва

№ опер.	Назва операції	$T_{шт-к, хв}$	$m_p, шт$	$m_{пр, шт}$	$\eta_\phi$	O
005	Вертикально-фрезерна	5,745	0,3	1	0,3	2,67
010	Вертикально-свердлильна	0,735	0,02	1	0,02	40,0
015	Радіально-свердлильна	1,032	0,03	1	0,03	26,7
020	Горизонтально-фрезерна	7,235	0,19	1	0,19	4,2
025	Поздовжньо-фрезерна	10,21	0,26	1	0,26	3,1
030	Поздовжньо-фрезерна	10,37	0,27	1	0,27	3,0
035	Горизонтально-розточна	3,042	0,08	1	0,08	10,0
040	Алмазно-розточна	2,7	0,07	1	0,07	11,4
045	Вертикально-свердлильна	0,91	0,02	1	0,02	40,0
050	Радіально-свердлильна	1,524	0,04	1	0,04	20,0
055	Радіально-свердлильна	2,86	0,07	1	0,07	11,4
060	Агрегатна	2,93	0,08	1	0,08	10,0
	Всього	43,55		12		179,8

$$K_{3,0} = \frac{179,8}{12} \approx 15$$

Так, як  $K_{3,0} = 15$  згідно ДСТУ 14.004-83 при  $10 \leq K_{3,0} < 20$  тип виробництва середньосерійний.

Для збільшення завантаження верстатів на дільниці періодично обробляються інші деталі, які схожі по конфігурації і формі з корпусом.

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування пристрою для закріплення деталі в агрегатному верстаті

3.1.1. Вибір схеми установки деталі в агрегатному пристосуванні.

Дана схема установки по зовнішній циліндричній поверхні обробленій дозволяє ( $\varnothing 170 \frac{H7}{f7}$ ) обробити всі сторони і поверхні деталі, які задіяні для обробки на даній операції. Також установка проходить по двох різних торцях деталі, що забезпечує чітку орієнтацію деталі для даної операції.

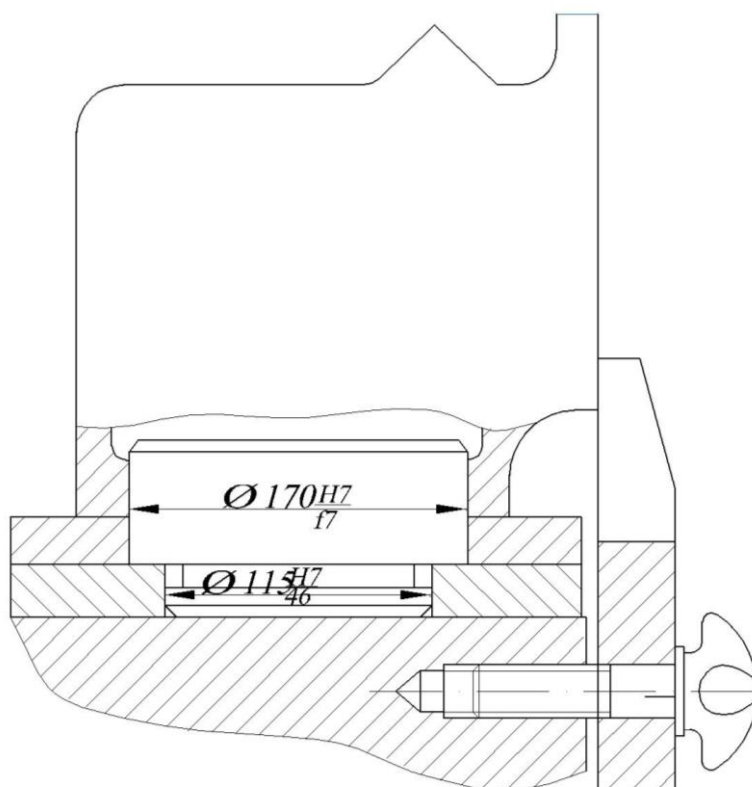


Рисунок 3.1 – Схема установки деталі в агрегатне пристосування

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

### 3.1.2. Силовий розрахунок параметрів приводу.

Розрахунок сил затиску при конструюванні нового пристосування. Для цього потрібно знати умови проектованої обробки – величину, напрям і місце прикладання сил, зсуваючи заготовку, а також схему її установки і закріплення.

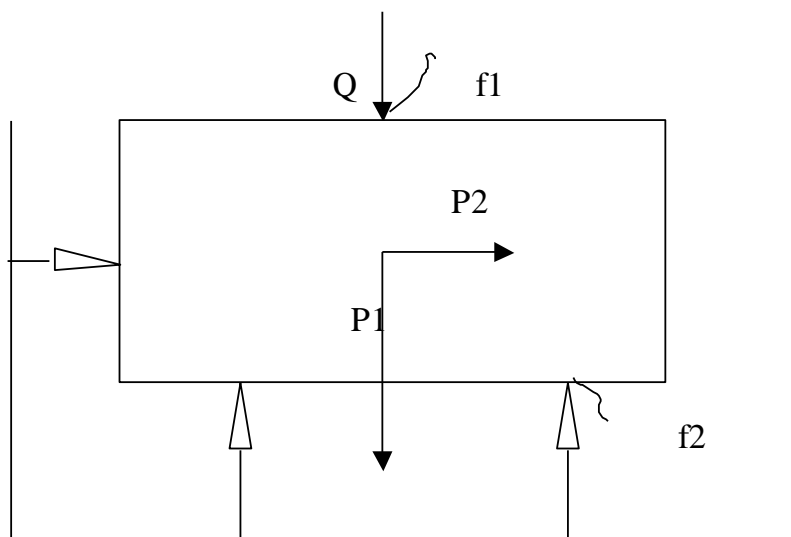


Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку сил затиску

До оброблювальної заготовки прикладені сили, що виникають в процесі обробки, шукані сили і реакції опор. Під дією цих сил заготовка знаходиться в рівновазі.

Сила закріплення  $Q$  повинна бути достатньою для попередження зміщення встановленої в пристосуванні заготовки.

Для цього вибираємо типову схему для розрахунку сил затиску заготовок від зміщення.

При даній схемі так як  $f_1=f_2=f$  – коефіцієнт тертя, тоді сила затиску рахуватиметься по формулі

$$Q = \frac{KP_z}{f_1 + f_2} = \frac{1.5 * 59}{0.78 + 0.78} = 56.7 \text{ Н,}$$

$K$  – коефіцієнт запасу;  $K=1,5$  (ст. 69 [12]);

$f_1=f_2=0.78$ ;

$P_z$  - сила, що діє на заготовку в процесі різання;  $P_z = 59 \text{ Н}$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Для даного пневматичного пристрою при визначених його параметрах визначасмо тип затискного пристрою.

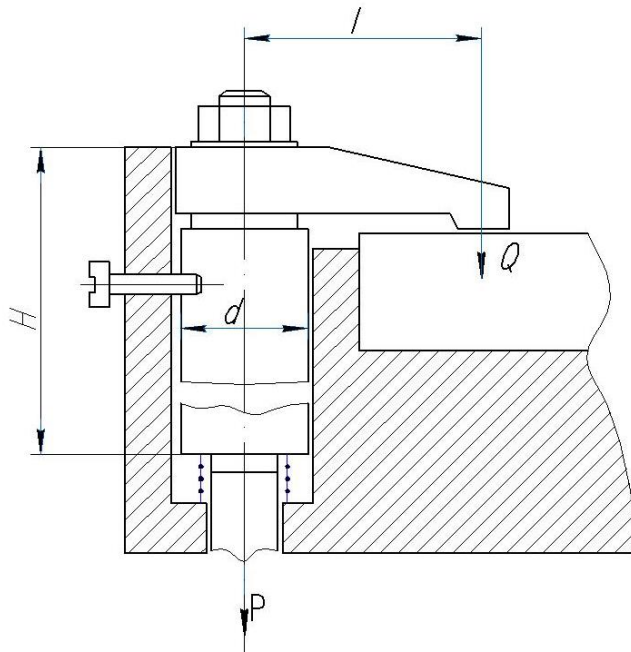


Рисунок 3.3 – Схема типового затискного пристрою

Даний пристрій представлений у вигляді зажиму з Г – подібним прихватом, який дуже підходить для даної обробки деталі на агрегатному верстаті.

Розміри силових приводів будуть залежати від кількох факторів, а саме: розмірів габаритів заготовки, сили закріплення, матеріалу силових елементів.

Зусилля затиску для конкретного типу солового пристрою:

$$Q = P \left(1 - \frac{3\ell}{H} f\right) \kappa \Gamma;$$

де  $\ell$  - відстань від осі до точки прикладної сили;  $\ell = 50$  мм;

$H$  – висота направляючої частини;  $H = 270$  мм;

$f$  – коефіцієнт тертя;  $f = 0,78$

$d$  – діаметр направляючої частини;  $d = 36$  мм.

$$Q = 59 \left(1 - \frac{3\ell}{H} f\right) = 59 \left(1 - \frac{3 * 50}{270} 0,78\right) = 57,05H$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

### 3.1.3. Розрахунок на точність

Похибка установки  $\xi$ , як одна з складових загальної похибки виконуваного розміру, шумується із похибок базування  $\xi_6$ , закріплення  $\xi_3$ . По своєму фізичному змісту величина  $\xi$  виражає похибку положення заготовки.

Отже, вибираємо похибку базування  $\xi_6=0$  (таб.36, ст. 78 [1])

Тоді похибка установки буде:

$$\xi = \sqrt{\xi_6^2 + \xi_3^2};$$

$$\xi = \sqrt{0^2 + 110^2} = 110 \text{ мкм}$$

Є також і похибка положення заготовки  $\xi_{пр}$ , але в даному пристосуванні на обробку і точність вона ніяк не впливає (свердяться отвори), тому в розрахунку її і не враховуємо.

### 3.1.4. Загальний опис конструкції, принцип дії.

Пристосування для агрегатного верстату (операція 60) призначено для закріплення деталі корпус 25.13.72.

Пристосування встановлюється на 6 – позиційному поворотно – ділильному верстаті 6, призначеному для переміщення деталі з однієї позиції на іншу і фіксації кулачком 15 на кожній позиції за допомогою прижиму 20.

При повороті під направляючу планшайби 24 від станції змащування подається з певним тиском масло (гідростатичне змащування).

Зафіксована і затиснена в пристосуванні деталь послідовно проходить робочі позиції стола, на котрих проводиться її обробка інструментом, встановленим і закріпленим в силовій головці в шпинделі. Повний цикл обробки проводиться за один оберт планшайби поворотно – ділильного столу 6.

Затиск і відтиск деталі, а також її фіксація і роз фіксація проводиться на завантажувальній позиції при нерухомій планшайбі поворотного стола.

Керування механізмом затиску здійснюється з допомогою кнопок на пульті.

Сам верстат – агрегатний – являється 5 – стороннім, 17 – шпиндельним свердлильно – різенарізним з 6 – позиційним поворотним столом.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На верстаті проводиться: свердління 4 отворів  $\varnothing 6,7H12$ ; свердління отворів  $\varnothing 14,5H12$ ; свердління 2 отворів  $\varnothing 18,25H12$ , нарізання різьби КГ 1/2" ( $\varnothing 19,772$ ) в 2 отворах; нарізання різьби М16х1,5-7Н; нарізання різьби М16-7Н в 3 отворах; нарізання різьби М8-7Н в 4 отворах.

### 3.2. Проектування пристрою для алмазного розточування

#### 3.2.1. Розрахунок на точність і сили затиску.

Похибку базування рахують за формулою:

$$\xi = \frac{\Delta}{2} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ мм.}$$

Схема затиску аналогічна схемі в п. 5.1.4

Сила затиску, що потрібна для затиску деталі:

$$W = 5kP = 5 * 1.4 * 5.9 = 41.3 \text{ Н,}$$

$k$  – коефіцієнт запасу;  $k = 1,4$ ;

$P$  – сила, що діє на деталь в процесі обробки;  $P = 5,9 \text{ Н}$ ;

Сила, яку може розвинути шток гідроциліндра:

$$Q = (\pi D^2 / 4) p \eta,$$

де  $D$  – діаметр гідроциліндра, мм;

$p$  – тиск масла  $20 \div 75 \text{ кгс/мм}^2$ ;

$\eta$  –  $0,85 \div 0,9$ .

$$Q = (3.14 * 20^2 / 4) 25^2 * 0.85 = 70.8 \text{ Н.}$$

#### 3.2.2. Загальний опис конструкції, принцип дії.

Верстатне пристосування для кінцевої обробки отворів в корпусі КС6Б-09.108, складається з корпусу 3 до якого кріплять гідроциліндр 2, а також для установчої плити 8 з трьома пальцями в яких базуватиметься оброблювана деталь. До штока гідроциліндра кріпиться втулка 7, а у втулку посаджена стійка 1 з прижимом 5.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Пристосування працює по принципу важеля: коли шток гідроциліндра рухається донизу, то тягне за собою втулку з стійкою і при жимом за рахунок чого оброблюваний корпус КС6Б-09.108 надійно притискається до плити і проводиться механічна обробка на верстаті. Після обробки за допомогою гідроперемикача шток гідроциліндра рухається в зворотньому напрямку (вверх) при якому прижим відпускає оброблювальну деталь.

Пристрій є продуктивний, бо передбачено дві плити і двосторонній прижим за рахунок чого можна обробляти дві деталі одночасно.

### 3.3. Проектування спеціального контрольного пристрою для контролю співвісності

#### 3.3.1. Загальний опис конструкції, принцип дії.

Пристрій призначений для контролю співвісності отворів  $\varnothing 120H7$  деталі 25.13.72.

Для контролю співвісності необхідно встановлено пристосування в отвір, що контролюється. Індикатор встановлюємо на «0», потім обертаємо деталь на  $180^\circ$  і замічаємо покази індикатору. Різниця показів індикатору, що отримана в 2 протилежних місцях, ділена на половину, дає допуск співвісності отворів.

Деталь рахується придатною, якщо величина допуску співвісності не більше 0,03мм. Пристосування складається з корпусу 3 в якому знаходиться під пружинний плунжер, що впирається в стіпку отвору деталі. В корпус вкручується ручка 1. корпус пристрою кріпиться до планки 4 болтами 6. на другому кінці планки кріпиться індикатор годинникового типу, по якому і міряють покази відхилень. Його ніжка впирається в стінку протилежного отвору і контролює параметр співвісності двох отворів.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРАХУНОК, КОМПОНОВКА, ПЛАН ДІЛЬНИЦІ І ЦЕХУ

4.1. Уточнення номенклатури і кількості виробів, які виготовляються на дільниці

Номенклатура і кількість виробів що виготовляється на даній таблиці представлені таблицею 4.1.

Таблиця 4.1. – Номенклатура і кількість виробів

№ п/п	Номенклатура виробів	Кількість виробів
1	Корпус редуктора КС6Б-09.118	5000

4.2. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання

Кількість верстатів, необхідних для обробки деталі по заданій виробничій програмі, на основі розробленого технологічного процесу і розрахованої норми часу на виконання кожної операції визначається за формулою:

$$C = \frac{t_{um}}{t_e},$$

де  $t_{um}$  – штучний час на обробку;

$t_e$  – такти випуску.

Ці розрахунки приведені в пункті 2.6.5 технологічної частини. Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.2., туди ж заносимо розрахункові дані визначення площі, необхідної для переміщення на дільниці обладнання і проходів між ними.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 4.2. – Зведена відомість обладнання

№ операції	Назва операції	Модель верстату	Розрахункова к-ть верстатів	Прийнята к-ть верстатів	Питома площа на 1 верстат, м <sup>2</sup>	Необхідна площа, м <sup>2</sup>
005	Вертикально – фрезерна	6550	0,02	1	25	25
010	Вертикально–свердлильна	2Н1520	0,03	1	12	12
015	Радіально – свердлильна	2М55	0,19	1	14	14
020	Горизонтально – фрезерна	6Р82Г	0,26	1	25	25
025	Повздовжньо - фрезерна	ГФ1400	0,27	1	25	25
030	Повздовжньо - фрезерна	ГФ1400	0,08	1	25	25
035	Горизонтально - розточна	2615	0,07	1	14	28
040	Алмазно - розточна	А2706	0,02	1	14	28
045	Вертикально-свердлильна	2Н150	0,04	1	14	14
050	Радіально – свердлильна	2М55	0,07	1	14	14
055	Радіально – свердлильна	2М55	0,08	1	14	14
060	Агрегатна	спец. в-т		1	25	52
Всього				12		276

#### 4.3. Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ дільниці

Площа, необхідна для розміщення обладнання на дільниці із врахуванням проходів, становить 274м<sup>2</sup>.

Для більшої зручності доцільно влаштовувати централізований заготівельний цех спільний для всього заводу [14, ст. 178].

Оскільки дана механічна дільниця невелика, то заточне відділення розміщуємо в інструментальному цеху. Для заточного відділення згідно

						046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			60

рекомендацій [14,ст. 180] для обслуговування даної ділянки приймаємо 2 заточних верстати.

Контрольні пункти відділу технічного контролю розміщуються безпосередньо на ділянці.

Укрупнено площу контрольного пункту приймаємо рівною  $12\text{м}^2$  [14,ст. 159].

Оскільки на ділянці розміщено менше 100 одиниць обладнання, то організація цехової ремонтної бази недоцільна, збір стружки проводиться в спеціальну тару, яка доставляється в відділення по переробці стружки, площа якого становить  $65\text{м}^2$  [14,ст. 170].

Маса стружки на річну програму становить 44,4 т.

Площа відділення для приготування і роздачі змащувально – охолоджувальної рідин може бути укрупнено визначена в залежності від кількості виробничого обладнання [14,ст. 165] і повинна становити не менше  $35\text{м}^2$ . Площа складу масел складає  $10\text{-}20\text{м}^2$ .

Склади:

А) площа складу матеріалів і заготовок  $S_{сз} = \frac{Q_{чор}}{260 \cdot q \cdot K_g}$ ;

де  $Q_{чор}$  – маса деталей і заготовок річного об'єму випуску, які підлягають зберіганню на складі ( $Q_{чор} = 600\text{т}$ );

$t$  – середня кількість робочих днів на протязі яких матеріал і заготовки зберігаються на складі ( $t = 4$  дні);

$q$  – середнє допустиме навантаження на  $1\text{м}^2$  корисної площі підлоги, при зберіганні в стелажах  $2\text{-}7\text{ т/м}^2$ ;

$K_g$  – коефіцієнт використання площі складування,  $K_g = 0,4$ .

$$S_{сз} = \frac{600 \cdot 4}{260 \cdot 5 \cdot 0,4} = 4,6\text{м}^2.$$

Б) площа проміжного складу визначається за формулою

$$S_{np} = \frac{Qt}{260 \cdot q \cdot K_g},$$

де  $Q$  – маса готової деталі річної програми випуску;

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$Q=555,6$  т.

$$S_{np} = \frac{555,6 \cdot 4}{260 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{2222,4}{208} = 10,6 \text{ м}^2.$$

Площа складу інструменту визначається з розрахунку на один металорізальний верстат і згідно рекомендацій становить  $0,4 \text{ м}^2$ .

Площа складу пристосувань згідно рекомендацій приймається рівною  $0,3 \text{ м}^2$

#### 4.4. Вибір типу і розрахунок транспортних засобів

Всі деталі вагою до 100 кг транспортуються на дільниці електрокарами: дрібні деталі транспортуються на ва ящиках, крупніші навалом на піддон. Загальна вага транспортованих деталей (корпусів редуктора КС6Б-09.108)  $Q=600$  тонн в рік.

Приймаємо:

- середня кількість переходів однієї деталі верстату на верстат з врахуванням перевезень заготовок зі складу заготовок і деталей в проміжний склад складе 12 транспортних операцій на кожну деталь ( $i$ );

- завантаження електрокара за 1 рейс в середньому  $0,4$  т. ( $q$ );

- середній пробіг електрокара за один рейс туди і назад  $48 \times 2 = 96$  м ( $\ell_{ср}$ );

- середня швидкість електрокара  $\vartheta_{ср} = 100$  м/с;

- час на завантаження ( $t_3$ ) і розвантаження ( $t_p$ ) електрокара за кожну операцію по 1 хв;

- номінальний річний фонд часу електрокара для однієї зміни 2070 год. ( $F$ ), режим роботи двозмінний ( $m$ ), коефіцієнт, що враховує простої електрокара через ремонт  $K_m = 0,97$ .

Підставляючи вказані значення у формулу [14, ст. 375]:

$$K_{TP} = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot F \cdot m \cdot K_T} \left( \frac{\ell_{ср}}{v_{ср}} + t_3 + t_p \right).$$

Одержимо

$$K_{TP} = \frac{600 \cdot 12}{0,4 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left( \frac{96}{100} + 1 + 1 \right) = \frac{7200}{96379,2} \cdot 2,96 = 0,22$$

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Приймаємо  $K_{m np}=1$  електрокар

Знайдемо величину коефіцієнта завантаження по часу:

$$\eta_T = \frac{K_{TP}}{K_{TnP}} = \frac{0.22}{1} = 0.22$$

4.5. Вибір типу основних будівельних параметрів будівлі, розробка плану розміщення обладнання і робочих місць

Для заданого цеху приймаємо будівлю в основі якої є УТС розміром 72x72 м з сіткою колон 18x12м висотою прольоту 7,2м. розміри світлоарачійного ліхтаря 2410x6000м. В якості панель перекриття використовуємо рядні уніфіковані попередньо напружені плити розміром 3000x12000 мм.

Дільницю обробки корпусу 25.13.72 розташовуємо за складом заготовок. Верстати на дільниці розташовуємо за складом заготовок. Верстати на дільниці розташовуємо по ходу технологічного процесу по 2 сторону переходу шириною 2000 мм. Для забезпечення безпечних умов роботи, а також повноцінного обслуговування витримуємо відстані між верстатами в залежності від габаритів верстату. Відстані між верстатами та відстані від стіни або колон до верстатів вказуємо від зовнішніх габаритів верстатів включаючи крайні положення рухомих частин, постійні огороження, електрошафи і пульти, насоси для змащувально – охолоджуючих рідин.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1. Оцінка проектового технологічного процесу з умов електробезпеки

Частка травм від ураження електричним струмом в загальному числі травм в машинобудуванні невелика і складає близько 0,01-0,015. однак слід мати на увазі, що значна їх кількість виникає смерть постраждалого. Оскільки всі верстати працюють під струмом 380 В.

Дія електричного струму на людину може привести до загальних і місцевих травм. Загальні травми від ураження струмом називають електроударами. Вони супроводжуються збудженням різних груп м'язів людини, що може привести до судоми, зупинки дихання і навіть серця.

До місцевих травм відносять: оцінки, металізація шкіри, електричні знаки, механічні пошкодження і електрофтальмія.

Опіки виникають в наслідок термічного ефекту при проходженні струму через тіло людини, а також при зовнішній дії на неї електричної дуги.

Металізація шкіри зв'язана з проникненням в неї дрібних частинок металу при його розплавленні під дією електричної дуги.

Механічні пошкодження обумовлені збудженням і судомними скороченнями м'язів тіла, що може викликати їх розрив чи пошкодження, навіть перелом кісток.

Фактори, що впливають на характер і наслідки ураження людини електричним струмом, досить різноманітні. Це перш за все сила і час проходження струму через організм людини, рід струму (постійний чи змінний), шлях проходження струму через тіло, при змінному струмі, його частота. Сила струму залежить від напруги, під яку потрапив постраждалий, і сумарного електричного опору, в котрий входять і опір людини.

Допустимим слід вважати струм, при якому людина може самостійно звільнитись від електричного ланцюга. Його величина залежить від часу проходження струму через тіло людини:

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Гранично допустимий струм, мА	2	6
Тривалість дії, с	більше 10	10 і менше

Найбільш небезпечним є струм змінний частотою 20...100 Гц. Відзначимо, що цьому діапазону відповідає струм промислової частоти, який використовують на проєктованій ділянці. З всіх можливих шляхів протікання струму через тіло найбільш небезпечним є ті, при котрих уражується головний і спинний мозок, а також через серце і легені.

Параметри мікроклімату в цеху, а зокрема на проєктованій ділянці впливають на опір тіла, а тому і наслідок ураження електричним струмом.

Збільшення температури, вологості, зниження руху повітря призводить до росту безпеки ураження, так як волого виділення обумовлює зниження опору шкіряних покривів.

Кваліфікація постраждалих також впливає на наслідок ураження, оскільки постраждалий, що добре знає вимоги електробезпеки, може швидше оцінити ситуацію і прийняти найбільш ефективні міри для переривання дії струму.

ДСТУ12.1.038-82 встановлює гранично допустиму напругу дотику і струму, що протікають через тіло людини, призначені для проєктування способів і засобів захисту людини при взаємодії з електроустановками виробничого і побутового призначення – і змінною частотою 50 і 400 Гц.

Основні міроприємства по захисту від електротравм такі:

- забезпечення недоступності струмових частин шляхом використання ізоляція, огорожень, розташування вказаних елементів на висоті, в корпусах і в станинах обладнання;
- застосування малих напруг (не вище 42 В) в ручному механізованому інструменті, місцевих і переносних джерелах світла;
- використання ізоляції струмоведучих частин: робочої, подвійної (робочої і додаткової), підсиленої (покращеної робочої ізоляції, застосування ефективність якої така сама, як і в подвійної); підвісна ізоляція застосовується в ручному електрифікованому інструменті;

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- електричне розділення мережі на окремі ділянки з допомогою спеціальних роздільних трансформаторів, що дозволяє зменшити електричну ємність мережі і значно підвищити роль опору ізоляції;

- вирівнювання потенціалу землі з метою усунення крокової напруги за рахунок використання не одиночних, а групових заземлювачів;

- застосування засобів колективного захисту від ураження електричним струмом: захисного заземлення, занулення, відключення;

- використання засобів індивідуального захисту і спеціальних захисних приладів і пристроїв;

- навчання і атестація персоналу;

- організація безпечної експлуатації електроустановок.

Захисні засоби: ізолюючі, огорожуючі, сигналізуючі засоби, а також засоби захисту від дії різного роду небезпечних і шкідливих факторів (механічних впливів, корів, газів, пилюки, виробничих випромінювань, падання з висоти. (гумові рукавиці, галоші, інструмент з діелектричними рукавичками).

З засобів захисту від дії шкідливих і небезпечних факторів відмітимо переносні заземлення, екрани від виробничих випромінювань, захисні окуляри, респиратори і протигази, навушники, рукавиці, страховочні канати і пояси.

## 5.2. Санітарно – гігієнічна характеристика умов праці на проєктованій ділянці

Важливе значення для забезпечення необхідних умов нормальної життєдіяльності, здорової і високопродуктивної праці людини, мають створення і підтримання нормативних метеорологічних умов (мікроклімату) і чистоти повітря робочої зони на ділянці. При роботі на ділянці різного виду обладнання, ведення технологічного процесу і виконання фізичної роботи на організм людини можуть діяти такі шкідливі виробничі фактори, як гази, пари, аерозолі, надлишкова теплота, підвищення і понижена температура повітряного середовища, наявність і відсутність вологи.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Параметри, які обумовлюють баланс системи «людина – робоча зона» і одночасно характеризуючи робочу зону, носять назву параметрів мікроклімату.

До них відносяться температура повітря  $t$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ; відносна вологість  $\phi$ , %; швидкість руху повітря на робочому місці  $\omega$ , м/с; барометричний тиск  $p$ , Па; інтенсивність теплового випромінювання  $E$ , Вт.

Параметри мікроклімату можуть змінюватись в наступних межах:  $p=(0,9\dots 1,06) 10^5$  Па;  $t=-89,2\dots+60^{\circ}\text{C}$ ;  $\phi=10\dots 100\%$ ;  $\omega=0\dots 100$ м/с.

Температура повітря при відсутності виділення теплоти від матеріалів і обладнання в опалювальних приміщеннях літом і зимою знаходиться приблизно на рівні  $18\dots 25^{\circ}\text{C}$ .

Вологість повітря в робочій зоні виражається відносною вологістю  $\phi(\%)$ , котра визначається як відношення абсолютної  $A$  волоДСТУі до максимальної  $M$ , тобто  $\phi=(A/M)100\%$ . Фізично оптимальною являється відносна вологість в межах 40-60%. Підвищена вологість в сполученні з низькими  $t^{\circ}$  переохолодження, а з високими – перегрів організму. Це може призвести погіршення стану і зниження робото здатності людини.

Згідно ДСТУ 12.1.005-88 встановлено комплекс оптимальних значень і допустимих метеорологічних умов для робочої зони приміщень, включаючи значення  $t$ ,  $\omega$  і  $\phi$ .

Нормальний хімічний склад повітря робочої зони рідко зустрічається на виробничій, оскільки ТП виготовлення виробів машинобудування супроводжується виділенням в повітря робочої зони різних шкідливих речовин в виді парів, газів, крапель, твердих частинок.

Зокрема в термічній дільниці – оксид вуглецю, оксиди азоту і сірки, аміак, пилюка, пари масел, ціаністичний водень; зварювальні дільниці – токсичні гази і пилюка, що складається на 90% з частинок розміром 1 мкм.; механічні і механоскладальні дільниці – туман емульсії, масел, дрібнодисперська пилюка на ділянках шліфування і полірування, пари бензину, етанолу на ділянках

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

промивки і обезжирювання деталей, та ін; лакофарбові дільниці – пари розчинників, фарбова аерозоль, туман при розпилюванні лакофарбових покриттів.

Головним напрямком по нормалізації складу і параметрів мікроклімату в цехах і на дільницях необхідно рахувати: застосування ТП і обладнання, що виключають виділення і потрапляння в повітря робочої зони теплого і холодного повітря, шкідливих парів, газів, аерозолів.

В відповідності з СНиП 2.04.05-84 розрахунок потрібного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції проводиться в повітрі робочої зони шкідливих речовин, надлишків теплоти, вологи.

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами СНиП II-4-79 в залежності від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкту розпізнавання, розряду зорової роботи, системи освітлення, фону, контрасту об'єкту з фоном.

Допустиме значення коефіцієнта пульсації для газорозрядних ламп не повинно перевищувати 10...20% в залежності від систем освітлення і розряду зорових робіт. (Щоб запобігти стробоскопічному ефекту лампи денного освітлення з'єднується в протифазу.

Шум, вібрація, інфра – і ультразвук по своїй фізичній природі є пружним коливанням твердих тіл, газів і рідин (підвищення параметрів яких веде до розладу і збоїв організмі людини).

Нормовані параметри шуму на робочому місці визначені ДСТУ 12.1.003-83. Аналіз рівнів акустичного розрахунку дозволяє рекомендувати для зниження шуму наступні методи (ДСТУ 12.1.029-80); зниження шуму в джерелі; зміна напрямку випромінювання; раціональне планування приміщень в цехах; акустична обробка приміщень; зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Визначення і розрахунок допустимої відстані від робочих місць до евакуаційних виходів приміщення проектованого цеху, ширина проходів, дверей.

#### План евакуації

Найважливішою частиною пожежної профілактики на підприємстві є правильна організація руху людей як у звичайних умовах, так і особливо при виникненні пожежі.

Для безпеки працюючих, які перебувають під час пожежі у виробничих приміщеннях, і найшвидшого виходу їх звідти велике значення мають кількість і розміри вихідних отворів і шлях евакуації, а також найкоротша від місць знаходження людей у приміщенні до виходу з нього без зустрічного руху або перетинання людських потоків.

Таблиця 5.1. – Допустимі відстані від найвіддаленіших робочих місць до евакуаційних виходів

Категорія виробництва	Ступінь вогнестійкості приміщення	Найбільші допустимі відстані робочих місць до евакуаційного виходу, м	
		В одноповерхових приміщеннях	В багатоповерхових приміщеннях
А	I і II	30	25
Б	I і II	75	50
В	I і II	75	50
	III	60	40
	IV	50	30
	V	50	-
Г	I і II	Не обмежується	
	III	60	50
	IV і V	50	-
Д	I і II	Не обмежується	
	III	100	75
	IV	60	50
	V	50	40

Успішна евакуація в разі пожежі досягається головним чином відповідним розміщенням робочих місць і виходів назовні з додержанням необхідної ширини коридорів, сходових маршів, дверей і проходів. На шляхах евакуації не повинно

бути крутих підйомів (більш як 1/5), порогів та інших перепон, що заважають нормальному і безпечному пересуванню людей.

У таблиці 5.1 наводяться допустимі відстані від найвіддаленіших робочих місць до виходів назовні в залежності від категорії виробництва і ступеня вогнестійкості приміщення.

Необхідна ширина складових маршів, а також дверей або проходів на шляхах евакуації повинна бути забезпечена з розрахунком не менше як 125 чоловік на 1 м ширини для одно- і двохповерхового приміщення, 100 чол. На 0,6 м ширини для приміщення висотою 3 і більше поверхів.

Сумарна ширина проходів для евакуації всіх людей, що перебувають в цеху, визначають за формулою

$$B = \frac{M \cdot C}{t \cdot \Psi}, \text{ м}; [c.166]$$

де  $M$  – кількість людей в цеху;  $M=240$  чол.

$C$  – мінімальна ширина одного потоку, м;

$t$  – час евакуації, хв.;

$\Psi$  – середня пропускна здатність одного потоку, чол./хв..

При розрахунку приймається  $C=0,6\text{м}$ , а  $\Psi$ - в залежності від поверховості приміщення: для 1-2 поверхового  $\Psi=25$  чол/хв.; час аевакуації приймаємо 1 год;  $t=60$  хв.

$$\text{Отже } B = \frac{0.6 \cdot 240}{60 \cdot 25} = \frac{144}{1500} = 0.99\text{м}$$

Важливою умовою успішної евакуації людей і цінностей є влаштування запасних виходів, внутрішніх переходів, пожежних драбин, перехідних балконів та аварійного освітлення.

Для всіх приміщень, де працює багато людей, потрібно заздалегідь розробити плани евакуації людей на випадок пожежі.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## План евакуації.

Виходи і шляхи вважаються евакуаційними, якщо вони забезпечують безпечне видалення людей від загрози дії вогню, отруєння газами, парами і т.д. по безпечних шляхах за межі будівлі (споруди), в якій виникла чи може виникнути аварія або пожежа.

До евакуаційних відносять ті входи, котрі ведуть з приміщень:

- першого поверху назовні безпосередньо чи через коридор, вестибюль, сходову клітку;

- будь – якого поверху, окрім першого, в коридор чи прохід, який веде на сходову клітку, що має самостійний вихід назовні чи через вестибюль;

- в сусідні приміщення на тому ж поверсі, забезпечені виходами, вказаними в п. а і б, якщо ці приміщення не нижче III степені вогнестійкості і в ньому розміщені виробництва категорій В, Г, Д.

Евакуаційними шляхами прийнято рахувати такі шляхи (коридори, сходові клітки, проходи) котрі ведуть до евакуаційного виходу назовні. Евакуаційних виходів з будівель і приміщень, як правило, повинно бути не менше двох.

Все це повинно бути зображено і скомпоновано на плані евакуації так, щоб евакуаційні потоки працівників не перетинались, а також щоб не було заторів у виході.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Розроблені в кваліфікаційній бакалаврській роботі проектні рішення дозволили спроектувати цех механічної обробки деталей і добитися значного покращення головних показників технологічного процесу.

В результаті виконаної роботи значно була зменшена трудомісткість виготовлення деталей, було вдосконалена оснастка для реалізації технологічного процесу, також використано прогресивне обладнання та ріжучий інструмент.

Завдяки застосування САПР ТП було розроблено ще один варіант маршруту обробки, що у поєднанні з існуючими дало можливість синтезувати оптимальний технологічний маршрут механічної обробки.

Спроектвані конструкції спеціальної верстатної оснастки дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і знизити підготовчо-заключний час по кожній операції.

Для забезпечення безпечних умов праці персоналу було суттєво їх покращено завдяки розробленим заходам у розділі охорони праці.

Розрахунки, виконані в кваліфікаційній роботі, підтвердили правильність прийнятих проектних рішень і показали, що завдяки впровадженню нового технологічного процесу була знижена собівартість виготовлення деталі, зменшено обсяг капіталовкладень, а також покращено цілий ряд інших техніко-економічних показників.

Спроектований технологічний процес можна використати на машинобудівних підприємствах, що спеціалізуються на виготовленні подібних деталей.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.
3. 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.
4. 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.
5. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
6. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
7. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління; 2-е видання– Луцьк: Вежа-Друк, 2014. — 428 с.
8. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
9. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: Навчально-методичний посібник для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І.М. Пижов. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – 91 с.

10. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
11. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
12. ДСТУ 3.1107 – 81. Опори, затискні та установочні пристрої.
13. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Дичковський М.Г. Навчальний посібник - К.: Кондор, 2008. - 328с.
14. Черпаков Б. І. Техногічна оснастка: Підручник для установ серед. проф. освіти. – М.: Видавничий центр “Академія”, 2003. – 288 с.
15. Сапон С. П. Технологічні основи машинобудування. [Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка всіх форм навчання.] / С.П. Сапон. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 48 с.

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					046Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		