

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 КС6Б-53.102**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМз-41
Літвінчук Олександр Володимирович

(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
Літвінчуку Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу КС6Б-53.102*

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 приводу валів очистки коренеплодів, річна програма випуску 2000 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.А1), КТП – 2 листи (ф.А1), КН – 2 листи (ф.А1), складальні креслення верстатних пристроїв – 3 листи (ф.А1), план ділянки та цеху – 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.	Загальна частина	14.03.25	
2.	Конструкторська частина	10.04.25	
3.	Технологічна частина	15.04.25	
4.	Розрахунок, компоновка, план ділянки і цеху	18.04.25	
5.	Охорона праці	20.04.25	
6.	Оформлення графічної частини	10.05.25	
7.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	25.05.25	
8.	Представлення роботи до захисту	30.05.25	

Здобувач вищої освіти

_____ Літвінчук О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Редько Р.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Літвінчук О.В. Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу КС6Б-53.102. 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 фрезерування площини і свердління двох отворів та для нарізання різі в деталі. 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

Litvinchuk O.V. Development of a technological process for mechanical processing of the KS6B-53.102 housing. 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 milling a plane and drilling two holes and for cutting threads in parts have been developed. Occupational health and safety measures 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, 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.....	15
1.3.	Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз.....	17
1.4.	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування.....	18
1.5.	Висновки і постановка задачі на кваліфікаційну роботу	24
2.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
2.1.	Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва.....	26
2.2.	Відпрацювання деталі на технологічність.....	29
2.3.	Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування.....	31
2.4.	Вибір методу обробки поверхонь(за коефіцієнтом уточнення).....	34
2.5.	Вибір технологічних баз.....	34
2.6.	Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу.....	37
2.6.1.	Визначення допусків, припусків і операційних розмірів. Проектування заготовки.....	37
2.6.2.	Розмірний аналіз технологічного процесу.....	41
2.6.3.	Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення.	44

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.4.	Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.....	52
2.6.5.	Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва.....	54
3.	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	61
3.1.	Проектування пристрою для фрезерування площини і свердління двох отворів Ø14 мм в деталі КС6Б-53.102.....	61
3.1.1.	Силовий розрахунок параметрів приводу.....	61
3.1.2.	Розрахунок на точність.....	63
3.1.3.	Загальний опис конструкції, принцип дії.....	63
3.2.	Проектування пристрою для нарізання різи в деталі КС6Б - 53.102.....	64
3.2.1.	Розрахунок на точність.....	64
3.2.2.	Загальний опис конструкції, принцип дії.....	66
4.	РОЗРАХУНОК, КОМПОНОВКА, ПЛАН ДІЛЬНИЦІ І ЦЕХУ	68
4.1.	Розрахунок трудомісткості обробки, кількості основного і допоміжного обладнання, уточнення типу виробництва.....	68
4.2.	Визначення кількісного складу працюючих в механічному відділенні.....	69
4.3.	Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ.....	71
4.4.	Вибір типу і основних будівельних параметрів будівлі.....	73
4.5.	Вибір типу вантажопідйомних і транспортних засобів.....	74
4.6.	Розробка плану розміщення обладнання на ділянці.....	75
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	77
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	82
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
	ДОДАТКИ.....	85

ВСТУП

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовленої продукції у значній мірі залежать від випереджуючого розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів і апаратів, від найширшого впровадження методів техніко – економічного аналізу, що забезпечує розв’язок технічних задач і економічну ефективність технологічних та конструкторських розробок.

Значення постановки всіх цих питань при підготовці кваліфікованих кадрів спеціалістів виробництва, що повністю оволоділи інженерними методами проектування виробничих процесів, очевидне. А кваліфікаційна робота закріплює, поглиблює і узагальнює знання, отримані студентом під час лекційних і практичних занять з курсу “Технології машинобудування”. В процесі роботи студент виконує комплексну задачу з аналізу конструкції деталі, її технологічності, проектування технологічного процесу її виготовлення, технічного нормування техпроцесу, конструювання технологічного оснащення для її виготовлення.

При проектуванні особлива увага приділяється самостійній творчості студента з метою розвитку його ініціативи у розв’язанні технічних і організаційних задач, а також детального і творчого аналізу існуючих технологічних процесів. Основна задача полягає в тому, щоб були внесені пропозиції по вдосконаленню існуючої технології, оснастки, організації та економіки виробництва, що значно випереджають сучасний виробничий процес виготовлення деталі, на яку видано завдання. Тому необхідно вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і засобів і на основі аналізу та встановлення якісних та кількісних показників дати свої пропозиції та рекомендації щодо оптимального процесу виготовлення даної деталі. Значну увагу необхідно приділити економічному обґрунтуванню методів отримання заготовок, вибору варіантів технологічних процесів для того, щоб був запропонований і використаний оптимальний варіант.

В кваліфікаційній роботі зроблено аналіз конструкції корпусу КС6Б-53.102, проаналізовано технічні вимоги, які ставляться до цієї деталі,

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розглянуто технологічний процес механічної обробки деталі на базовому підприємстві.

Для виконання обробки деталі вибрано технологічне оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, обладнання, розраховано режими різання. проведено техніко-економічне обґрунтування вибору методу одержання заготовки, оптимального варіанту техпроцесу механічної обробки деталі. Проведено проектування техпроцесу мехобробки деталі. Спроектовано ділянку механічного цеху для виготовлення деталі. Розглянуто питання охорони праці, навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

					048Б-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

Деталь «Корпус КС6Б-53.102» призначена для розміщення в ньому деталей редуктора приводу валів для очистки коренеплодів, що в самохідній коренезбиральній машині КС-6Б, зокрема опор кочення ведучого та веденого валів, на котрих за допомогою шпонок закріплюються шестерні. Деталь має вигляд коробчастої форми, в бокових стінках якої є по кілька наскрізних отворів, в яких за допомогою кришок закріплені підшипники валів. Кришки кріпляться за допомогою 16 різьбових отворів М10-7Н, в нижній частині корпусу передбачено різьбовий отвір МК16×1,5-7Н, через який здійснюється зливання мастила з редуктора.

Для закріплення бокової кришки передбачено плоску поверхню з 10-ма отворами М6-7Н, а за допомогою двох отворів Ø14 мм редуктор закріплюється до рами самохідної машини.

Тому основними поверхнями деталі є плоска поверхня А (за рис. 1.1), яка визначає положення корпусу в машині, отвори Б для можливості базування та закріплення корпусу при роботі, отвори Д і Є, що визначають положення підшипників кочення та валів у редукторі, точність їх обробки дорівнює 0,06 мм, тому що від них залежить надійність роботи редуктора та його якісні характеристики. Плоскі поверхні В та Г призначені для визначення положення кришок опор кочення; від їх точності залежить якість та надійність роботи редуктора, відповідно допуск паралельності складає 0,2 мм. Різьбові поверхні, що призначені для закріплення кришок, пробок та інших деталей вузла, дозволяють забезпечити його функціонування та герметичність. Тому основною умовою є точність їх розміщення, що складає 0,4 мм. В основному технічні вимоги

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зводяться до точності і шорсткості виконання поверхонь Д і Е, яка повинна бути забезпечена за параметром Ra=2,5 мкм.

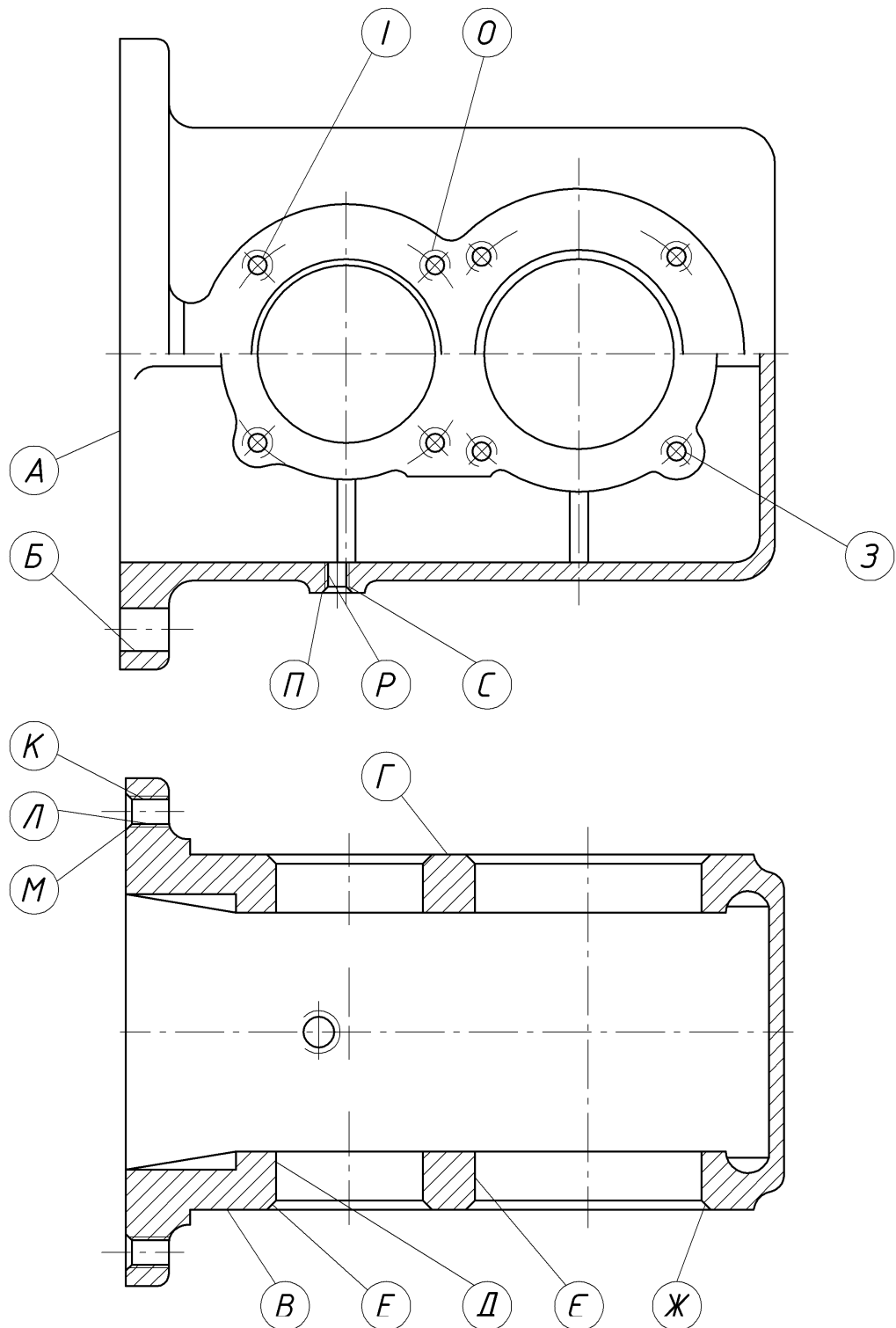


Рисунок 1.1 – Схема розташування поверхонь корпусу КС6Б-53.102

Проаналізувавши основні технічні вимоги, методи їх досягнення і контролю, заносимо дані в таблицю 1.1.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1. – Аналіз технічних вимог для виготовлення корпусу КС6Б-53.102

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
А	Забезпечити лінійні розміри в межах 11 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=12,5 мкм.	Забезпечується технологічною обробкою фрезеруванням.	Контроль здійснюється універсальним інструментом та калібрами шорсткості.
Б	Забезпечити точність виконання отвору в межах $\pm 0,2$ мм і шорсткість поверхні Rz=20 мкм.	Забезпечується технологічною обробкою чорновим і чистовим свердлінням за програмою на верстатах з ЧПК.	Контроль здійснюється калібрами відповідного розміру. Шорсткість перевіряється зразками шорсткості.
В	Забезпечити лінійні розміри в межах 10 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=12,5 мкм.	Забезпечується технологічною обробкою фрезеруванням.	Контроль здійснюється універсальним інструментом та калібрами шорсткості.
Г	Забезпечити лінійні розміри в межах 10 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=12,5 мкм.	Забезпечується технологічною обробкою фрезеруванням.	Контроль здійснюється універсальним інструментом та калібрами шорсткості.
Д	Забезпечити точність виконання отвору в межах 8 квалітету точності і	Забезпечується чорновим, напівчистовим та чистовим розточуванням на розточних верстатах.	Контроль здійснюється калібр-пробками ПР-НЕ відповідного діаметру та

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

	шорсткість поверхні Ra=2,5 мкм.		калібрами шорсткості.
Е	Забезпечити точність виконання фаски в межах 8 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=12,5 мкм.	Забезпечується напівчистовим розточуванням на розточних верстатах.	Контроль здійснюється фасковим шаблоном та калібрами шорсткості.
Є	Забезпечити точність виконання отвору в межах 8 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=2,5 мкм.	Забезпечується чорновим, напівчистовим та чистовим розточуванням на розточних верстатах.	Контроль здійснюється калібр-пробками ПР-НЕ відповідного діаметру та калібрами шорсткості.
Ж	Забезпечити точність виконання фаски в межах 8 квалітету точності і шорсткість поверхні Ra=12,5 мкм.	Забезпечується напівчистовим розточуванням на розточних верстатах.	Контроль здійснюється фасковим шаблоном та калібрами шорсткості.
З	Забезпечити точність розміщення отворів в межах 10 квалітету точності та якість виконання різі за 7 квалітетом точності	Забезпечується використанням спеціального технологічного оснащення та інструменту.	Контроль здійснюється калібром на розміщення та різьбовими калібр- пробками відповідного діаметру.

I	Забезпечити точність розміщення отворів в межах 10 квалітету точності та якість виконання різі за 7 квалітетом точності	Забезпечується використанням спеціального технологічного оснащення та інструменту.	Контроль здійснюється калібром на розміщення та різбовими калібр-пробками відповідного діаметру.
II	Забезпечити точність розміщення отвору в межах 10 квалітету точності та якість виконання різі за 7 квалітетом точності	Забезпечується використанням спеціального технологічного оснащення та інструменту.	Контроль здійснюється калібром на розміщення та різбовими калібр-пробками відповідного діаметру.
K	Забезпечити точність розміщення отворів в межах 10 квалітету точності та якість виконання різі за 7 квалітетом точності	Забезпечується використанням спеціального технологічного оснащення та інструменту.	Контроль здійснюється калібром на розміщення та різбовими калібр-пробками відповідного діаметру.

Матеріалом для виготовлення деталі є чавун СЧ-20 ДСТУ1412-85.

Основні властивості матеріалу та його хімічний склад заносимо в таблиці 1.2. і 1.3.

Таблиця 1.2. – Хімічний склад чавуну СЧ-20 ДСТУ1412-85

C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %
3,0-3,3	1,3-1,7	0,8-1,2	≤0,3	≤0,15	0,3	0,5	0,5

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.3. – Механічні властивості чавуну СЧ-20 по ДСТУ1412-85

σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	НВ
40	21	9/3	75	170-241

σ_T – границя текучості, Н/мм²;

σ_B – границя міцності при розтягуванні, Н/мм²;

δ - відносне видовження зразка, %;

ψ - відносне звуження поперечного січення зразка, %.

Призначення чавуну СЧ-20 по ДСТУ 1412-85 – корпусу й обойми, катки, вилки, кронштейни та інші деталі, що працюють під дією невеликих та середніх статичних та динамічних навантажень. Мають непогані антифрикційні та корозійні властивості, є досить технологічними у виготовленні та обробці.

1.2. Аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес виготовлення деталі забезпечений виготовленням заготовки методом штампування.

Технологічний процес механічної обробки характеризується класичною схемою технологічного маршруту – спочатку обробка площини, технологічних отворів, потім оброблення інших поверхонь.

Обробка проводиться на універсальному обладнанні – фрезерному, горизонтально-розточному та вертикально-свердлильному за допомогою стандартизованого різального інструменту.

Так як, обробка плоских поверхонь та отворів може бути виконана на фрезерно-свердлильно-розточному обладнанні за один або два установи, доцільно було б об'єднати дані операції.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання базового технологічного процесу вибрано відповідно до вимог по габариту і потужності, але потребує вдосконалення операцій з метою забезпечення стабільності операції.

Технологічне забезпечення операцій потребує часткового вдосконалення шляхом застосування швидкодіючих затискних механізмів та використання прогресивних ріжучих інструментів.

Крім цього є доцільним зменшення кількості найменувань верстатів для концентрації операцій на однотипових верстатах.

Існуючий технологічний процес виготовлення корпусу КС6Б-53.102 наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. – Існуючий технологічний процес виготовлення корпусу КС6Б-53.102

№ операції	Назва операції	Технологічне обладнання
005	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний 6540
010	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н135
015	Слюсарна	Верстак слюсарний КШ160М
020	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний 6540
025	Слюсарна	Верстак слюсарний КШ160М1
030	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний 6540
035	Горизонтально-розточна	Горизонтально-розточний 2637ГФ1
040	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н135
045	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н125
050	Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний 2А544
055	Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний 2А544
060	Промивання	Машина промив очна М-2А
065	Контрольна	Стіл контролера ПР1466

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Корпусні деталі вважаються базовими деталями вузлів і машин. До них відносять верстати, плити, корпуси насосів, редукторів, коробок передач, блоки циліндрів двигунів тощо.

Основні технологічні задачі зводяться до отримання точних плоских поверхонь, точних гладких, ступінчастих та різбових отворів із забезпеченням правильного розміщення осей отворів.

Корпусні деталі для серійного і масового виробництв виливають частіше всього з чавуну СЧ15, СЧ20, СЧ21 ДСТУ 1412-85. Чавунні заготовки отримують у вигляді виливок. Число виливок і величина припусків на обробку залежать від розміру деталей. Литво в металеві та піщані форми переважно використовують при виготовленні малих і середніх виливок у багатосерійному та масовому виробництвах.

За обробки корпусних деталей визначальним є обробка плоских поверхонь та отворів. Тому, разом із уточненням форми заготовок, наближенням їх форми до форми готової деталі і зниженням припусків на обробку, технолог більше звертає увагу на підвищення продуктивності праці.

В багатосерійному виробництві часто використовують токарно-револьверні верстати при розточуванні отворів і токарній обробці поверхонь. Свердління та нарізання різі відбувається на верстатах з ЧПК, що дозволяють на револьверній головці проводити багаторазову заміну інструменту, а також обробку отворів можна проводити, використовуючи шестишпindelну головку, на універсальному обладнанні, що може швидко переналагоджуватись.

У багатосерійному виробництві широко застосовують потокові лінії з агрегатних, свердлильних, розточних, різенарізних верстатів, переналагоджувальні автоматичні лінії, що містять з верстати з числовим програмним керуванням, а також оброблювальні центри.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування

Визначимо економічну ефективність спроектованого технологічного процесу шляхом економічного порівняння проектного варіанту технологічного процесу з існуючим (заводським) варіантом за технологічною собівартістю, що розрахована нормативним методом.

Відповідно з положеннями для оцінки ефективності нової технології вибираємо найвигіднішим такий варіант, в якого сума поточних і приведених витрат на одиницю виготовленої продукції буде мінімальною.

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

Величина приведених витрат складає:

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

де: C_3 – основна і додаткова заробітна плата, сюди входять відрахування на соц.страх оператора і налагоджувальнику за кожну годину роботи з обслуговування машини, грн/год;

M - коефіцієнт багатOVERSTATНОСТІ обслуговування;

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

E_H - нормативний коефіцієнт, що дорівнює $E_H = 0,2$;

K_C - питомі кап. вкладення у верстат;

K_3 - питомі кап. вкладення в будівлі.

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

де: $C_{т.ф.}$ - годинна тарифна ставка робочого, $C_{т.ф.} = 60$ грн/год.;

K - коефіцієнт, що враховує зар. плату налагоджувальника, $K = 1,1 - 1,15$.

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

де $C_{ч.з.}^{Б.У.}$ - фактично скориговані витрати на базовому робочому місці;

K_M - машинний коефіцієнт.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

де: $Ц$ - балансова вартість верстата, у грн.;

F - площа, що займає верстат, в м².

Здійснимо розрахунок за операціями, які відрізняються у різних варіантах технологічного маршруту.

Базовий варіант.

Операції 005, 020 – Вертикально-фрезерні, верстат мод. 6540.

$$K_M = 1,30;$$

$$Ц = 36000 \text{ грн.};$$

$$F = 20 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 60 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 101 \text{ грн/год.}$$

$$C_{ч.з.} = 101 \cdot 1,30 = 131,3 \text{ грн/год.}$$

$$K_c = \frac{36000 \cdot 100}{3200} = 11,25 \text{ грн/год.}$$

$$K_3 = \frac{20 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 46,9 \text{ грн/год.}$$

$$C_{п.з.1} = \frac{101}{1} + 131,3 + 0,2 \cdot (1125 + 46,9) = 466,68 \text{ грн/год.}$$

Операція 010, – вертикально-свердлильна, верстат мод. 2Н135.

$$K_M = 1,20;$$

$$Ц = 12000 \text{ грн.};$$

$$F = 16 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 60 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 101 \text{ грн/год.}$$

$$C_{ч.з.} = 101 \cdot 1,30 = 131,3 \text{ грн/год.}$$

$$K_c = \frac{12000 \cdot 100}{3200} = 312,5 \text{ грн/год.}$$

$$K_3 = \frac{16 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 37,5 \text{ грн/год.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{П.3,2} = \frac{101}{1} + 121,2 + 0,2 \cdot (312,5 + 37,5) = 292,2 \text{ грн/год.}$$

Операція 035 – горизонтально-розточна, верстат мод. 2637ГФ1.

$$K_M = 1,20;$$

$$Ц = 14000 \text{ грн.};$$

$$F = 16 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 60 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 101 \text{ грн/год.}$$

$$C_{ч.з.} = 101 \cdot 1,30 = 131,3 \text{ грн/год.}$$

$$K_C = \frac{14000 \cdot 100}{3200} = 312,5 \text{ грн/год.}$$

$$K_3 = \frac{16 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 37,5 \text{ грн/год.}$$

$$C_{П.3,3} = \frac{101}{1} + 121,2 + 0,2 \cdot (314,5 + 37,5) = 296,2 \text{ грн/год.}$$

Вартість механічного оброблення за цими операціями при базовому технологічному процесі становить:

$$C_{0_1} = \left(2 \cdot \frac{C_{П.3,1} \cdot T_{ум1}}{60} \right) + \frac{C_{П.3,2} \cdot T_{ум2}}{60} + \frac{C_{П.3,3} \cdot T_{ум3}}{60} =$$

$$= \left(2 \cdot \frac{466,68 \cdot 6,64}{60} \right) + \frac{292,2 \cdot 1,88}{60} + \frac{296,2 \cdot 12,4}{60} = 391,62 \text{ коп.}$$

Проектний варіант.

Операція 005, комплексна з ЧПК, верстат мод. ГФ2171С5.

$$K_M = 1,20;$$

$$Ц = 49000 \text{ грн.};$$

$$F = 20 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 60 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 101 \text{ грн/год.}$$

$$C_{ч.з.} = 101 \cdot 1,30 = 131,3 \text{ грн/год.}$$

$$K_C = \frac{49000 \cdot 100}{3200} = 1289,5 \text{ грн/год.}$$

$$K_3 = \frac{20 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 46,9 \text{ грн/год.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{П.3.1} = \frac{101}{1} + 131,3 + 0,2 \cdot (1289,5 + 46,9) = 497,18 \text{ грн/год.}$$

Операція 025, комплексна, верстат з ЧПК мод. 2206ВМФ-4.

$$K_M = 1,20;$$

$$Ц = 50000 \text{ грн.};$$

$$F = 16 \text{ м}^2.$$

$$C_3 = 60 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 101 \text{ грн/год.}$$

$$C_{ч.з.} = 101 \cdot 1,20 = 121,2 \text{ грн/год.}$$

$$K_C = \frac{50000 \cdot 100}{3200} = 1312,5 \text{ грн/год.}$$

$$K_3 = \frac{16 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 37,5 \text{ грн/год.}$$

$$C_{П.3.1} = \frac{101}{1} + 121,2 + 0,2 \cdot (1312,5 + 37,5) = 287,2 \text{ грн/год.}$$

Вартість механічного оброблення по цих операціях базового технологічного процесу дорівнює:

$$C_{0_2} = \frac{C_{П.3.1} \cdot T_{ум_3}}{60} + \frac{C_{П.3.2} \cdot T_{ум_4}}{60} = \frac{497,18 \cdot 3,42}{60} + \frac{287,2 \cdot 0,75}{60} = 241,4 \text{ грн.}$$

Економічний ефект за впровадження дешевшого варіанту (проектний) технологічного маршруту на річну програму виготовлення деталей складає:

$$E_M = \frac{(C_{0_1} - C_{0_2}) \cdot N}{100} = \frac{(391,62 - 241,40) \cdot 2000}{100} = 3004,7 \text{ грн.}$$

Тому за результатами даних розрахунків можна зробити висновок, що проектний варіант технологічного процесу є економічно більш доцільним, а тому його впровадження дозволить досягнути річної економії 3004,7 грн.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5. – Проектний технологічний процес виготовлення корпусу КС6Б-53.102

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Обладнання
005	<p>Комплексна з ЧПК операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати поверхню в розмір 1. 3. Центрувати послідовно два отвори в розмір 3. 4. Свердлити послідовно два отвори в розмір 2. 5. Зенкувати послідовно дві технологічні фаски в розмір 1,5×45⁰ мм. 	<p>Фрезерно-свердлильно-розточний з ЧПК моделі ГФ2171С5</p>
010	<p>Слюсарна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зачистити заусенці після фрезерування. 	<p>Верстак слюсарний КШ160М1</p>
015	<p>Вертикально-фрезерна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати поверхню 4 в розмір 3. 3. Переустановити деталь. 4. Фрезерувати поверхню 1 в розмір 2. 	<p>Вертикально-фрезерний моделі 6540</p>
020	<p>Слюсарна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зачистити заусенці після фрезерування. 	<p>Верстак слюсарний КШ160М1</p>
025	<p>Комплексна з ЧПК операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати послідовно поверхні 6, 10 в розміри 3, 5, 11. 3. Розточити попередньо два отвори 15 до Ø83,5 мм. 4. Розточити попередньо два отвори 15 до Ø88 мм. 5. Розточити два попередньо отвори 15 до Ø89,8 мм. 6. Розточити послідовно дві фаски в отворах 15 в розмір 8. 7. Розточити попередньо два отвори 12 до Ø93 мм. 8. Розточити попередньо два отвори 12 до Ø98 мм. 9. Розточити попередньо два отвори 12 до Ø99,8 мм. 	<p>Фрезерно-свердлильно-розточний верстат моделі 2206ВМФ-4</p>

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

	<p>10. Розточити послідовно дві фаски в отворах 12 в розмір 8.</p> <p>11. Розточити два отвори в розміри 2, 7, 4, 5.</p>	
030	<p>Вертикально-свердлильна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Свердлити одночасно чотири отвори в розміри 2,1, 3 і чотири отвори в розміри 4, 5 і 6. 3. Переустановити деталі. 4. Свердлити одночасно чотири отвори 4, 5 і 6 та чотири отвори в розміри 1, 2 і 3. 5. Переустановити деталі. 6. Свердлити одночасно 4 отвори в розміри 2, 1 і 3 та чотири отвори в розміри 4, 5 і 6 з другої сторони. 7. Переустановити деталі. 8. Свердлити одночасно чотири отвори 4, 5 і 6 та чотири отвори в розміри 2, 1 і 3 з другої сторони. 	Вертикально-свердлильний моделі 2Н135
035	<p>Вертикально-свердлильна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Свердлити одночасно 10 отворів до Ø4,95 мм в розміри 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8. 	Вертикально-свердлильний моделі 2Н125
040	<p>Радіально-свердлильна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Зенкувати послідовно фаску в 10 отворах в розмір 1. 3. Замінити інструмент. 4. Нарізати послідовно різь в 10 отворах в розміри 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8. 	Радіально-свердлильний моделі 2А544

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

045	<p>Радіально-свердлильна операція</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Зенкувати послідовно фаску в 8 отворах в розмір 9. 3. Замінити інструмент. 4. Нарізати послідовно різь в 8-ми отворах в розміри 3 і 4. 5. Повернути пристрій з деталлю на 90°. 6. Замінити інструмент. 7. Свердлити отвір в Ø14,4 мм. 8. Замінити інструмент. 9. Цекувати торець в розмір 8. 10. Замінити інструмент. 11. Зенкувати фаску в розмір 7. 12. Замінити інструмент. 13. Нарізати різь в отворі в розмір 1. 14. Повернути пристрій з деталлю на 90°. 15. Замінити інструмент. 16. Зенкувати послідовно фаску в 8 отворах в розмір 9. 17. Замінити інструмент. 18. Нарізати послідовно різь в 8 отворах в розмір 9. 	<p>Радіально-свердлильний моделі 2А544</p>
050	<p>Промивання</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Промити деталі після механічної обробки. 	<p>Машина промивочна М-2А</p>
055	<p>Приймальний контроль</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перевірити якість виготовлення деталі та точність отриманих розмірів згідно креслення деталі та технічних вимог на виготовлення. 	<p>Стіл контролера</p>

1.5. Висновки і постановка задачі на кваліфікаційну роботу

На кваліфікаційну роботу виноситься задача спроектувати механічний цех для виготовлення корпусних деталей з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі корпусу КС6Б-53.102.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Також потрібно спроектувати технологічний процес виготовлення корпусу, проаналізувати можливість застосування багатоопераційних верстатів, вибрати більш продуктивний спосіб отримання заготовки, також потрібно визначити припуски на обробку, режими різання та технічну норму часу.

Однією із задач є розробка пристроїв, що підвищують продуктивність виготовлення деталі.

В кваліфікаційній роботі потрібно розрахувати та розробити компоновку цеху із урахуванням змін у технологічному процесі.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє визначення типу та організаційної форми виробництва
Вибір типу виробництва здійснюється згідно методичних рекомендацій.

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

де: O – кількість операцій, що виконуються на робочих місцях,

P – число робочих місць на дільниці.

При встановленні типу виробництва потрібно визначити наближено штучно-
калькуляційний час за формулою: $T_{ум-к} = \varphi_k \times T_o$,

де φ_k – коефіцієнт, що враховує тип верстату і тип виробництва і [1], стор.
146;

T_o – основний час при виконанні технологічної операції [1], стор. 145.

Штучний час визначається на основі розрахунку основного часу,
розраховується за наближеними формулами. Розрахунок наведено у таблиці 2.1.

Кількість верстатів для окремої операції визначається за формулою:

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

де: $N=2000$ шт./рік- річна програма випуску;

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

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

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

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

$\eta_{з.ф.}$ – фактичний коефіцієнт завантаження верстата.

Результати розрахунків за цими формулами заносимо у таблицю 2.2.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. – Укрупнене нормування технологічного процесу обробки корпусу

№ операції	Назва операції та її зміст	T _о , хв	φ _к	T _{шт-к} , хв
005	Комплексна з ЧПК	5,7	1,80	10,26
015	Вертикально-фрезерна	6,4	1,84	11,78
025	Комплексна з ЧПК	34,6	1,80	62,64
030	Вертикально-свердлильна	5,6	1,72	9,63
035	Вертикально-свердлильна	0,78	1,72	1,34
040	Радіально-свердлильна	3,92	1,75	6,86
045	Радіально-свердлильна	8,83	1,75	15,45
	Всього			117,55

Таблиця 2.2 – Визначення кількості обладнання та операцій

№ опер.	Назва операції	T _{шт-к} , хв	m _р , шт	m _{пр} , шт	η _ф	O
005	Комплексна з ЧПК	10,26	0,11	1	0,11	7,27
015	Вертикально-фрезерна	11,78	0,12	1	0,12	6,67
025	Комплексна з ЧПК	62,64	0,65	1	0,65	1,23
030	Вертикально-свердлильна	9,63	0,10	1	0,10	8,0
035	Вертикально-свердлильна	1,34	0,02	1	0,02	40,0
040	Радіально-свердлильна	6,86	0,07	1	0,07	11,43
045	Радіально-свердлильна	15,45	0,16	1	0,16	5,0
	Всього	117,55		7		79,6

Відповідно:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{79,6}{7} = 11,37.$$

Згідно ДСТУ 3.1108-94: якщо $10 < K_{з.о.} \leq 20$, то тип виробництва є середньосерійним.

Встановлюємо організаційну форму виробництва. Попередньо виконуємо перевірку можливості використання потокової форми організації виробництва при застосуванні однономенклатурної потокової лінії, тобто перевіряємо

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

можливість завантаження лінії не менше ніж на 60%. Для цього потрібно визначити добовий випуск деталей та добову продуктивність лінії.

Добовий випуск деталей можна визначити за формулою: $N_{\text{д}} = \frac{N}{254}$,

де: N – річна програма випуску продукції;

254 – кількість робочих днів у році.

$$N_{\text{д}} = \frac{N}{254} = \frac{2000}{254} = 7,87 \text{ шт.}$$

Добову продуктивність визначимо за формулою: $Q_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}}}{T_{\text{шт-к.с.}} \times \eta}$,

де: $F_{\text{д}}=952$ хв – добовий фонд роботи верстатів у дві зміни;

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

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

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

n – число основних операцій.

$$T_{\text{шт-к.с.}} = \frac{\sum_i^n T_{\text{шт-к}}}{n} = \frac{117,55}{7} = 16,8.$$

$$Q_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}}}{T_{\text{шт-к.с.}} \cdot \eta} = \frac{952}{16,8 \cdot 0,8} = 70,8.$$

Тому: $0,6 \cdot Q_{\text{д}} = 42,5 > N_{\text{д}} = 7,87$ й умова застосування потокової форми не виконується, отже приймаємо групову форму організації виробництва.

Визначаємо розмір партії деталей, що одночасно запускаються у виробництво, за формулою: $n = \frac{N \times a}{254}$,

де: a = 3 дні – періодичність запуску деталей у виробництво.

$$n = \frac{N \times a}{254} = \frac{2000 \times 3}{254} = 23,6 \text{ шт}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо кількість змін, необхідну для обробки даної партії деталей, за наступною формулою: $C = \frac{T_{шт-к.с.} \times n}{476 \times 0,8} = \frac{16,8 \cdot 23,6}{476 \cdot 0,8} = 1,04$.

Приймаємо одну зміну, відповідно к-ть деталей у партії, що обробляється за одну зміну, складає: $n_{пр} = \frac{C_{пр} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{шт-к.с.}} = \frac{1 \cdot 476 \cdot 0,8}{16,8} = 22,7шт \approx 23шт$.

2.2. Відпрацювання деталі на технологічність

Технологічний контроль конструкції деталі призначений для встановлення відповідності конструкції деталі сучасному рівню розвитку техніки та технологій, ступеня економічності обробки, вибору найбільш раціональних методів виготовлення, що забезпечує якість деталі.

Якісна оцінка технологічності конструкції деталі.

Корпус КС6Б-53.102 є достатньо жорстким для оброблення його різними різальними інструментами і є можливість закріплення його в різних технологічних пристосуваннях.

Заготовка деталі – середня за складністю і вимагає застосування спеціальної ливарної оснастки для її отримання – спеціальних піщаних ливарних форм.

В конструкції деталі є відсутні поверхні, що розміщені під кутом до базових поверхонь, відсутні глухі отвори, обробка яких була б затруднена універсальним інструментом, є вільні місця для доступу інструменту та виходу стружки.

Вцілому деталь є достатньою мірою технологічною з можливістю забезпечення технічних вимог за використання універсального обладнання нормальної точності та використанням спеціалізованого оснащення.

Кількісна оцінка технологічності конструкції деталі.

Рівень технологічності конструкції за точністю обробки характеризується коефіцієнтом точності, що визначається за формулою:

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{T.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum Tn_i},$$

де: $T_{сер} = \frac{\sum Tn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 17n_{17}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{17}}$ – середній клас точності

обробки деталі;

n_i – кількість розмірів відповідного класу точності;

T – клас точності виготовлення.

Класи точності поверхонь наступні:

8 квалітету, $n = 4$; $T = 8$;

10 квалітету, $n = 5$; $T = 10$;

14 квалітету, $n = 7$; $T = 14$;

$$T_{сер} = \frac{4 \cdot 8 + 5 \cdot 10 + 7 \cdot 14}{4 + 5 + 7} = 11,25;$$

$$K_{T.ч.} = 1 - \frac{1}{11,25} = 0,91.$$

Згідно ДСТУ14.205-93 за $K_{T.ч.} > 0,8$ деталь є вищої середньої точності, всі поверхні можна отримувати типовою обробкою із застосуванням спеціально розробленої оснастки, а тому її можна вважати технологічною.

Рівень технологічності конструкції за шорсткістю можна оцінити за коефіцієнтом шорсткості, що визначається за формулою:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{сер}} = \frac{\sum ni_{ш}}{\sum Ш_i},$$

де: $Ш_{сер}$ - середній клас шорсткості деталі;

n_i - число розмірів з шорсткістю даного класу.

$$Ш_{сер} = \frac{4 \cdot 3 + 13 \cdot 6}{17} = 5,29;$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,29} = 0,81;$$

За ДСТУ14.205-93 за $K_{ш} > 0,46$ деталь вважається нетехнологічною.

Рівень технологічності конструкції деталі за трудомісткістю виготовлення деталі визначається:

$$K_{P.T.} = \frac{T_B}{T_{баз}},$$

де: T_B і $T_{баз}$ – відповідно досягнута і базова трудомісткість виготовлення деталі.

$T_B = 13,35$ хв. – досягнута трудомісткість виготовлення корпусу деталі;

$T_{баз} = 17,95$ хв. – базова трудомісткість виготовлення.

$$K_{P.T.} = \frac{13,35}{17,95} = 0,74.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається:

$$K_{вм} = \frac{M_d}{M_з};$$

де: $M_d = 9,3$ кг – маса деталі за кресленням;

$M_з = 11,4$ кг – маса заготовки (вилівка).

$$K_{вм} = \frac{9,3}{11,4} = 0,82 - \text{тому деталь технологічна.}$$

2.3. Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування

Метод отримання заготовок для деталей залежить від призначення, конструкції деталі, матеріалу, технічних вимогам, масштабу і серійності випуску, а також економічності виготовлення.

Виходячи з матеріалу – чавун СЧ-20 за ДСТУ 1412-95, можна зробити висновок, що заготовку потрібно отримувати литвом в земляні форми або литвом по виплавлених моделях.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для прийняття остаточного рішення необхідно розрахувати собівартість отриманої заготовки за кожним варіантом і вибрати більш економічно вигідний.

Вартість заготовок, які отримують литвом у земляні форми і литвом по виплавлюваних моделях, можна визначити за формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн.}$$

де: Q - маса заготовки, у кг.;

C_1 - базова вартість однієї тони заготовок, у грн.;

q - маса деталі, в кг.;

$S_{відх}$ - ціна однієї тони відходів чавуну СЧ-20, у грн.;

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ - коефіцієнти, що враховують класи точності, групи складності, маси, марки матеріалів і об'єми випуску заготовок.

Здійснимо розрахунок за двома різними варіантами виготовлення заготовки і порівняємо їх.

I варіант – виливок (виливка у земляні форми).

$Q = 11,4$ кг – маса заготовки, у кг.;

$q = 9,3$ кг – маса деталі згідно креслення;

$C_1 = 6900$ грн. – базова вартість однієї тони виливків з чавуну СЧ-20;

$S_{відх} = 700$ грн. – вартість однієї тони відходів чавуну СЧ-20;

$k_T = 1$ – коефіцієнт, що враховує клас точності виливка [1];

$k_C = 1$ – коефіцієнт групи складності виливка [1];

$k_B = 0,72$ – коефіцієнт врахування маси заготовки [1];

$k_M = 0,62$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу [1];

$k_{II} = 1,22$ – коефіцієнт групи серійності виготовлення виливок.

$$S_{загI} = \left(\frac{6900}{1000} \cdot 11,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,72 \cdot 0,62 \cdot 1,22 \right) - (11,4 - 9,3) \frac{700}{1000} = 39,19 \text{ грн.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

II варіант – вилівок (літво по виплавлюваних моделях).

$Q = 11,6$ кг. – маса заготовки, в кг.;

$q = 9,3$ кг. – маса деталі за кресленням;

$C_1 = 6900$ грн. – базова вартість однієї тони виливків із чавуну СЧ-20;

$S_{відх} = 700$ грн. – вартість однієї тони відходів чавуна СЧ-20;

$k_T = 1$ – коефіцієнт, що враховують клас точності виливків;

$k_C = 1$ – коефіцієнт групи складності виливків;

$k_B = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує масу заготовок;

$k_M = 0,62$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу заготовки;

$k_{II} = 1,2$ – коефіцієнт групи серійності виготовлення виливков.

$$S_{загII} = \left(\frac{6900}{1000} \cdot 11,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,62 \cdot 1,2 \right) - (11,6 - 9,3) \frac{700}{1000} = 42,54 \text{ грн.}$$

Економічний ефект при зіставленні різних способів отримання заготовок визначимо за формулою:

$$E_3 = (S_{загII} - S_{загI}) \cdot N = (42,54 - 39,19) \cdot 2000 = 12700 \text{ грн.};$$

Так як літво по виплавлюваних моделях потребує застосування значних капіталовкладень під час підготовки виробництва, збільшення числа обладнання для виготовлення форм та моделей, вибираємо заготовку для корпусу – лиття в земляну форму 8-го класу точності, 3-го ряду припусків.

Результати заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3. – Порівняння методів отримання заготовки

Назва позиції	I варіант	II варіант
Вид заготовки	<i>Вилівок</i> (літво в земляні форми)	<i>Вилівок</i> (по виплавляємим моделях)
Вартість заготовок	39,19	42,54
Коефіцієнт використання матеріалу	0,82	0,8

2.4. Вибір методу обробки поверхонь (за коефіцієнтом уточнення)

На вірний вибір методу обробки поверхонь заготовки впливають такі фактори, як службове призначення деталі, функціональне призначення поверхонь, вимоги до точності, шорсткості. Тому необхідно встановити такі методи обробки поверхонь, які найкоротшим шляхом перетворять заготовку в готову деталь.

Вибір методу для обробки кожної поверхні деталі проводимо за допомогою коефіцієнту уточнення, що розраховується за формулою: $E_p = \frac{T_z}{T_d}$,

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

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

Проведемо розрахунки для поверхні отвору $\varnothing 90H8$

Уточнення: $E_p = \frac{T_z}{T_d} = \frac{1400}{87} = 16$

Кількість методів обробки: $m_p = \frac{\lg E_p}{0,46} = \frac{\lg 16}{0,46} = 2,6$

Приймаємо кількість методів обробки даної поверхні рівним 3.

Різниця квалітетів точності поверхні заготовки та деталі становить: $15-8=7$

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

Таким чином після 1-ого переходу точність обробки становить: $15-3=12$ кв.;

після 2-го переходу : $12 - 2 = 10$ кв.; після 3-го переходу: $10-2=8$ кв.

2.5. Вибір технологічних баз

За достатньо високих вимог до точності обробки необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечує найменшу похибку установки. Для забезпечення точності виготовлення деталі необхідно дотримуватись принципу суміщення баз – технологічних, вимірювальних, установочних, намагатись забезпечити їх постійність при послідовних операціях обробки.

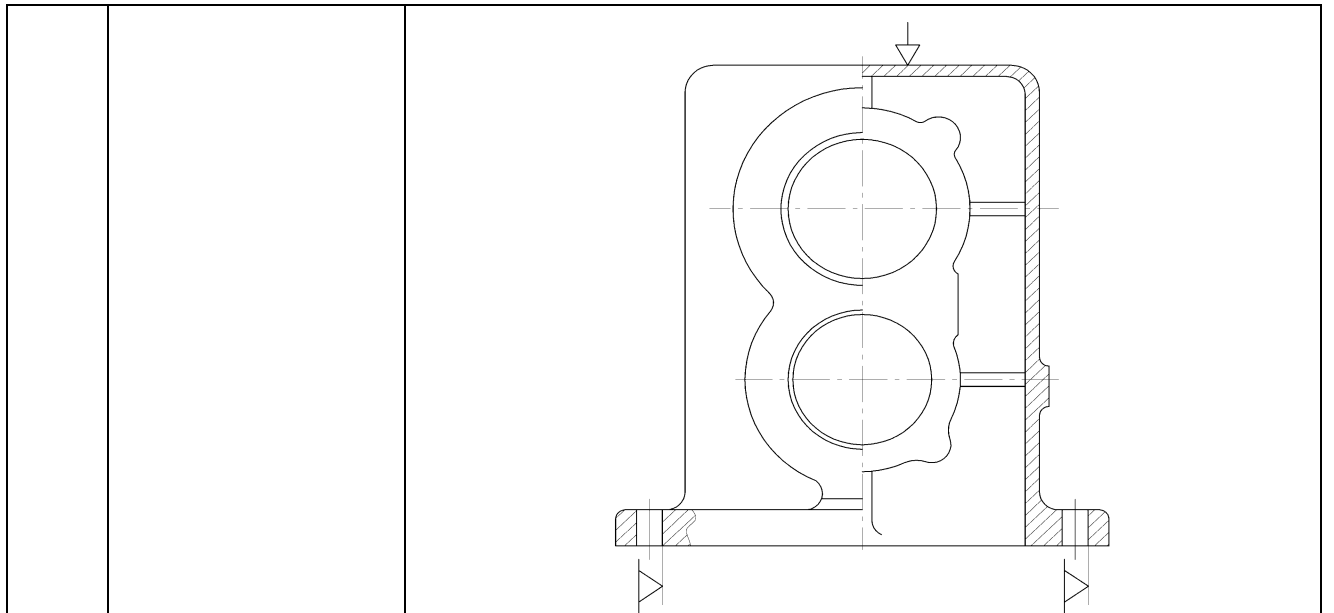
					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При зміні баз в процесі обробки, точність оброблення знижується із-за похибок взаємного розміщення нових і раніше застосовуваних баз.

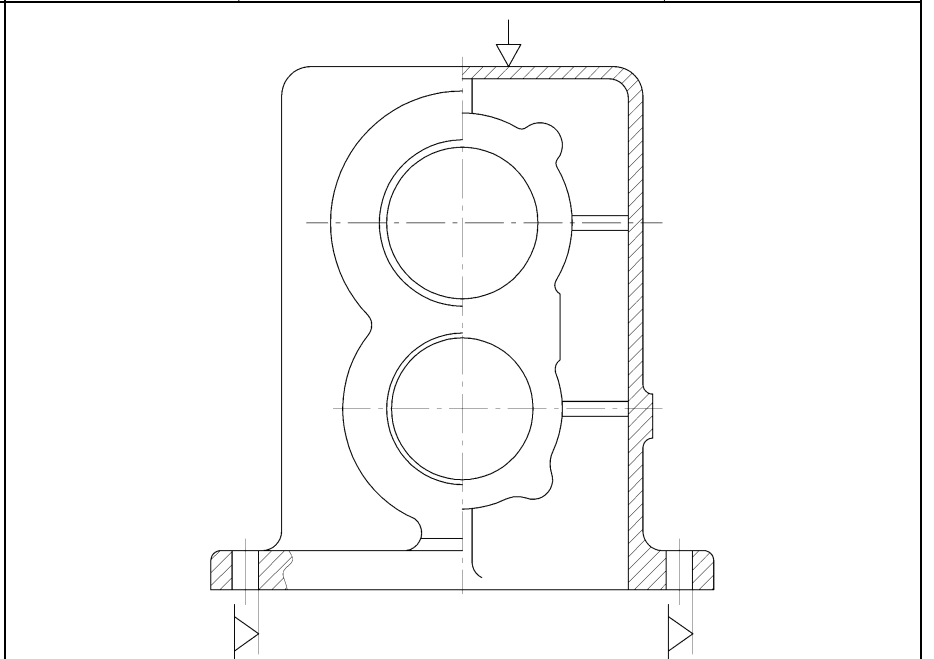
Проведемо вибір баз по операціях технологічного процесу і результати вибору зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. – Вибір баз

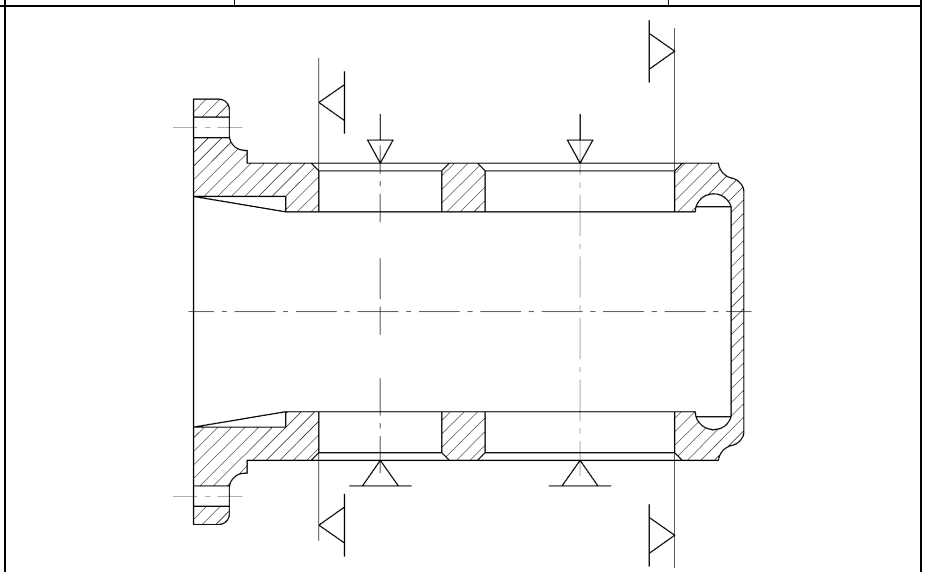
№ операції	Назва операції, обладнання	Теоретична схема базування та закріплення
1	2	3
005	Комплексна з ЧПК 6540	
015	Вертикально-фрезерна ГФ2171С5	



025
Комплексна з
ЧПК 22068Ф-4



030
Вертикально-
свердлильна
2Н135



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

048Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

36

- чистове розточування – по 8 квалітету Ra2,5 (Rz10).

Для заготовки – вилівка отримана литтям в земляні форми Rz200; T200 мкм.

Для чорнового розточування Ra25; T100 мкм.

Для напівчистового розточування Rz50; T50 мкм.

Для чистового розточування Rz10; T20 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для виливків складає:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}$$

де $\rho_{кор} = \Delta K \cdot D$ - відхилення вилівка від площинності (короблення);

$\Delta K = 1$ мкм/мм – питома кривизна заготовки на 1 мм. Довжини заготовки [1, с.72, T32];

$D = 82$ мм. – діаметр обробки.

$$\rho_{кор} = 1,0 \cdot 90 = 90 \text{ мкм.}$$

$\rho_{зм}$ - зміщення стержня, приймається рівним допуску на найбільший розмір від осі отвору до технологічної бази з урахуванням найбільших розмірів вилівка.

Допуск $\delta = 350$ мкм, отже $\rho_{зм} = 350$ мкм.

$$\rho = \sqrt{90^2 + 350^2} = \sqrt{8056 + 122500} = 359,4 \text{ мкм.} - \text{ для заготовки.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 359,4 = 18 \text{ мкм.} - \text{ для чорнового розточування.}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 359,4 = 14 \text{ мкм.} - \text{ для напівчистового розточування.}$$

$$\rho_3 = 0,03 \cdot \rho = 10,8 \text{ мкм.} - \text{ для чистового розточування.}$$

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_s^2}$$

Похибка базування при обробці деталі, що базується по площині складає:

$$\varepsilon_{H1} = s_{\min} + \delta_B + \delta_A,$$

де мінімальний зазор між заготовкою та опорою - $S_{\min} = 0,015$ мм = 15 мкм.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допуск на отвір, $\delta_A = 0,016 = 16$ мкм.;

допуск на діаметр пальця $\delta_B = 0,014 = 14$ мкм.

Похибка базування складе:

$$\varepsilon_{\delta} = 15 + 16 + 14 = 45 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення $\varepsilon_z = 500$ мкм. [1, с.76, Т36].

$$\varepsilon_y = \sqrt{45^2 + 500^2} = 502 \text{ мкм.} - \text{ для заготовки.}$$

$$\varepsilon_1 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.} - \text{ для чорнового розточування.}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм.} - \text{ для напівчистового розточування.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,03 \cdot \varepsilon_y = 0,03 \cdot 500 = 15 \text{ мкм.} - \text{ для чистового розточування.}$$

Мінімальне значення величини припуску для розточування розраховується за формулою [1, с.62]:

$$2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 200 + \sqrt{359^2 + 502^2}) = 2 \cdot 1016 \text{ мкм.}$$

Для напівчистового розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(100 + 100 + \sqrt{18^2 + 25^2}) = 2 \cdot 230 \text{ мкм.}$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{3\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{14^2 + 20^2}) = 2 \cdot 124 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір визначаємо по формулі

$$d_{p_i} = d_i - 2Z_{i\min_i};$$

$$d_{p_2} = 90,087 - 2 \cdot 0,124 = 89,839, \text{ мм.}$$

$$d_{p_1} = 89,839 - 2 \cdot 0,230 = 89,379 \text{ мм.}$$

$$d_{p_{\text{заг}}} = 89,379 - 2 \cdot 1,016 = 87,347 \text{ мм.}$$

Найменші граничні відхилення (d_{\min}) визначаються з найбільших відніманням допуску:

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\min_i} = d_{\max} - \delta;$$

$$d_{\min_3} = 90,087 - 0,087 = 90 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_2} = 89,839 - 0,140 = 89,70 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_1} = 89,379 - 0,350 = 89,029 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_{\text{заг}}} = 87,347 - 1,400 = 85,947 \text{ мм.}$$

Значення (граничні максимальні і мінімальні) припусків:

$$2Z_{\min_3} = 90,087 - 89,839 = 248 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min_2} = 89,839 - 89,379 = 460 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min_1} = 89,379 - 87,347 = 2032 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_3} = 90,0 - 89,70 = 300 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_2} = 89,70 - 89,029 = 671 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_1} = 89,029 - 85,947 = 3082 \text{ мкм.}$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$Z_{\max_3} - Z_{\min_3} = 300 - 248 = 52 \text{ мкм.}; \quad \delta_2 - \delta_3 = 140 - 87 = 53 \text{ мкм}$ (у зв'язку із заокругленням при попередніх розрахунках).

$Z_{\max_2} - Z_{\min_2} = 671 - 460 = 211 \text{ мкм.}; \quad \delta_1 - \delta_2 = 350 - 140 = 210 \text{ мкм.}$ (у зв'язку із заокругленням при попередніх розрахунках).

$$Z_{\max_1} - Z_{\min_1} = 3082 - 2032 = 1050 \text{ мкм.}; \quad \delta_{\text{заг}} - \delta_1 = 1400 - 350 = 1050 \text{ мкм.}$$

Графічно схему розміщення припусків на обробку отвору можна зобразити так, як представлено на рис. 2.1. Дані розрахунку представлено в таблиці 2.5.

Для решти поверхонь припуски на обробку визначаємо табличним методом, згідно ДСТУ26645-85.

Таблиця 2.6. – Табличні значення припусків

Поверхня	Розмір, мм.	Припуск, мм.	Допуск, мм.	Квалітет	Новий розмір, мм.
А	116	3,0	1	11	$116^{+1,0}$
В, Г	110	2×2,5	1,4	15	$115^{+1,4}$
Д	Ø100Н8	2×2,5	0,87	8	$\text{Ø}100^{+0,87}$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Решта розмірів: отвори M10×1-7H; M8-7H, належать тілу заготовки, тому припуски на них забезпечуються автоматично

2.6.2. Розмірний аналіз технологічного процесу.

Розмірний аналіз технологічного процесу має на меті правильне та обгрунтоване визначення проміжних та остаточних значень розмірів та допусків до них. Особливо цього вимагають проміжні розміри, що зв'язують протилежні поверхні.

Розрахунок лінійного ланцюга проводимо для операції 015 – фрезерування двох торців корпусу. Для цього нам необхідно визначити розмір між двома проходами фрези для наладки верстату.

Розрахунок лінійного ланцюга проводимо методом повної взаємозамінності шляхом вирішення зворотної задачі.

Замикаючою ланкою лінійного ланцюга є ланка S .

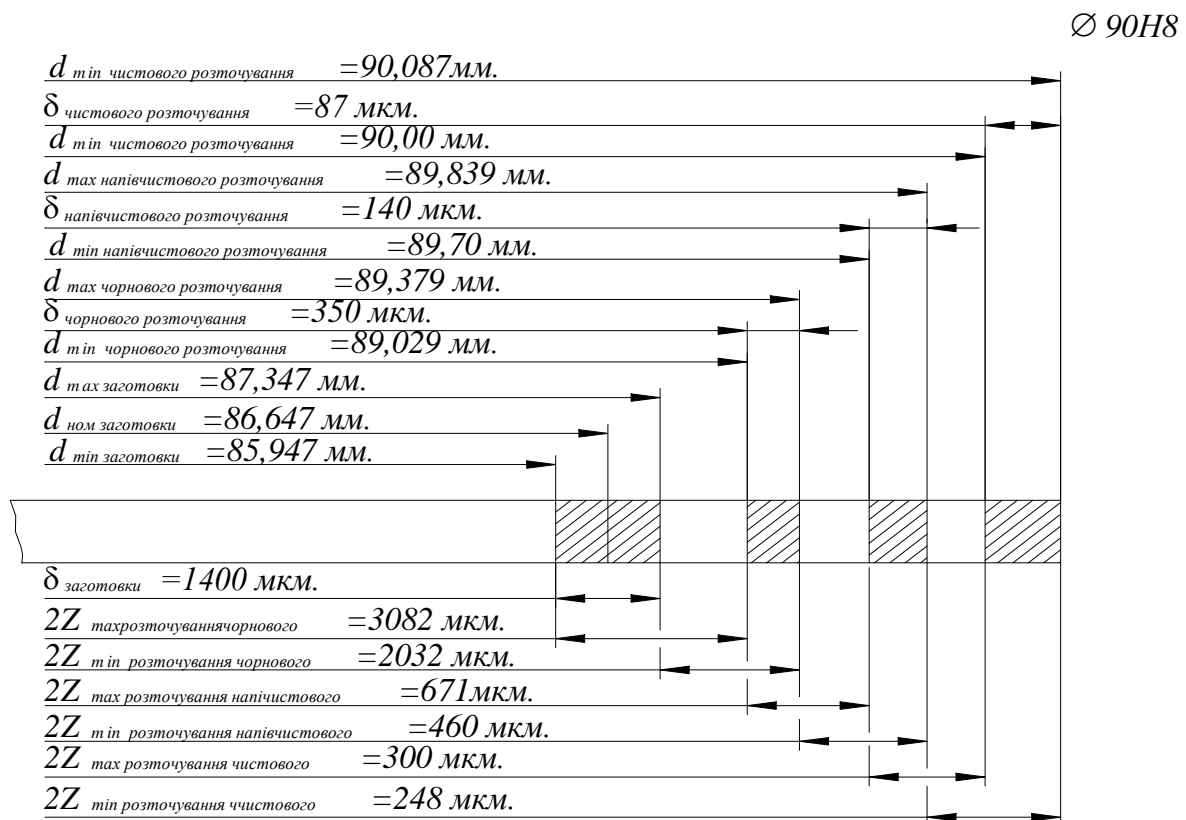


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків на обробку отвору

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5. – Дані для розрахунку припусків і граничних розмірів по технологічних переходах отримання зовнішньої циліндричної поверхні Ø 90 Н8 (+0,087)

Технологічні переходи обробки поверхні Ø 90 Н8 (+0,087)	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, $Z_{z_{min}}$, мкм	Розрахунок розміру, d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	T	ρ	ϵ				d_{min}	d_{max}	$Z_{z_{min}}^{np}$	$Z_{z_{max}}^{np}$
Заготовка	200	200	359	100	-	87,347	1400	85,947	87,347	-	-
1. Розточування чорнове	100	100	18	25	2·1016	89,379	350	89,029	89,379	2032	3082
2. Розточування напівчистове	50	50	14	20	2·230	89,839	140	89,709	89,839	460	671
3. Розточування чистове	10	20	10,8	15	2·124	90,087	87	90,007	90,087	248	300
										2740	4045

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

048Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

42

Складаємо схему розмірного ланцюга (представлена на рис. 2.2).

В даному ланцюгу збільшуючою ланкою є A_3 , зменшуючими ланками – A_1 , A_2 .

Основне рівняння розмірного ланцюга:

$$S = A_3 - (A_1 + A_2 + A_2 + A_1);$$

Номинальний розмір замикаючої ланки:

$$S = 128 - (70 + 50 + 2 + 2) = 128 - 124 = 2 \text{ мм.}$$

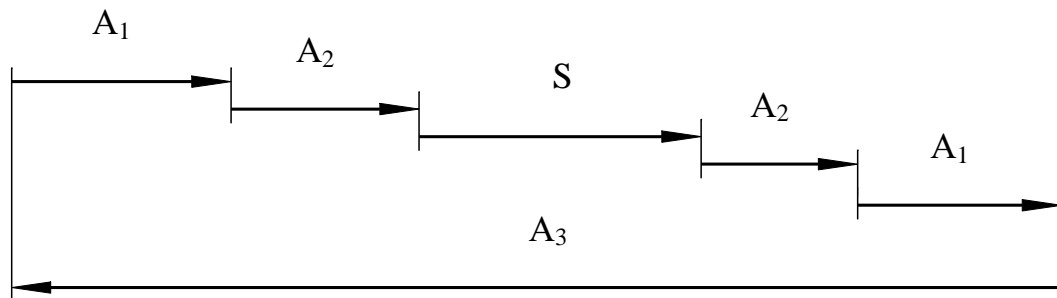


Рисунок 2.2 – Розмірний ланцюг

Середнє відхилення полів допусків складових ланок визначається за формулою:

$$\Delta C = \frac{\Delta S + \Delta I}{2};$$

де ΔS - верхнє відхилення розміру складових ланок;

ΔI - нижнє відхилення розміру складових ланок.

$$\Delta C_{A_1} = \frac{(+0,21) + (-0,21)}{2} = 0;$$

$$\Delta C_{A_2} = \frac{(+0,16) + (-0,16)}{2} = 0;$$

$$\Delta C_{A_3} = \frac{(+0,5) + (-0,5)}{2} = 0.$$

Середнє відхилення замикаючої ланки визначаємо з рівняння:

$$\Delta C_{cp} = \Delta C_{A_3} - (\Delta C_{A_1} + \Delta C_{A_2} + \Delta C_{A_2} + \Delta C_{A_1}) = 0 - (0 + 0 + 0 + 0) = 0.$$

Допуск замикаючої ланки рівний сумі допусків всіх складових ланок, тобто:

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_s = 1,0 + 0,42 + 0,24 + 0,24 + 0,42 = 2,32 \text{ мм.}$$

Граничні відхилення замикаючої ланки обчислюємо за формулами:

$$\Delta S_s = \Delta C_{cp} + \frac{1}{2} T_s = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2,32 = +1,16$$

$$\Delta l_s = \Delta C_{cp} - \frac{1}{2} T_s = 0 - \frac{1}{2} \cdot 2,32 = -1,16$$

Звідси отримуємо необхідний розмір заключної ланки: $S = 124 \pm 1,16$ мм.

2.6.3. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання і оснащення.

По емпіричних формулах розраховуємо режими різання для чорнового розточування отвору $\varnothing 80H8^{+0,870}$ (відповідно розрахунку припусків по переходах), щоб оцінити потужність різання при максимальній глибині різання для вибору верстату (необхідно забезпечити умову $N_{\text{різання}} < N_{\text{верстату}}$).

Обробка проводиться на багатоцільовому верстаті 2206ВМФ-4.

Глибина різання з попередніх розрахунків:

$\varnothing 75,791$ мм. – діаметр заготовки;

$\varnothing 77,012$ мм. – діаметр чорнового розточування отвору.

Отже:
$$t = \frac{D_{\text{дет}} - D_{\text{заг}}}{2} = \frac{77,012 - 75,791}{2} = \frac{2,559}{2} = 1,28 \text{ мм.},$$

Ріжучий інструмент – розточний різець з пластинами із твердого сплаву ВК-8 по ДСТУ18879-73. Січення державки різця 32×25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2$ мм., $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,3 \div 0,5$ мм/об [3, Т. 1, 2, с. 267] – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100$ мм.

Приймаємо подачу

$$S = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Період стійкості різця

$$T = 60 \text{ хв. [3, с.268].}$$

Швидкість різання при токарній обробці визначається за формулою:

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

Значення коефіцієнту C_v і показників степеней вибираємо з Табл. 17 [3, с.270] - $C_v = 292$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$.

Загальний поправочний коефіцієнт швидкості різання визначаємо із залежості:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\lambda v} \cdot K_{Ov} \cdot K_{uv};$$

де $K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380} \right)^{-0,9} = 0,74$ - коефіцієнт, що залежить від

властивостей оброблюваного матеріалу ($K_r = 1$; $n_v = -0,9$ [3, Т. 2, с. 262];

$K_{nv} = 0,8$ - коефіцієнт, що залежить від стану оброблюваної поверхні [3, Т. 5, с.263];

$K_{uv} = 0,93$ - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучої частини інструменту [3, Т. 6, с.263];

$K_{\varphi v} = 1$ - коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця (при $\varphi = 45^\circ$) [3, Т. 18, с. 271];

$K_{Ov} = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує вид обробки поверхні [6, Т.11, с. 427];

$K_{\varphi v}$ та K_{rv} враховуються тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.

Звідси швидкість різання:

$$V = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1,28^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,74 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 162,6 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 62,6}{3,14 \cdot 75,791} = 523 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо число обертів шпинделя по паспорту верстату:

$$n = 500 \text{ об/хв.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна швидкість різання буде складати:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75,791 \cdot 500}{1000} = 157 \text{ м/хв.}$$

Силу різання прийнято розкласти на складові сили, які напрямлені по осях координат верстату (P_z, P_y і P_x).

При розточуванні ці складові розраховуються по залежності [3,с.271]:

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

Коефіцієнти і показники степенів для складових сил різання знаходимо по [3, Т. 22, с.273]:

P_z	P_y	P_x
$C_p = 300$	$C_p = 243$	$C_p = 339$
$x = 1,0$	$x = 0,9$	$x = 1,0$
$y = 0,75$	$y = 0,6$	$y = 0,5$
$n = -0,15$	$n = -0,3$	$n = -0,4$

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\eta} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\eta};$$

де $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$ - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей

оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$$K_{Mp_z} = \left(\frac{520}{750} \right)^{0,4} = 0,87;$$

$$K_{Mp_y} = \left(\frac{520}{750} \right)^{1,0} = 0,69;$$

$$K_{Mp_x} = \left(\frac{520}{750} \right)^{0,8} = 0,75;$$

$K_{\varphi_{x,y,z}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт при $\varphi = 45^\circ$ [4, Т.23, с.275];

$K_{\eta_{x,yz}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт переднього кута [4, Т.23, с.275];

$K_{\lambda_{p_{x,y,z}}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт кута нахилу ріжучої кромки [4, Т.23,

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

с.275];

K_{rp} враховується тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.

Тоді :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,28^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 0,87 = 2400 \text{ Н.};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,28^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 157^{-0,3} \cdot 0,69 = 1500 \text{ Н.};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,28^{1,0} \cdot 0,3^{0,5} \cdot 157^{-0,4} \cdot 0,75 = 1800 \text{ Н.}.$$

Потужність різання: $N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2400 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт.}$

Проведемо перевірку достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{piz} < N_{unn}$$

де $N_{unn} = N_o \cdot \eta$, $N_{unn} = 7,2 \text{ кВт.}$ – потужність електродвигуна приводу головного руху; $\eta = 0,85$ - коефіцієнт корисної дії механізму приводу верстату.

$$2,7 < (7,2 \cdot 0,85) = 6,12 \text{ кВт.}$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

Основний технологічний час на обробку визначається по формулі:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S};$$

де L - довжина різання з урахуванням врізання і перебігу різця:

$$L = l + y + \Delta = 128 + 6 + 2 = 28 \text{ мм.}$$

$l = 128 \text{ мм.}$ - довжина обробки по кресленню деталі;

$y = 6 \text{ мм.}$ – врізання різця;

$\Delta = 2 \text{ мм.}$ – перебіг .

$$T_o = \frac{128 \cdot 2}{500 \cdot 0,3} = 2,69 \text{ хв.}$$

Режими різання інших операцій вибираємо по нормативних даних і зводимо в таблицю 2.6.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6. – Зведена таблиця режимів різання по операціях технологічного процесу механічної обробки корпусу КС6Б-53.102

№ операції	Назва операції і переходу	Довжина різання, <i>L</i> , мм	Глибина різання, <i>t</i> , мм	Кількість проходів, <i>i</i>	Подача, <i>S</i> , мм/об	Число обертів, <i>n</i> , об/хв	Швидкість різання, <i>V</i> , м/хв	Потужність, <i>N</i> , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Комплексна з ЧПК							
	1. Фрезерувати поверхню в розмір 1.	860	3,0	2	0,8	500	196,2	6,9
	2. Центрувати два отвори в розмір 3.	6	6,9	2	0,2	630	12,5	1,8
	3. Свердлити послідовно два отвори в розмір 2.	21	3,15	2	0,14	250	11,0	2,13
	4. Зенкувати фаску 1,5×45° в 2 отворах	1,5	1,0	1,0	0,1	315	15,8	2,13
015	Вертикально-фрезерна							
	1. Фрезерувати поверхню 4 в розмір 3.	400	5,0	2	2,0	63	49,5	6,1
	2. Фрезерувати поверхню 1 в розмір 2.	400	3,0	2	2,0	63	49,5	6,1
025	Комплексна з ЧПК							
	1. Фрезерувати послідовно поверхні 6 і 10 в розміри 3, 5, 11.	920	2,5	2	0,3	300	150,7	7,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3. Свердлити одночасно 4 отвори в розміри 2, 1 і 3 і 4 отвори в розміри 4, 5 і 6 з другої сторони.	35	4,25	1	0,07	378	10,1	1,7
	4. Свердлити одночасно 4 отвори в розміри 4, 5 і 6 і 4 отвори в розміри 2, 1 і 3.	35	4,25	1	0,07	378	10,1	1,7
035	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно 10 отворів до Ø4,95 в розміри 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.	24	2,5	1	0,11	125	9,6	1,8
040	Радіально-свердлильна 1. Зенкувати послідовно фаску в 10 отворах в розмір 1.	3	1,0	10	1,0	500	12,6	2,13
	2. Нарізати послідовно різь в 10 отворах в розміри 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.	68	1,0	10	1,0	250	4,7	2,1
045	Радіально-свердлильна 1. Зенкувати послідовно фаску в 8 отворах в розмір 9.	4	1,5	8	-	630	19,8	1,8
	2. Нарізати послідовно різь в 8-ми отворах в розміри 3 і 4.	80	1,5	8	1,5	160	5,02	2,9
	3. Свердлити отвір Ø14,5 мм.	20	7,25	1	0,16	250	11,3	3,1
	4. Цекувати торець в розмір 8.	8	3,0	1	-	160	15,1	3,2
	5. Зенкувати фаску в розмір 7.	3	1,0	1	-	315	15,8	1,8
	6. Нарізати різь в отворі в розмір 1.	50	1,5	1	1,5	125	6,28	2,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7. Зенкувати послідовно фаску в 8-ми отворах в розмір 9.	4	1,5	8	-	630	19,8	1,8
	8. Нарізати послідовно різь в 8-ми отворах в розміри 3 і 4.	80	1,5	8	1,5	160	5,02	2,9

Проведемо вибір ріжучого та вимірювального інструменту, що буде необхідний для здійснення спроектованого технологічного процесу виготовлення корпусу КС6Б-53.102 та представимо його результати у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		ріжучий	вимірювальний
1	2	3	4
005	Комплексна з ЧПК	Фреза 2210-4019 Ø125 T15K6 ДСТУ24359-81. Свердло 2317-0020 Ø6,3 P6M5 ДСТУ14952-75. Зенківка Ø20 2353-0134 P6M5.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ДСТУ166-81. Калібр 8150-4847 200±0,05 мм.
015	Вертикально-фрезерна	Фреза 2214-4008 Ø250 ВК-8 ДСТУ24359-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ДСТУ166-81. Калібр 8150-4849 179±0,05 мм.
025	Комплексна з ЧПК	Фреза 2214-4009 Ø125 ВК-8 ДСТУ24359-81. Різець 2102-4157-01 T15K6 Різець 2102-4158-01 T15K6	Калібр пробка (Ø90H8) 8136-0017 H8 ДСТУ14816-69. Калібр-пробка (Ø90H8) 8136-0017 H8 ДСТУ14815-69. Калібр-пробка (Ø100H8) 8136-0121 H8 ДСТУ14816-69. Калібр-пробка (Ø100H8) 8136-0122 H8 ДСТУ14815-69. Скоба (112h14) 8102-4346.

1	2	3	4
			Калібри 8344-4221, 8344-4222. Калібр (97±1,5) 8150-4868. Калібр (108±0,07) 8150-4867. Штатив ШМ-ІІ-В ДСТУ10197-70. Індикатор ИЧ-1,0 кл.0 ДСТУ577-68.
030	Вертикально-свердлильна	Свердло (Ø8,5) 2301-0020 Р6М8 ДСТУ10903-77.	Пробка (Ø8,5) 8133-4074. Калібри на розміщення 8150-4856, 8150-4858.
035	Вертикально-свердлильна	Свердло (Ø4,95) 2300-6137 Р6М8 ДСТУ10902-77.	Пробка (Ø4,95) 8133-4083. Штангенциркуль ШЦ-ІІІ-250 _{0,1} ДСТУ166-80.
040	Радіально-свердлильна	Зенківка (Ø16) 2353-0133 ДСТУ14953-80. Мітчик (М6-7Н) 2620-1153.3 ДСТУ3266-81.	Калібр 8150-4861. Калібр-пробка різьбова (М6-7Н) 8221-3030-7Н ДСТУ17758-72.
045	Радіально-свердлильна	Зенківка (Ø16) 2353-0133 ДСТУ14953-80. Зенківка (Ø20) 2353-0134 ДСТУ14953-80. Свердло (Ø14,5) 2301-0048 Р6М8 ДСТУ10903-77. Мітчик (М10-7Н) 2620-1433.3 ДСТУ3266-81. Мітчик (МК16×1,5-7Н) 2630-4005.	Калібр-пробка різьбова (М10-7Н) 8221-3044-7Н ДСТУ17758-82. Калібр-пробка різьбова (МК16×1,5-7Н) 8255-4016. Калібр 8150-4858. Калібр 8150-4834.

2.6.4. Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.

1. Встановлення контрольних операцій

1.1. Вхідний контроль заготовки деталі корпус КС6Б-53.102

- зовнішній вигляд: огляд для виявлення поверхневих дефектів (на оброблюваних поверхнях допускається глибиною не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку)

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- контроль твердості матеріалу: HB170-240

- 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.

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

Контролю підлягають:

- зовнішній вигляд (наявність всіх оброблених поверхонь: фасок, відсутність забоїв, раковин);

- геометричні розміри;

- шорсткість оброблених 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);

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- фарбувальна (для поліпшення зовнішнього вигляду та підвищення корозійної стійкості деталі).

2.6.5. Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва.

Технічні норми часу встановлюємо розрахунково-аналітичним способом.

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\delta} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}}, \text{ хв.},$$

де T_o – основний час, хв.

T_{δ} – допоміжний час, хв.

$T_{\text{обсл.}}$ – час на обслуговування робочого місця, хв.

$T_{\text{відп.}}$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв.

Сума основного і допоміжного часу складає оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\delta}.$$

Розраховуємо норму штучного часу на операцію 005 – комплексну з ЧПК.

Розрахуємо об'єм допоміжної роботи і час на її виконання:

1. Встановити заготовку в пристрій і зняти її після виконання операції:

$$T_{\text{уст}} = 1,55 \text{ хв.}$$

2. Допоміжний час, пов'язаний з управлінням верстату:

$$T_{\text{уп}} = 0,18 \text{ хв.}$$

3. Допоміжний час, який необхідний на вимірювання деталі після проведення операції:

$$T_{\text{вим}} = 0,12 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{\delta} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вим}} = 1,55 + 0,18 + 0,12 = 1,85 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{\text{обсл}}$ складає 4% від оперативного часу:

$$T_{\text{обсл}} = 0,04 \cdot (13,05 + 1,85) = 0,6 \text{ хв.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на відпочинок і природні потреби працюючого $T_{відн}$ складає 4% від оперативного часу:

$$T_{відн} = 0,04 \cdot (13,05 + 1,85) = 0,6 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{обсл} + T_{відн} = 13,05 + 1,85 + 0,6 + 0,6 = 16,1 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{н.з.} = 18 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}, \text{ хв.,}$$

де n - величина партії деталей в одночасному запуску в виробництво ($n = 400$).

$$T_{шт.к.} = 16,1 + \frac{18}{2000} = 16,11 \text{ хв.}$$

Аналогічно проводимо розрахунок на решту операцій і дані зводимо в таблицю 2.7.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7. - Зведена таблиця технічних норм часу по операціях

№ операції	Назва операції і переходи	Основний час, T_0 , хв	Допоміжний час, T_d , хв				Оперативний час, $T_{оп}$, хв	Час на обслуговування, $T_{обсл}$, хв	Час на відпочинок, $T_{відп}$, хв	Штучний час, $T_{шт}$, хв	Підготовчо-заклучний час, $T_{пз}$, хв.	Величина партії, n , шт	Штучно-калькуляційний час, $T_{шт.к.}$, хв
			Час на установку, хв	Час на управління	Час на вимірювання	Сума							
005	Комплексна з ЧПК 1. Перехід 2. Перехід 3. Перехід 4. Перехід	5,82 4,4 0,1 1,2 0,12	1,55 1,55	0,18 0,06 0,06 0,12	0,12	1,85	8,55	0,6	0,6	13,05	18	2000	16,11
015	Вертикальн о-фрезерна 1. Перехід	6,4 6,4	0,51 0,51	0,17 0,17	0,15 0,15	0,83	7,23	0,3	0,3	7,83	18	2000	7,85
025	Комплексна з ЧПК 1 Перехід 2 Перехід 3 Перехід 4 Перехід 5. Перехід 6. Перехід 7. Перехід 8. Перехід 9. Перехід 10. Перехід	34,6 18,4 0,96 0,84 0,74 0,02 0,96 0,84 0,74 0,03 1,03	2,01 2,01	0,17 0,17	0,16 0,16	2,34	36,94	1,5	1,5	54,27	18	2000	54,31
030	Вертикальн освердлильн а 1. Перехід 2. Перехід	5,6 1,4 1,4	0,18 0,18	0,08 0,08	0,05	0,31	5,81	0,2	0,2	7,09	18	2000	7,12
030	3. Перехід 4. Перехід	1,4 1,4			0,05								
035	Вертикальн о-свердлильна 1. Перехід	0,78 0,78	0,62 0,62	0,24 0,24	0,15 0,15	1,01	1,79	0,07	0,07	1,93	18	2000	1,94

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
040	Радіально-свердлильна	3,92	0,67	0,66	0,51	1,84	5,76	0,22	0,22	8,05	18	2000	8,14
	1. Перехід.	1,2	0,67	0,66									
	2. Перехід	2,72			0,51								
045	Радіально-свердлильна	8,83	1,21	0,62	0,59	2,94	11,77	2,8	2,8	17,34	18	2000	17,41
	1. Перехід	1,02	1,21	0,62									
	2. Перехід	2,66											
	3. Перехід	0,65											
	4. Перехід	0,5											
	5. Перехід	0,19											
	6. Перехід	0,28											
	7. Перехід	1,02											
	8. Перехід	2,66			0,59								

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 2.8.

$$K_{3,0} = \frac{89,36}{7} \approx 12,76$$

Так, як $K_{3,0} = 12,76$ згідно ДСТУ 14.004-83 при $10 \leq K_{3,0} \leq 20$ тип виробництва середньосерійний.

Середній коефіцієнт завантаження верстатів на ділянці складає:

$$\eta_{\zeta}^{\text{пад}} = \frac{0,13 + 0,07 + 0,45 + 0,06 + 0,02 + 0,07 + 0,15}{7} = 0,14.$$

Для збільшення завантаження верстатів на ділянці періодично обробляються інші деталі, які схожі по конфігурації і формі з корпусом КС6Б-53.102.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 2.8. – Уточнення типу виробництва

№ опер.	Назва операції	$T_{шт-к, хв}$	$m_p, шт$	$m_{пр, шт}$	η_ϕ	О
005	Комплексна з ЧПК	16,11	0,13	1	0,13	6,15
015	Вертикально-фрезерна	7,85	0,07	1	0,07	11,40
025	Комплексна з ЧПК	54,31	0,45	1	0,45	1,78
030	Вертикально-свердлильна	7,12	0,06	1	0,06	13,30
035	Вертикально-свердлильна	1,94	0,02	1	0,02	40,00
040	Радіально-свердлильна	8,14	0,07	1	0,07	11,40
045	Радіально-свердлильна	17,41	0,15	1	0,15	5,33
	Всього	112,88		7		89,36

Складаємо графік завантаження верстатів і представляємо його на рисунку 2.3.

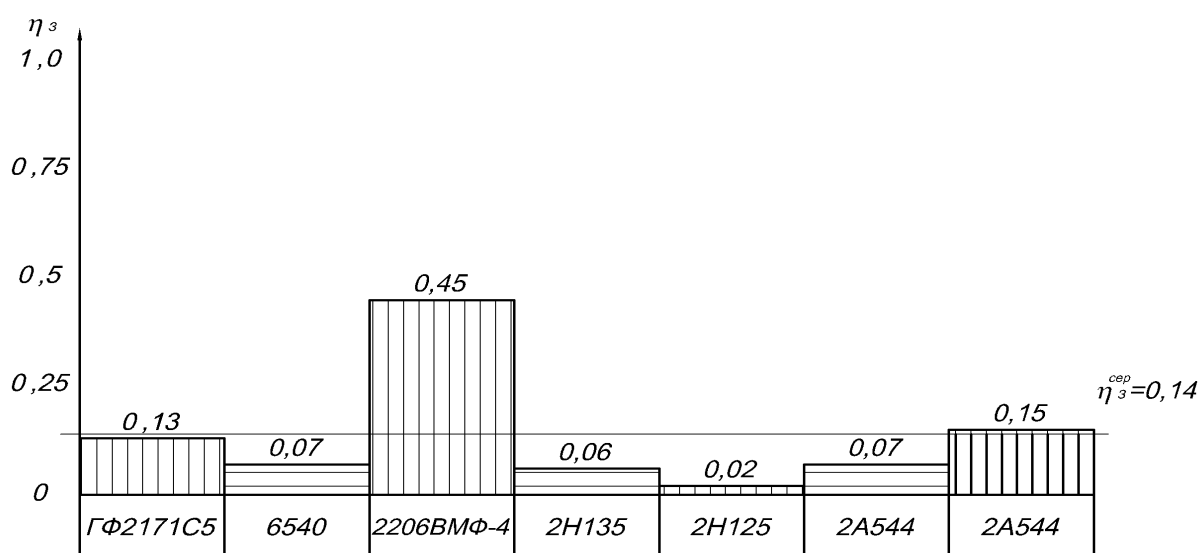


Рисунок 2.3 – Графік завантаження обладнання

Коефіцієнт використання обладнання по основному часу η_o показує частку машинного часу в загальному часі роботи верстата. Він визначається як

$$\text{відношення основного часу до штучно-калькуляційного часу: } \eta_o = \frac{T_o}{T_{шт.к.}}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання обладнання по основному часу.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_o^{005} = \frac{5,7}{16,11} = 0,35;$$

$$\eta_o^{015} = \frac{6,4}{7,85} = 0,82;$$

$$\eta_o^{025} = \frac{34,6}{54,31} = 0,64;$$

$$\eta_o^{030} = \frac{5,6}{7,12} = 0,79;$$

$$\eta_o^{035} = \frac{0,78}{1,94} = 0,40;$$

$$\eta_o^{040} = \frac{3,92}{8,14} = 0,48;$$

$$\eta_o^{045} = \frac{8,83}{17,41} = 0,51$$

Середній коефіцієнт використання обладнання по основному часу:

$$\eta_o^{ср} = \frac{0,35+0,82+0,64+0,79+0,40+0,48+0,51}{7} = 0,57$$

Складаємо графік використання обладнання по основному часу і представляємо його на рисунку 2.4.

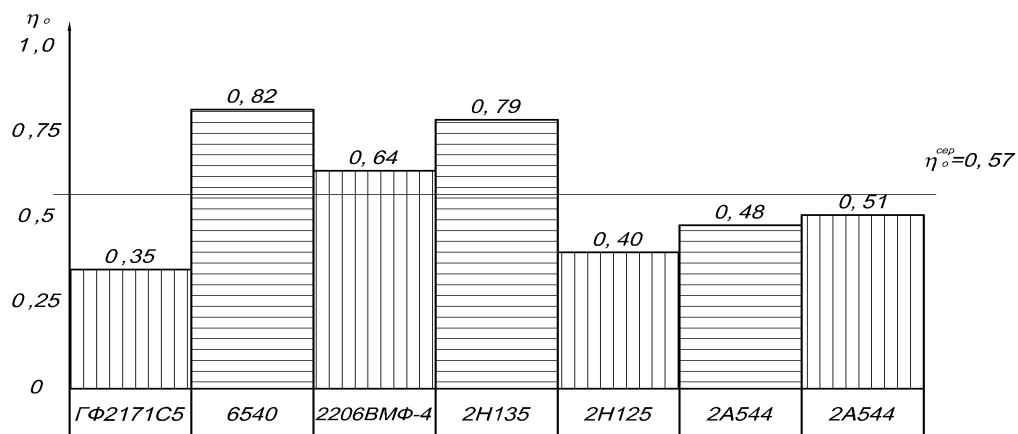


Рисунок 2.4 – Графік використання обладнання по основному часу

Використання верстата по потужності характеризується коефіцієнтом використання обладнання η_M , який рівний відношенню необхідної потужності на приводі верстата N_{np} до потужності встановленого на верстаті електродвигуна N_{cm} :

$$\eta_M = \frac{N_{np}}{N_{cm}}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання обладнання по потужності.

$$\eta_M^{005} = \frac{6,9}{11} = 0,63; \quad \eta_M^{015} = \frac{6,1}{11} = 0,55;$$

$$\eta_M^{025} = \frac{7,1}{9} = 0,79; \quad \eta_o^{030} = \frac{1,7}{4} = 0,43;$$

$$\eta_o^{035} = \frac{1,8}{3,5} = 0,51; \quad \eta_o^{040} = \frac{2,13}{5,5} = 0,39; \quad \eta_o^{045} = \frac{3,2}{5,5} = 0,58.$$

Середній коефіцієнт використання обладнання по потужності:

$$\eta_M^{\bar{n}\bar{a}\bar{d}} = \frac{0,63 + 0,55 + 0,79 + 0,43 + 0,51 + 0,39 + 0,58}{7} = 0,55$$

Складаємо графік використання обладнання по потужності і представляємо його на рисунку 2.5.

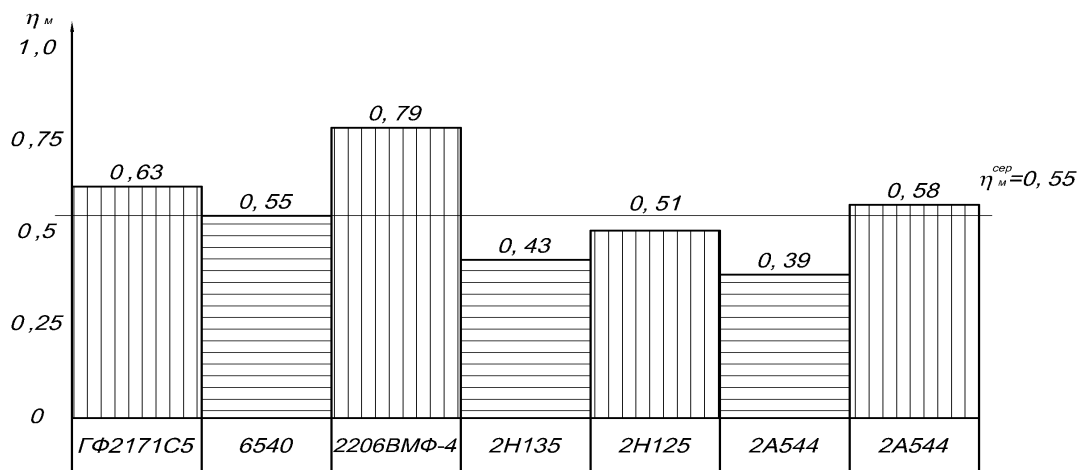


Рисунок 2.5 – Графік використання обладнання по потужності

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування пристрою для фрезерування площини і свердління двох отворів $\varnothing 14$ мм в деталі КС6Б-53.102

3.1.1. Силовий розрахунок параметрів приводу.

В даному випадку оброблювана деталь базується на установочних елементах пристосування і притискається до них силою затиску Q , а сила різання P діє в перпендикулярному напрямку.

Силі різання протидіють сили тертя $T_2 = Qf_2$ між опорною поверхнею пристосування і нижньою базовою площиною деталі, а також $T_1 = Qf_1$ між верхньою площиною деталі і поверхнею затиску

Сила затиску визначається з мови рівноваги сил [4, с.155]:

$$(W - P)fr = \frac{2M}{d} kR;$$

Звідси:
$$W = \frac{2kMR}{dfr} - P,$$

де f - коефіцієнт тертя в місці затиску;

k - коефіцієнт запасу;

R - відстань від вісі інструменту до вісі деталі;

$$r = \frac{D_2 - D_3}{2} = \frac{95 - 90}{2} = 2,5 \text{ мм.} - \text{ радіус, по якому затискається деталь.}$$

При використанні одноклинового механізму умовою рівноваги є [8, с. 192]:

$$W = \frac{1}{\eta} Q \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha - \varphi_{i\delta}) \operatorname{tg} \varphi_{2i\delta}}{\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_{i\delta}) + \operatorname{tg} \varphi_1},$$

де α - кут скосу важеля, $^{\circ}$;

φ - кут тертя похилій поверхні клина, $^{\circ}$;

φ_1 - кут тертя в ланці, $^{\circ}$;

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

φ_2 - кут повороту клина, $^{\circ}$.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1 \quad \varphi = \varphi_1 = \varphi_2 = 5^{\circ} 50';$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{2np} = 0,21;$$

$$\alpha = 15^{\circ}.$$

Характеристика механізму:

$$\frac{1 - \operatorname{tg}(\varphi + \varphi_{np}) \operatorname{tg} \varphi_{2np}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_1} = 2,26;$$

$\eta = 0,60$ - коефіцієнт корисної дії механізму.

$$W \cdot \eta = 2,26 \cdot Q$$

$$W = \frac{2,26 \cdot Q}{\eta}$$

$$\frac{2,26}{\eta} Q = \frac{2kMR}{dfr} - P$$

Звідси визначаємо необхідне зусилля, що повинен розвивати пневмоциліндр пристрою:

$$Q = \left(\frac{2kMR}{dfr} - P \right) \cdot \frac{\eta}{2,26};$$

Сила різання при фрезеруванні визначається за формулою [3, с.418]:

$$P = C_p \cdot t^{X_p} \cdot S_z^{Y_p} \cdot Z \cdot B^{Z_p} \cdot D^{q_p} \text{ кг.},$$

де $C_p = 48$; $X_p = 0,83$; $Y_p = 0,65$; $Z_p = 1,0$; $q_p = -0,83$ - коефіцієнт та показники степенів у формулі [3, с.418].

$$P = 48 \cdot 10^{0,83} \cdot 0,1^{0,65} \cdot 4 \cdot 20^{1,0} \cdot 20^{-0,83} = 484 \text{ кг.}$$

Момент буде складати [9, с. 391]:

$$M = C_M \cdot D^{2,0} \cdot S^{Y_M} \cdot K m_m,$$

де $C_M = 23,6$; $Y_M = 0,80$; $K m_m = 0,7$.

$$M = 23,6 \cdot 20^{2,0} \cdot 0,1^{0,80} \cdot 0,7 = 1047 \text{ кг мм.}$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$\text{Отже: } Q = \left(\frac{2 \cdot 1,1 \cdot 1047 \cdot 125}{12 \cdot 0,78 \cdot 65} - 484 \right) \cdot \frac{0,98}{2,26} = 357,5 \text{ кг.}$$

Зусилля, яке повинен розвивати пневмоциліндр буде складати $Q=357,5$ кг.

3.1.2. Розрахунок на точність.

При обробці плоскої поверхні, паралельної до установочної бази, похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\zeta},$$

де ε_{δ} - похибка базування;

ε_{ζ} - похибка закріплення.

Похибка базування має місце при переміщенні установочної та вимірної баз, а в нашому випадку вона рівна нулю.

Похибка закріплення виникає в результаті зміщення оброблюваних поверхонь заготовки від дії затискної сили. В нашому випадку, при базуванні на упор і на гладкий палець вона складає [6] $\varepsilon_3 = 83 \text{ мкм} = 0,083 \text{ мм}$.

Отже похибка установки деталі в даному приспособленні складається виключно з похибки закріплення і становить 0,083 мм, що менше допуску на обробку даної поверхні.

3.1.3. Загальний опис конструкції, принцип дії.

Базовою деталлю пристрою (рисунок 3.1) є корпус 3, за допомогою якого він встановлюється в на столі фрезерно-свердлильно-розточного верстату ГФ2171С5. Базування пристрою здійснюється за допомогою шпонок, а закріплення – болтами, закріпленими у Т-подібних пазах стола (на кресленні не показані).

До корпуса перпендикулярно кріпиться кронштейн, на якому встановлено пневмоциліндр 1, шток якого зв'язаний за допомогою клиново-важільного механізму з двома тягами. Тяги вільно переміщуються в середині двох конусних

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опор, встановлених у вертикальній плиті пристрою. Тяги підпружинені зі сторони плити, з другої сторони до них кріпляться дві конусних притискних втулок, які притискають деталь до установочних опор 20.

Робота пристрою відбувається наступним чином. Корпус встановлюється двома отворами під підшипники на конусні опори 8 і 9, опорна площа корпусу встановлюється на опори 19 пристрою. Встановлюються дві конічні притискні втулки 10, закріплені через розрізні шайби 24 гайками. Після цього вмикається пневмоциліндр і деталь під дією пружин 35 притискається до бокових опор 20. Після здійснення обробки пневмоциліндр втягує шток і деталь відтискається від бокових опор, знімаються розрізні шайби і конусні притискні втулки, деталь можна зняти з пристрою.

3.2. Проектування пристрою для нарізання різи в деталі КС6Б - 53.102

3.2.1. Розрахунок на точність.

На точність обробки впливає ряд технологічних факторів, які викликають сумарну похибку.

Для розрахунку точності виготовлення пристрою можна використати формулу [1, с.162]:

$$\varepsilon_{\text{в}} \leq \delta - K \sqrt{(k_1 \varepsilon_a)^2 + \varepsilon_{\zeta}^2 + \varepsilon_{\text{оп}}^2 + \varepsilon_{\text{сг}}^2 + \varepsilon_{\delta}^2 + (k_2 \omega)^2},$$

де δ - допуск на відповідний розмір розміщення оброблюваної поверхні заготовки, що заданий по кресленню, $\delta = 0,6$ мм.;

k - коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розподілення окремих складових, $k = 1,2$;

ε_a - похибка базування заготовки в пристрої, $\varepsilon_a = 0,10$ мм.;

ε_{ζ} - похибка закріплення заготовки в пристрої, $\varepsilon_{\zeta} = 0,04$ мм.;

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ε_{δ} - похибка установки пристрою на верстаті, $\varepsilon_{\delta} = 0,11$ мм.;

$\varepsilon_{\zeta i}$ - похибка, що виникає в результаті зношення деталей у пристрої,
 $\varepsilon_{\zeta i} = 0,10$ мм.;

ε_{δ} - похибка установки різального інструменту на верстаті, $\varepsilon_{\delta} = 0$ мм.

k_1 - коефіцієнт, для серійного виробництва $k_1 = 0,8 \dots 0,85$;

k_2 - коефіцієнт, складає $k_2 = 0,6 \dots 0,8$;

ω - значення похибки обробки, виходячи з економічної точності для даного методу $\omega = 0,10$ мм.

Отримаємо:

$$\varepsilon_{i\theta} = 0,6 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 0,1)^2 + 0,04^2 + 0,11^2 + 0,1^2 (0,8 \cdot 0,1)^2} = 0,27 - 0,24 = 0,03 \text{ мм.}$$

Виходячи з розрахунку, точність виготовлення деталі складає $\pm 0,18$ мм., що задовільняє допуск на деталь по кресленню $\pm 0,03$ мм.

3.2.2. Загальний опис конструкції, принцип дії.

Пристрій встановлюється на столі радіально-свердлильного верстату моделі 2А544. Загальний вигляд пристрою представлено на рисунку 3.2. Базування пристрою на столі верстату здійснюється шпонками 30, а його закріплення – болтами 26, встановленими у вирізи корпусу 2 та Т-подібні пази стола верстату.

Пристрій складається із корпусу 2, до якого кріпиться установочна плита 5, на якій встановлено циліндричну направляючу. Базування заготовки на плиті здійснюється через гладкий 8 та зрізаний 9 установочні пальці, які і визначають положення заготовки в пристрої.

Притискання заготовки до плити здійснюється за допомогою притискної втулки 7, зв'язаної із штоком пневмоциліндра 32. Управління затиском відбувається за допомогою золотника 1.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК, КОМПОНОВКА, ПЛАН ДІЛЬНИЦІ І ЦЕХУ

4.1. Розрахунок трудомісткості обробки, кількості основного і допоміжного обладнання, уточнення типу виробництва

Враховуючи наявність вихідних даних і глибину відпрацювання технологічних рішень, проектування ділянки проводимо укрупненими методами.

Основними вихідними даними в цьому випадку будуть:

- річна програма випуску;
- маса виробу;
- штучний час обробки деталі на кожній операції.

Трудомісткість механічної обробки річного випуску деталі можна визначити за формулою:

$$T = T_{um}N$$

де T – трудомісткість механічного оброблення виробу;

T_{um} – норма штучного часу;

N – річна програма випуску.

$$T = \frac{199,79 \cdot 2000}{60} = 6660, \text{ (верстато-годин)}$$

Розрахунок кількості основного технологічного обладнання проводиться за формулою:

$$m_B = \frac{T_{um} \cdot N}{F_\partial \cdot k_3};$$

де T_{um} – норма штучного часу;

F_∂ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, при двозмінній роботі складає 4015 год.;

k_3 – середній коефіцієнт завантаження обладнання, для даного типу виробництва приймається рівним 0,8.

$$C_{заг} = \frac{199,79 \cdot 2000}{4015 \cdot 0,8} = 124.$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отриману загальну кількість верстатів у цеху розподіляємо по групах і типах, користуючись процентним відношенням, визначеним по даних раніше виконаних проектів, приведених в [19].

Згідно коефіцієнта закріплення операцій, визначеного в технологічній частині виробництва корпусу на дільниці крупносерійне змінно-потоккової форми організації виробництва з довантаженням деяких верстатів подібними деталями. За даними базового підприємства, обладнання на дільниці довантажується за рахунок виготовлення деталей подібної номенклатури.

Виробнича площа механічного відділення укрупнено підраховується по питомій площі на один верстат по нормах технологічного проектування. Питома площа залежить від розмірів і маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах 12...14 м², для середніх – 18...21 м², для важких – 22...25 м².

Кількість допоміжного обладнання приймається згідно рекомендацій [19]:

- для заточного відділення – 2 верстати;
- для майстерні по ремонту технологічного оснащення – 1 верстат.

4.2. Визначення кількісного складу працюючих в механічному відділенні

На дільниці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні наступні категорії працюючих:

- виробничі робітники;
- допоміжні робітники;
- інженерно-технічні працівники;
- молодший обслуговуючий персонал;
- лічильно-конторський персонал.

Розрахунок кількості виробничих робітників-верстатників механічного відділення може бути виконаним в залежності від кількості прийнятих в проекті верстатів за формулою:

$$m_{PB} = \frac{C_{IP} \cdot F_D \cdot k_z}{F_{op} \cdot k_o};$$

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_{np} - прийнята кількість обладнання;

F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при прийнятому режимі роботи в годинах, $F_{\partial} = 4015$ год.,

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання,

F_{op} – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостанкового обслуговування, $k_6 = 1,2$.

$$m_{PB} = \frac{11 \cdot 4015 \cdot 0,8}{1118 \cdot 1,2} = 27; \text{ (чол.)}$$

Приймаємо $P_6 = 27$ чоловік.

Кількість робітників слюсарів визначається в процентах від кількості робітників-верстатників. Кількість молодшого обслуговуючого персоналу, інженерно-технічних працівників і лічильно-контрського персоналу визначається в процентному співвідношенні до загальної кількості робітників дільниці. Всі дані, отримані в результаті розрахунку кількості працюючих зводяться в таблицю 4.1.

Кількість контролерів приймається в крупносерійному і масовому виробництві 8 – 10% від кількості виробничих робітників [19]. Приймаємо кількість контролерів рівною 2. Розмір майданчика для контрольного пункту – 2×2 м.

Таблиця 4.1. – Відомість складу працюючих дільниці

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	За формулою	—	27
Допоміжні робітники	в % відношенні	35...50	13
МОП	в % відношенні	2...3	1
ІТП	в % відношенні	10...13	1
ЛКП	в % відношенні	4...5	2
Всього			44

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ

По призначенню площі діляниць і цехів механоскладального виробництва поділяються на виробничі, допоміжні і службово-побутові.

До виробничої площі відноситься площа, яка займається виробничим обладнанням і робочими місцями для виконання слюсарних, складальних та допоміжних виробничих операцій, робочими місцями майстрів і контролерів, засобами механізації і автоматизації, міжопераційним транспортом, складами біля робочих місць, проходами і проїздами між рядами обладнання.

Допоміжна площа включає площі, які зайняті допоміжними підрозділами, а також магістральними проїздами.

Важливе значення при проектуванні ділянки механічного цеху має правильний вибір способу і належна організація збору і переробки стружки. Виходячи з маси стружки на ділянки і враховуючи те, що стружка на ділянки однорідна, так як деталі, які обробляються, виготовлені з одного матеріалу, стружка збирається в бункери, розташовані біля проїздів ділянки. Бункери обладнані подвійним дном для часткового очищення стружки від масел і емульсій. Заповнені бункери транспортуються в цехове відділення по переробці стружки колісним транспортом.

На службово-побутових площах розміщуються приміщення для адміністративно-технічного персоналу, об'єкти громадського харчування, медичного обслуговування та деякі інші.

Виробнича площа ділянки по визначається по питомій площі, яка приходить на одиницю обладнання і приймається для легких верстатів (масою до 1 т) 12...14 м², для середніх (1...10 т) – 18...21 м². Крім того, в склад виробничої площі ділянки включається площа для слюсарних верстаків (1,5 м² на одиницю) і площа контрольного пункту 4 м².

Площі допоміжних відділень визначаються укрупненими методами в залежності від кількості основного технологічного обладнання.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зокрема площа складу масел складає 10...20 м², відділення для приготування та роздачі ЗОР 35...120 м², відділення по переробці стружки 30...140 м² в залежності від кількості всього обладнання, встановленого в цеху [19].

Площа цехового складу матеріалів і заготовок визначається за формулою:

$$S_{сз} = \frac{Q_{чорн} t}{260 q k};$$

де Q_3 - маса матеріалів та заготовок річного об'єму випуску, які підлягають зберіганню на складі;

t - кількість робочих днів запасу, на протязі яких матеріал зберігається на складі;

q - середнє допустиме навантаження на 1 квадратний метр корисної площі підлоги складу;

k - коефіцієнт використання площі складу.

Результати розрахунку площ оформляються у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Відомість площ дільниці цеху

№ п/п	Назва відділення	Площа, м ²
1	Механічне	1000
2	ІРК	80
3	Комора інструментального оснащення	50
4	Комора пристроїв	43
5	Контрольне відділення	35
6	Цехова ремонтна база	80
7	Склад заготовок	60
8	Склад масел	20
Всього		1430

4.4. Вибір типу і основних будівельних параметрів будівлі

Дільниця механічної обробки корпусу КС6Б-53.102 розміщується в корпусі з повним каркасом, зкомпонованому з уніфікованих типових секцій з розмірами в плані 72×72 м. Сітка колон 18×12 м, крок пристінних колон 6 м.

Будівля одноповерхова, безкранова, прямокутна в плані з світлоаераційним ліхтарем.

Виходячи з типу підйомно-транспортного обладнання, яке використовується, висота прольоту приймається рівною 7,2 м.

Фундаменти виконані окремо розміщеними з залізобетону. На них опираються колони і фундаментні балки. Обріз фундаменту розміщується на 150 мм нижче рівня чистої підлоги.

Колони прямокутного перерізу в плані, залізобетонні, висотою 8100 мм і розмірами в плані 500×500 мм.

Несучі конструкції покриттів виконані у вигляді залізобетонних уніфікованих сегментних ферм.

Зовнішні стіни використовуються з залізобетонних навісних панелей з віконними пройомами і простінакми. Віконні конструкції з алюмінію, заповнені склопакетами.

Ворота дерев'яні з сталевим каркасом, з повітряно-теплогою завісою і розмірами 3×3 м.

Двері використовуються розміром 1,5×2,4 м і розміщуються на рівних відстанях між собою по периметру будівлі.

Покрівля цеху скатна, складається з збірних настилів, укладених по фермах. По плитах укладено утеплювач, цементна стяжка і водоізоляційний килим з трьох шарів рубероїду.

Підлога в цеху виконана з полімерцементним покриттям, яке допускає технологічне навантаження 3..5 т/м², використання води, мінеральних масел і емульсій і має низьку трудомісткість очищення.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5. Вибір типу вантажопідйомних і транспортних засобів

Підйомно-транспортні і завантажувально-розвантажувальні роботи є важливими і трудомісткими елементами виробничих процесів механоскладальних виробництв. Від методів організації і оснащення цих робіт в значній мірі залежить продуктивність праці, об'єм втрат виробництва і умови праці робітників.

В даному цеху для потреб дільниці в якості міжопераційного транспорту використовуються електрокари з підйомною платформою вантажопідйомністю 1 т. Для транспортування малогабаритних вантажів на відстані до 50 м застосовуються ручні візки вантажопідйомністю 250 кг. Для перевезення однотипних деталей невеликих розмірів призначені спеціальні візки, оснащені стелажми.

Кількість елементів колісного транспорту визначається за формулою:

$$E = \frac{Q_{\text{чорн}} \cdot T}{2 \cdot Q_k \cdot k_l \cdot F_o \cdot 60};$$

де Q_k - річний вантажообіг дільниці, т;

k_l - коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів;

T - загальний час пробігу одиниці транспортного засобу, хвилин;

Q_e - вантажопідйомність транспортного засобу.

$$E = \frac{20000 \cdot 0,72 \cdot 1,96}{2 \cdot 2,2 \cdot 0,8 \cdot 3810 \cdot 60} = 1,44;$$

Приймаємо два електрокари з непідйомною платформою і один електронавантажувач вантажопідйомністю 2 т з швидкістю переміщення 10 км/год.

Підвісні однобалочні крани вантажопідйомністю 5 т, висотою підйому до 6 м і швидкістю переміщення 30 м/хв призначені виконання завантажувально-розвантажувальних робіт всередині цеху і складів, а також для використання в якості технологічного транспорту.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На колонах встановлюються консольні поворотні крани з електроталіями вантажопідйомністю 250 кг і з вильотом стріли 3м для безпосереднього обслуговування робочих місць.

Для переміщення деталей між позиціями обробки використовується підвісний ланцюговий підвісний конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

4.6. Розробка плану розміщення обладнання на дільниці

План розміщення обладнання на дільниці розробляється з метою:

- забезпечення розміщення всього технологічного і підйомно-транспортного обладнання у відповідності з документацією технологічних процесів, нормами технологічного проектування і вимогами раціональної організації робочих місць;
- визначення остаточних розмірів потрібних площ на основі розташування всього обладнання, робочих місць, конвеєрів та інших підйомно-транспортних засобів;
- одержання уточнених даних для видачі завдань на проектування документації для виконання будівельно-монтажних робіт.

План розміщення обладнання розробляється на основі і відповідності з компоновочним планом цеху і розташуванням будівельних елементів будівлі.

Обладнання на дільниці розміщується послідовно по ходу технологічного процесу вздовж прольоту в один ряд вздовж проїзду. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновочному плані. Відстань між верстатами – 900 мм, від проїзду до фронтальної сторони верстата – 1500 мм, від стін, колон до тильної сторони верстата – 700 мм.

На плані розміщення обладнання з допомогою прийнятих умовних позначень показані:

- будівельні елементи: колони, стіни, тунелі;
- основні будівельні параметри;

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- межі ділянки;
- технологічне обладнання;
- місце для технічного контролю;
- підйомно-транспортне обладнання;
- місця робітників;
- проїзди і проходи;
- точки підводу енергоносіїв, стисненого повітря, води;
- технологічні і транспортні потоки.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. До плану розміщення обладнання на ділянці додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі, в якій вона розташована з вказуванням висоти прольоту, загальної висоти, обладнання і транспортних засобів, висотних відміток чистої підлоги і каналів для відводу стружки, контурів основ колон, фундаментів з розмірами прив'язки обладнання до координатних осей і елементів конструкції будівлі.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. Схема розміщення обладнання представлена на рисунку 5.1

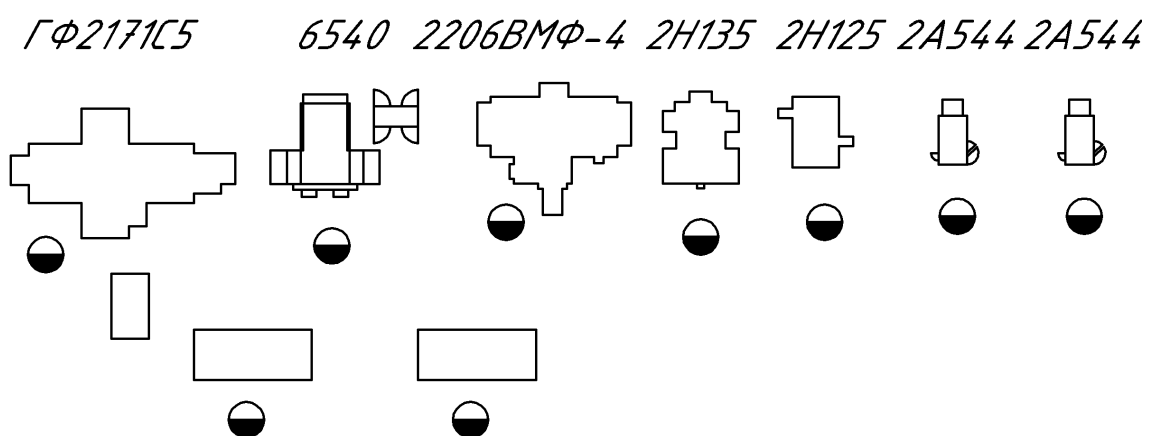


Рисунок 4.1 – Схема розміщення обладнання на ділянці

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

У структурі промислового потенціалу України потенційно небезпечні виробництва мають значну питому вагу. В цілому по країні на них припадає близько 40 % вартості промислово-виробничих основних фондів, близько третини обсягів виробництва. Особливо багато потенційно небезпечних виробництв зосереджено в Луганській, Донецькій, Івано-Франківській, Київській областях. Вартість промислових виробничих основних фондів у Донецькій, Луганській і Дніпропетровській областях становить понад половину їхньої вартості в Україні в цілому.

Криза в економіці, яка супроводжується збільшенням частки застарілих технологій і обладнання, зниженням рівня модернізації, оновлення виробництва підвищує ризик техногенних катастроф. Аналіз вікової структури обладнання народного господарства свідчить про старіння основних фондів.

Наприклад, у 1992 р. середній вік усього обладнання на промислових підприємствах України становив 12 років. На промислових підприємствах середній вік парових турбін становив 27 років, парових котлів - 18 років. Середній вік обладнання на хімічних заводах становив 12 років, а генераторів до парових і газових турбін - 19 років.

Значною є частка застарілого обладнання в Дніпропетровській, Донецькій, Луганській і Харківській областях, тобто в областях з високим рівнем індустріального розвитку.

Головним завданням на найближчу перспективу є запобігання збільшення рівня забруднення та виснаженню природних об'єктів.

Розв'язання проблем техногенно-екологічної безпеки потребує:

- здійснення перебудови техногенного середовища, технічного переозброєння виробничого комплексу на основі впровадження новітніх наукових досягнень, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів, застосування відновлюваних

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

джерел енергії, розв'язання проблем знешкодження і використання всіх видів відходів;

- налагодження ефективного екологічного контролю за науково-дослідними роботами із створення об'єктів штучного походження, їх проектуванням, будівництвом та функціонуванням з метою управління техногенними навантаженнями, раціональним використанням природних ресурсів і розміщенням продуктивних сил;
- проведення класифікації регіонів України за рівнями техногенно-екологічних навантажень, створення карт техногенно-екологічних навантажень;
- розробки методології визначення ступеня екологічного ризику для довкілля, обумовленого техногенними об'єктами;
- проведення досліджень з метою створення системи моделей моніторингового контролю за об'єктами спостережень у промисловості, енергетиці, будівництві, транспорті і сільському господарстві.

Основою здійснення природоохоронної політики в галузі мають стати:

- істотне зменшення викидів забруднюючих речовин підприємств машинобудівного комплексу в довкілля;
- впровадження екологічно чистих технологій в усіх напрямках діяльності машинобудівного виробництва, зокрема вирішення питань утилізації і знешкодження токсичних відходів гальванічного виробництва.

Для галузі машинобудування характерними видами забруднення навколишнього середовища є забруднення повітря абразивним пилом, відходи металічної стружки та металолому, забруднення навколишнього середовища і водойм стічною водою, яка використовувалась для технічних потреб, забруднення відпрацьованим маслом, змащувально-охолоджувальними рідинами.

Зокрема в нашому конкретному випадку на машинобудівному підприємстві виготовляються сталеві деталі, при механічній обробці яких виділяється значна кількість пилу, вона супроводжується виділенням великої кількості теплоти, і як наслідком значним розходуванням води для змащувально-

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолоджувальних рідин.

Корпусні деталі піддаються механічній обробці, внаслідок якої знімається певний шар металу – стружка, яка при попаданні в навколишнє середовище буде забруднювати його.

Для зменшення шкідливого впливу на середовище від можна передбачити наступні заходи для зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище:

Технічна вода та її відходи.

Для зменшення викидів забруднених відходів води на даному підприємстві слід передбачити повторне використання води для технічних потреб, більш раціональне її використання в ході виконання технологічного процесу. Очистка стічних вод на підприємстві в залежності від їх властивостей, концентрації і фракційного складу здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок в полі дії відцентрових сил і фільтрування. Для очищення промислових стоків на виробництві можна рекомендувати використання таких засобів очищення води:

- маслозбирачі;
- фарбозбирачі;
- станції нейтралізації хімічно забруднених вол;
- очисні споруди для фільтрування, хімічного очищення та відстоювання води.

Металолом і сталеві відходи

В ході виконання обробки деталей із чавуну та сталей відходи цих матеріалів (стружка, металолом) слід передбачити обов'язковий збір відходів і передачі її на спеціальні пункти, де вони будуть направлятись: частково на переплавку на дільницю литва, і в основному на пункти збору вторинної сировини для відправки на підприємства металургійної промисловості.

Відпрацьоване мастило.

На підприємстві широко застосовуються мастильні матеріали для змащування технологічного обладнання, зменшення тертя в рухомих частинах устаткування та багато іншого. В результаті цього передбачаються значні

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількості відпрацьованого масла. Тому на підприємстві необхідно передбачити устаткування для переробки та регенерації відпрацьованого масла. Рекомендується використовувати установку типу УРИМ-100

Абразивний пил.

Повітря на ділянці в основному забруднене частинками туману розміром 0,3-5мкм та твердими абразивними частинками розміром 0,3-2 мкм.

При обробці виробів із чавуну та сталі виділяється значна кількість пилу, який забруднює навколишню атмосферу і може привести до тяжких захворювань органів дихання.

Класифікація пиловловлюючого обладнання основана на особливостях процесу відділення твердих часток від газової фази, це:

- обладнання для вловлення пилу сухим способом, до якого відносяться циклони, пилоосаджуючі камери, вихреві циклони, жалюзійні та ротаційні пиловловлювачі, електрофільтри, фільтри;
- обладнання для вловлення пилу мокрим способом, до якого відносяться скрубери Вентурі, форсуночні скрубери, пінні апарати та ін.

Для очищення повітря від пилу слід передбачити фільтри в місцевій вентиляції на робочих місцях, на яких проводиться обробка таких деталей, а також необхідно передбачити використання спеціальних фільтрів в місцях заточування інструменту, шліфування деталей та інших, де можливе виділення пилу.

Відпрацьовані змащувально-охолоджувальні рідини.

Для відводу тепла при обробці металів в тяжких умовах, до яких відноситься і обробка чавуну, використовуються змащувально-охолоджувальні рідини. Для зменшення стоку таких рідин в довкілля на підприємстві необхідно передбачити використання спеціального устаткування для переробки та фільтрування ЗОР. Рекомендується використання установок для безвідходного розкладання і очищення відпрацьованої емульсії методом мікро флотаційної технології, наприклад установка ТФС-017.

Шум та вібрації.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі виконання виробничого процесу по виготовленню деталей на підприємстві буде значне виділення шуму. Для зниження шуму на підприємстві необхідно передбачити використання спеціальних звукопоглинаючих та звукоізолюючих прокладок для зниження шуму від працюючого обладнання, використання спеціальних віброізолюючих пристроїв, які зменшують вібрацію тяжких пресів, молотів, важких верстатів. На дільницях, які характеризуються підвищеною шумністю необхідно використовувати спеціальні звукові екрани. Сильно вібруюче обладнання необхідно встановлювати на спеціальних віброізолюючих опорах.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Прийняті в кваліфікаційній роботі інженерні рішення дозволили спроектувати цех механічної обробки деталей і добитися суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу.

Прийняті рішення забезпечили можливість концентрації обробки, організацію багатOVERSTATного обслуговування, мобільність виробництва, а також значне скорочення витрат на оснащення виробничого процесу.

Завдяки застосування САПР ТП було синтезовано ще один варіант маршруту обробки, що в поєднанні з існуючими дозволило синтезувати оптимальний технологічний маршрут механічної обробки.

Розроблені конструкції спеціальних верстатних пристроїв дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити підготовчо-заключний час на операціях.

Також для забезпечення безпечних умов роботи персоналу і суттєвого їх покращення розглянуто ряд питань з охорони праці.

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

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
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 Namuyela, Kuznetsov Yu.N., Namuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
6. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
7. Кузнецов 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 Namuyela, Kuznetsov Yu.N., Namuyela 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 студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					048Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		