

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 6520Ф3 35.00.021**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41
Жарчинський Віталій Вікторович

(підпис)

Керівник:
д.т.н., професор
Григор'єва Наталія Сергіївна

(підпис)

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

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р.Редько

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Жарчинському Віталію Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 6520Ф3 35.00.021*

Керівник роботи: *Григор'єва Наталія Сергіївна, д.т.н., професор,*
затвержені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 р., № 986/01-02

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

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі корпусу 6520Ф3 35.00.021, річна програма випуску 35000 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

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

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А.1), КН – 1 лист (ф.А1), складальні креслення верстатних пристроїв - 5 листів (ф.А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Жарчинський В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Григор'єва Н.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Жарчинський В.В. Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 6520Ф3 35.00.021. Рукопис.

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

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

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

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

ABSTRACT

Zharchynsky V.V. Development of the technological process of mechanical processing of the case 6520F3 35.00.021. Manuscript.

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

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

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

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

ЗМІСТ

стор.

	Вступ.....	7
1	Загальна частина.....	8
1.1.	Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ.....	8
1.2.	Аналіз базового технологічного процесу	9
1.3.	Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз	11
1.4.	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування	12
1.5.	Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	14
2	Технологічна частина.....	16
2.1.	Попереднє визначення типу та організаційної форми виробництва	16
2.2.	Відпрацювання деталі на технологічність	18
2.3.	Вибір способу отримання заготовки та економічне обґрунтування	21
2.4.	Вибір методу обробки поверхонь	22
2.5.	Вибір та розрахункове обґрунтування баз	23
2.6.	Детальне розроблення оптимального варіанту технологічного процесу	27
2.6.1.	Визначення допусків, припусків та операційних розмірів. Проектування заготовки	27
2.6.2.	Розрахунок режимів різання, вибір обладнання і оснащення	34
2.6.3.	Встановлення контрольних, допоміжних та транспортних операцій	36

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2.6.4.	Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва	39
3	Конструкторська частина.....	42
3.1.	Проектування оснастки для фрезерування нижньої і верхньої поверхні корпусу 6520Ф3-3.35.00.011 в розмір 219,3±0,1 мм ..	42
3.2.	Проектування пристрою для чистового фрезерування верхньої площини корпусу	48
3.3.	Проектування пристрою для контролю перпендикулярності ...	50
4	Охорона праці.....	51
4.1.	Розробка внутрішнього плану цеху із врахуванням вимог безпеки, санітарії і пожежних вимог	51
4.2.	Заходи з покращення умов праці	56
	Висновки і пропозиції	62
	Список використаних джерел	63
	Додатки.....	65

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Ефективність технологій, їх технічний прогрес, якість продукції, що випускається, багато чим залежить від випереджувального розвитку виробництва, нового виду обладнання, машин, технологій, від упровадження методик технічного та економічного аналізу, що забезпечить вирішення технічних завдань і питань економічної доцільності технологічних та конструкторських розроблень.

На даний час в технології машинобудування є дві головні проблеми: проблема якісної машинобудівної продукції і питання щодо продуктивності праці. Кожне з цих питань містить ряд більш вузькоспеціалізованих конкретних проблем, наприклад, питання надійності і довговічності, геометричної та функціональної взаємозамінності, технологічності, створення нових прогресивних матеріалів та способів і функцій управління в усіх видах виробництва і, нарешті, проблема збільшення ефективності науково-дослідних розробок.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

Вертикально-фрезерувальний верстат моделі 6520Ф3 призначений для виконання фрезерування за програмою виробів різної складності торцевими, кутовими, а також фасонними фрезами. Окрім процесу фрезерування, можна здійснювати і інші види робіт: свердління, розточування та розгорткування отворів. Компоновка верстата характеризується вертикальним розташуванням шпинделя і горизонтальним – робочого столу. Формоутворюючими рухами є вертикальне переміщення шпиндельної бабки по напрямним стійки, поздовжнє переміщення столу по напрямним стійки, поздовжнє переміщення столу по напрямним салазок, поперечне переміщення салазок по напрямних основи. Як система програмного управління використовується контурна система ЧПК з використанням крокових двигунів.

Використання для кожного приводу подачі гідравлічної слідкуючої системи забезпечить відсутність зазорів в ланцюжку подач, а також забезпечить високу надійність, довговічність та довготривале збереження точності.

Коробка швидкостей 6520Ф-3.35.00.000СБ вертикально-фрезерного верстату 6520Ф3 забезпечує зміну частот обертання шпинделя в діапазоні від 31,5 до 1600 хв⁻¹. Загальне число швидкостей шпинделя верстата – 18. Маса коробки швидкостей 6520Ф-3.35.00.000СБ становить 125 кг.

Основною базовою деталлю коробки швидкостей є корпус 6520Ф3-3.35.00.021.

Деталь має чітко визначену коробчату форму з ребрами жорсткості, виготовлення з сірого чавуну СЧ20 (ГОСТ 1412-79), який володіє високими властивостями поглинання вібраційних коливань, досить легко оброблюється, володіє хорошими ливарними властивостями. Хімічний склад чавуну наведений в таблиці 1.1, його механічні властивості - в таблиці 1.2.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1. - Хімічний склад деталі з сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-79

Марка чавуну	C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %
СЧ20	3,2 – 3,5	2,2 – 2,5	0,5 – 0,8	до 0,4	до 0,4

Таблиця 1.2. - Механічні властивості деталі з сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-79

Марка чавуну	δ_B , МПа	δ_M , МПа	Твердість, НВ
СЧ20	200	400	163 ÷ 229

Вага корпусу деталі 75 кг. Це зумовлює її особливі вимоги щодо транспортування та завантаження на оброблювальний верстат. Габаритні розміри деталі 600x447x220 мм.

Найбільш точними, а отже і складними у виконанні є 6 отворів $\varnothing 72J_7$ та 2 отвори $\varnothing 9J_7$. Допуск співвісності – 0,02 мм. Параметр шорсткості – Ra 1,25 мкм.

Складними у виготовленні є 2 отвори $\varnothing 22H_7$ мм; між ними потрібно витримати допуск співвісності 0,08 мм на відстані 175 мм. Шорсткості складає: Ra 1,25 мкм.

Значне число отворів М8-7Н для закріплення кришок підшипникових вузлів коробки передач та незначний позиційний допуск їх взаємо розташування складає 0,16 мм, що ускладнює процес виготовлення та, переважно, збільшує час при виготовленні деталі. Необхідно обробляти дані отвори на одній операції без переустановок, використовуючи систему числового програмного управління.

1.2. Аналіз базового технологічного процесу

На підприємстві-виробнику, ЛЗФВ, для виготовлення необхідних деталей використовується техпроцес, який рекомендований для дрібносерійного виробництва. Для більшості операцій використовується універсальне устаткування та оснастка.

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі корпус 6520Ф3-3.35.00.021 передбачає виконання операцій, що наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. – Базовий техпроцес обробки корпусу 6520Ф3-3.35.00.021

№ оп.	Назва операції	Зміст технологічних переходів	Модель та обладнання
005	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати нижню поверхню корпусу попередньо	6606
010	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати верхню поверхню корпусу попередньо	6606
015	Горизонтально-розточна	Обробити рамку на передній поверхні і уступ правий попередньо, передній уступ кінцево	2622
020	Горизонтально-розточна	Розточити 6 отворів $\varnothing 72Js7$, 2 отвори $\varnothing 90Js7$ і $\varnothing 45H7$ попередньо	2622
022	Термообробка		
025	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати нижню поверхню корпусу напівчисто	6606
030	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати верхню поверхню корпусу напівчисто	6606
035	Плоскошліфувальна	Шліфувати нижню та верхню частину корпусу кінцево	3Б724
040	Горизонтально-розточна	Розточити начисто пов. $\varnothing 72 Js7$, $\varnothing 90 Js7$ і $\varnothing 45H7$	2А622П
045	Радіально-свердлильна	Обробити пов. М8-7Н, $\varnothing 13/\varnothing 26$, $\varnothing 12$, М12-7Н, $\varnothing 22H7$, послідовно	2Н55

Проаналізувавши технологічні процеси, зробимо наступні висновки:

1. Метод отримання заготовки (литво в піщано-глинисті форми) є прийнятним з погляду на діюче дрібносерійне виробництво. Але в умовах серійного виробництва доцільніше використати литво в кокіль, що значно підвищить коефіцієнт використання матеріалу.
2. Чорнові, чистові та проміжні бази вибрані правильно. Правило щодо єдності і спадковості баз у нас зберігається.
3. Послідовність операцій визначено правильно.
4. Припуски на механічну обробку прийняті трішки завищеними.
5. Режими різання, що застосовані в даному технологічному процесі, не є доцільними. Тому їх можна прийняти жорсткішими, застосовуючи інструмент, оснащений більш твердим сплавом або мінералокерамікою.

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

6. Обладнання, яке використовують в даному техпроцесі, більш ефективно використати в умовах одиничного або дрібносерійного виробництва. З погляду на програму випуску, 35 тис. шт., можна внести корективи в структуру техпроцесу та обладнання, на якому він виконується:

- операції 05-010 доцільно проводити на поздовжньо-фрезерному верстаті;
- операції 025-030 доцільно об'єднати та виконувати на поздовжньо-фрезерному верстаті;
- операції 040-045 доцільно об'єднати та виконувати на горизонтально-розточувальному верстаті з ЧПК.

7. Для усього обладнання є більш доцільним використати пристрої з автоматизованим затиском.

1.3. Сучасні досягнення в галузі технології, обладнання, а також оснащення при виготовленні подібних деталей. Проведення порівняльного аналізу

Для досягнення більш високих показників у машинобудуванні потрібно врахувати та використовувати такі основні напрями технології й організації виробництва:

1. Вдосконалювати форми і методи організації технологічних процесів на основі використання останніх досягнень науки й техніки, оптимальної організації праці шляхом комплексної механізації і автоматизації.
2. Максимально скорочувати процеси обробки металів шляхом використання заготовок, які за формою, розмірами і якістю поверхонь подібні до готових деталей. Такі заготовки підвищують техніко-економічну ефективність при зменшенні витрат металу, зниженні трудомісткості механообробки і зменшенні потреб у верстатах та електроенергії, різальному інструменті, що знизить собівартість виготовлення продукції.
3. Застосувати для механічної обробки високопродуктивне технологічне обладнання та оснастку: агрегатних і багатосерійних верстатів; верстатів з числовим програмним керуванням; металокерамічний та алмазний

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

інструмент; інструмент із більш дешевих інструментальних матеріалів з різноманітними твердими покриттями, що стійкі проти спрацювання; застосовувати швидкодіючі пристрої та інші технічні нововведення, які будуть спрямовані на інтенсифікацію режимів обробки.

4. Здійснити пошук засобів і методів для можливості підвищення точності форми і розмірів деталей, а також якості їх поверхонь для того, щоб підвищити надійність і довговічність продукції, що виготовляється.

1.4. Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування

Аналізуючи тип виробництва (крупносерійний), креслення деталі і норми точності, потрібно розробити більш раціональну структуру технологічного процесу.

Як критерій оптимізації при проектуванні більш раціонального технологічного процесу приймемо такий показник, як величина мінімальної технологічної собівартості обробки.

Потужність обробки потрібно встановити за найбільш завантаженим переходом (чи позицією) за допомогою табличного способу, згідно з [7]. Нормативна собівартість C_H однієї години роботи обладнання відповідної моделі встановлюється за довідниковими даними [8], а технологічну будемо визначати за формулою:

$$C_T = 0,017 \cdot C_H \cdot T_{um}.$$

Як варіанти при обробленні корпусу 6520Ф3-3.35.00.021 крім заводського варіанту, слід розглянути наступні:

- операції 005-010 доцільно проводити на поздовжньо-фрезерному верстаті;
- операції 025-030 доцільно об'єднати та виконувати на поздовжньо-фрезерному верстаті;

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

▪ операції 040-045 доцільно об'єднати та виконувати на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПК.

Розрахунок технологічної собівартості по базовому та проектному варіантах техпроцесу представлені в таблицях 1.4-1.5

Таблиця 1.4. – Технологічна собівартість базового техпроцесу

№ п/п	Назва операції, її зміст	Т _{шт-к} , хв	Обладнання		С _{н.} , грн./год	С _{т.} , грн.
			модель	потужність, кВт		
005	Вертикально-фрезерна	2,2	6P13	30	406	15,2
010	Вертикально-фрезерна	1,5	6P13	30	406	10,5
015	Горизонтально-розточна	5,6	2622	10	560	53,3
020	Горизонтально-розточна	6,4	2622	10	560	60,9
025	Вертикально-фрезерна	3,0	6P13	10	406	20,7
030	Вертикально-фрезерна	2,4	6P13	10	406	16,6
035	Плоскошліфувальна	6,2	3Б724	15	750	79,1
040	Горизонтально-розточна	2,6	2А622П	22	560	24,8
045	Радіально-свердлильна	2,9	2Н55	5,5	490	24,2
	Всього	32,8				305,3

Таблиця 1.5. – Технологічна собівартість проектного техпроцесу

№ п/п	Назва операції, її зміст	Т _{шт-к} , хв	Обладнання		С _{н.} , грн./год	С _{т.} , грн.
			модель	потужність, кВт		
005	Поздовжньо-фрезерна	2,6	6606	16	456	20,2
010	Горизонтально-розточна	5,6	2622	10	560	53,3
015	Горизонтально-розточна	6,4	2622	10	560	60,9
020	Поздовжньо-фрезерна	3,5	6606	16	686	40,8
025	Плоскошліфувальна	6,2	3Б724	15	750	79,1
030	Фрезерно-свердлильно-розточна з ЧПК	4,8	2А622 ПМФ4	12	560	45,7
	Всього	29,1				300,0

Визначимо величину приведеної річної економії: $\mathcal{E}_m = (C_{o.б} - C_{o.п}) \cdot N$, грн.
де $C_{o.б}$, $C_{o.п}$ - вартість механобробки варіантів, що порівнюються, грн.

$$\mathcal{E}_m = (305,3 - 300,0) \cdot 35000 = 185500 \text{ грн.}$$

Дивлячись на представлені результати розрахунку технологічна собівартість механічної обробки за проектним варіантом є значно меншою, ніж по базовому ТП. Це було досягнуто за рахунок збільшення продуктивності

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

обробки, скороченням трудомісткості, порівняно з базовим варіантом технологічного процесу механобробки. На основі проведеного розрахунку собівартості можна прийняти проектний варіант технологічного процесу як найбільш оптимальний.

На основі розрахунку пропонуємо наступний технологічний процес:

- 005 Поздовжньо-фрезерна: Фрезерувати нижню і верхню поверхні корпусу попередньо.
- 010 Горизонтально-розточна: Обробити рамку на передній поверхні і уступ правий попередньо передній уступ кінцево.
- 015 Горизонтально-розточна: Розточити 6 отворів $\varnothing 72Js7$, 2 отв. $\varnothing 90Js7$ і $\varnothing 45H7$ попередньо.
- 020 Поздовжньо-фрезерна: Фрезерувати нижню і верхню поверхні корпусу напівчисто.
- 025 Плоско-шліфувальна: Шліфувати нижню та верхню поверхні корпусу кінцево.
- 030 Фрезерно-свердлильно-розточна з ЧПК Розточити начисто поверхні $\varnothing 72Js7$, $\varnothing 90Js7$ і $\varnothing 45H7$, обробити поверхні M8-7H, $\varnothing 13/\varnothing 26$, $\varnothing 12$, M12-7H, $\varnothing 22H7$, послідовно.

1.5. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Проаналізувавши діючий, заводський варіант, технологічного процесу механічної обробки корпусу 6520Ф3-3.35.00.021, можна зробити висновок про доцільність і необхідність модернізації базового технологічного процесу. Дана модернізація полягає в таких вдосконаленнях:

- 1) змінити структуру технологічного процесу згідно пропозицій, що в розділі 1.3;

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

- 2) вибрати оптимальне, з позиції отримання мінімальної собівартості і максимальної продуктивності, технологічне обладнання;
- 3) вибрати заготовки з мінімальною собівартістю їх отримання;
- 4) розробити технологічну оснастку для можливості збільшення продуктивності і зменшення собівартості обробки;
- 5) розробити відповідні заходи з охорони праці для можливості забезпечення безпеки проходження технологічного процесу.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє визначення типу та організаційної форми виробництва

Потрібно провести вибір типу виробництва згідно методичних рекомендацій ДСТУ.

При цьому використаємо коефіцієнт закріплення операцій: $K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}$,

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

P – число робочих місць на дільниці.

Кількість обладнання для окремої операції розраховуємо за формулою:

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

де $N= 35000$ шт/рік – річна програма випуску;

$T_{шт}$ – штучний час, у хв. (дивитись п. 1.4);

$F_d = 4015$ год - реальний річний фонд часу роботи верстатів;

$\eta_n = 0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів.

Кількість операцій, яку виконують на робочому місці, визначають за такою формулою: $O = \frac{\eta_n}{\eta_{з.ф.}}$, де $\eta_{з.ф.}$ - фактичний коефіцієнт завантаження верстатів.

Розрахунки за вказаними формулами зводимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. – Визначення кількості обладнання та операцій

№ опер.	Назва операції	$T_{шт-к}$, хв	m_p , шт	$m_{пр}$, шт	$\eta_{ф}$	O
1	2	3	4	5	6	7
005	Поздовжньо-фрезерна	2,6	0,50	1	0,50	1,50
010	Горизонтально-розточна	5,6	1,08	2	0,54	1,39
015	Горизонтально-розточна	6,4	1,24	2	0,62	1,21
020	Поздовжньо-фрезерна	3,5	0,68	1	0,68	1,10
025	Плоскошліфувальна	6,2	1,20	2	0,60	1,25
030	Фрезерно-свердлильно-розточна з ЧПК	4,8	0,92	2	0,46	1,63
	Всього	29,1		10		8,08

Тоді

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{8,08}{10} = 0,808$$

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Згідно ГОСТ 3.1108-74 якщо $K_{з.о.} < 1$ - тип виробництва масовий.

Потім потрібно встановити організаційну форму виробництва. Спочатку виконаємо перевірку можливості застосування потокової форми організації виробництва при використанні однономенклатурної потокової лінії, при цьому перевіряється можливість завантаження лінії, що не менш ніж на 60%. Для цього треба визначити добовий випуск деталей і добову продуктивність лінії.

Добовий випуск деталей визначається: $N_d = \frac{N}{254}$,

де N – річна програма випуску деталей;

254 – число робочих днів у році.

$$N_d = \frac{N}{254} = \frac{35000}{254} \approx 138 \text{ шт.}$$

Добову продуктивність визначають за формулою: $Q_d = \frac{F_d}{T_{шт-к.с.} \times \eta}$,

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

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

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

де $T_{шт-к.с.}$ – штучний час на i -ої операції, хв;

n – кількість головних операцій.

$$T_{шт-к.с.} = \frac{\sum_i^n T_{шт-к.с.}}{n} = \frac{25,7}{10} = 2,57$$

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{шт-к.с.}} \cdot \eta_c = \frac{952}{2,57} \cdot 0,75 = 277,8$$

$0,6 Q_d = 166,7 > N_d = 138$, тому умова використання потокової форми не виконується, відповідно приймаємо групову форму організації виробництва.

Розрахуємо розмір партії деталей, що одночасно будуть запускатись у виробництво: $n = \frac{N \times a}{254}$,

де $a = 3$ (дні) – періодичність запуску заготовок у виробництво.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$n = \frac{N \times a}{254} = \frac{35000 \times 3}{254} = 413 \text{шт}$$

Визначимо число змін, що необхідна для обробки даної партії деталей за такою формулою:

$$C = \frac{T_{\text{шт-к.с.}} \times n}{476 \times 0,75} = \frac{2,57 \cdot 413}{476 \cdot 0,75} = 2,97$$

Прийmemo три зміни, і кількість деталей у партії, що обробляється за одну зміну, буде становити:

$$n_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot 476 \cdot 0,75}{T_{\text{шт-к.с.}}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,75}{2,57} = 417 \text{шт}.$$

2.2. Відпрацювання деталі на технологічність

Для відпрацювання деталі на технологічність треба внести зміни до конструкторської та технологічної документації для використання більш ефективних методів обробки і побудови більш оптимальних технологічних процесів. При конструюванні виробів потрібно не тільки забезпечити їх експлуатаційні характеристики, а й вимоги щодо їх економічного виготовлення. Чим менша трудомісткість та собівартість виготовлення виробу, тим технологічнішим він вважається.

Відпрацювання конструкції виробу на технологічність потребує оцінки технологічності конструкції на двох рівнях - якісному і кількісному.

Формування якісних показників технологічності

1. Корпус 6520Ф3-3.35.00.021 має визначену просту і правильну геометричну форму – є коробчастої форми з ребрами жорсткості, що полегшить її базування в процесі механобробки, а також спростить процес одержання заготовки. Габаритні розміри є такі: 600×447×220 мм.
2. Деталь виготовляється з матеріалу сірий чавун СЧ20 (ГОСТ 1412-79), який має високу здатність поглинання вібраційних коливань, легко оброблюється, володіє хорошими ливарними властивостями. Вага корпусу складає 75 кг. Це зумовлює особливі вимоги при

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			18

транспортуванні та завантаженні деталі на верстат. Фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі, її форма і розміри будуть відповідати вимозі технології виготовлення.

3. Показники базових поверхонь (це точність і шорсткість) деталі забезпечать можливість використання типового технологічного процесу її обробки.
4. Обробка поверхонь забезпечується за прохід і вимагає застосування високопродуктивного обладнання.
5. Деталь містить стандартні базові поверхні для початкової обробки, а також чистові бази.
6. Конструкція деталі дозволяє використовувати граничні калібри для контролю поверхонь; не потребує застосування унікальних і дорогих вимірювальних пристроїв та інструментів.

Оцінка кількісних показників технологічності

При розрахунку кількісних показників технологічності використаємо дані, наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. – Необхідні параметри для розрахунку кількісних показників технологічності

Поверхня	Кількість	Квалітет	Шорсткість R _a	Уніфікованість
Ø72Js7	6	7	1,25	+
Ø90Js7	2	7	1,25	+
Ø45H8	1	8	2,5	+
Ø22H7	2	7	1,25	+
M8-7H	24	7	8	+
K 3/8"	1	10	5	-
Ø13	6	14	8	-
Ø8H8	2	8	1,25	+
220	2	14	1,25	+
Ø26	2	14	8	+

1) Коефіцієнт точності обробки:
$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}}$$

де: T_{cp} - це середній квалітет точності, що визначається:
$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n}{\sum n};$$

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

де: T_i - квалітет і-тої поверхні;

n - кількість поверхонь даного квалітету.

$$T_{cp} = \frac{7 \cdot 6 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 7 \cdot 24 + 10 \cdot 1 + 14 \cdot 6 + 8 \cdot 2 + 14 \cdot 2 + 14 \cdot 2}{6 + 2 + 1 + 2 + 24 + 1 + 6 + 2 + 2 + 2} = 8,6;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{8,6} = 0,88.$$

$K_T > 0,8$ - деталь корпус 6520Ф3-3.35.00.011 технологічна за точністю.

2) Коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі: $K_u = \frac{1}{Ш_{cp}}$;

де $Ш_{cp}$ - усереднена шорсткість деталі, у мкм: $Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n}{\sum n}$,

де $Ш_i$ - кількість поверхонь, які мають шорсткість, що відповідає даному параметру R_a .

$$Ш_{cp} = \frac{1,25 \cdot 14 + 2,5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 8 \cdot 32}{14 + 1 + 1 + 32} = 5,85.$$

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{5,85} = 0,17$$

$K_u < 0,32$ - деталь корпус 6520Ф3-3.35.00.021 вважається технологічною за шорсткістю.

3) Коефіцієнт уніфікації визначається: $K_y = \frac{n_{уніф}}{n_{заг}}$,

де $n_{уніф}$ - загальна кількість уніфікованих поверхонь;

$n_{заг}$ - кількість поверхонь.

$$K_y = \frac{42}{48} = 0,88.$$

$K_y > 0,6$ - деталь корпус 6520Ф3-3.35.00.021 вважається технологічною за ступенем уніфікації.

4) Коефіцієнт використання матеріалу визначається: $K_{в.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}$,

де: $m_{дет}$ - маса однієї деталі, у кг;

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$m_{заг}$ - маса однієї заготовки (за даними заводу - виробника), у кг;

$$K_{в.м} = \frac{75}{79,5} = 0,94.$$

$K_{в.м} > 0,75$ - - деталь корпус 6520Ф3-3.35.00.021 вважається технологічною по ступеню використання матеріалу.

2.3. Вибір способу отримання заготовки та економічне обґрунтування

Заготовку вказаної деталі можна отримати наступними способами:

- 1) литво в піщано-глинисті форми;
- 2) литво у кокіль;

Маємо такі вихідні дані:

- матеріал деталі – СЧ20 ГОСТ 1412-79;
- маса деталі – 75 кг;
- тип виробництва – велико серійний.

Таблиця 2.3. - Вибір методу отримання заготовки

	Назва показника	1 варіант	2 варіант
1.	Тип заготовки	Литво в піщано-глиняні форми	Литво в кокіль
2.	Клас точності заготовки	8	8
3.	Група серійності	3	3
4.	Група складності	2	2
5.	Вартість 1т матеріалу заготовки S , грн./т	760	840
6.	Вартість 1т матеріалу відходів $S_{відх}$, грн./т	80	80
7.	Маса заготовки Q , кг	84	79

Вартість штучної заготовки будемо визначати за такою формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}$$

де S – вартість 1 тони заготовок, $S = 760$ грн/т.

$Q; q$ – маса заготовки і деталі, у кг;

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II}$ - коефіцієнти, що залежать від об'єму виробництва, класу точності, групи складності, маси деталі та марки матеріалу.

- Вартість по першому варіанту:

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$S_{заг1} = \frac{760}{1000} \cdot 84 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,04 \cdot 1,0 - (84 - 75) \cdot \frac{80}{1000} = 45,3 \text{ грн.}$$

- Вартість по другому варіанту:

$$S_{заг2} = \frac{840}{1000} \cdot 79 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,04 \cdot 1,0 - (79 - 75) \cdot \frac{80}{1000} = 52,8 \text{ грн.}$$

Отже, оптимальним варіантом отримання заготовки є литво в піщано-глиняні форми з машинним формуванням. Економічний ефект при цьому буде визначатись за формулою:

$$E = (S_{заг.2} - S_{заг.1}) \cdot N = (52,8 - 45,3) \cdot 500 = 37500 \text{ (у грн.)}$$

2.4. Вибір методу обробки поверхонь (по коефіцієнту уточнення)

Основою методики вибору методу обробки поверхонь є гіпотеза послідовного уточнення розміру поверхні заготовки із застосуванням економічно доцільних методів щодо точності розміру поверхні деталі.

$$\text{Заготовці надаємо уточнення } \varepsilon_{y.заг} : \varepsilon_{y.заг} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}},$$

де $T_{заг}$, $T_{дет}$ - допуски на розміри заготовки і деталі, у мкм.

Поверхня буде оброблюватись послідовно чорновими, чистовими і викінчувальними способами, тобто обробка поверхні відбувається в кілька етапів, на кожному з яких ця поверхня уточнюється на певну величину:

$$\varepsilon_{y_i} = \frac{T_{i-1}}{T_i},$$

де T_{i-1} і T_i - допуски на попередню і поточну обробку, мкм.

Розрахункове уточнення забезпечується різними методами обробки, кожний з яких має свою величину. Заготовка, яка підлягала всім методам обробки, має загальне уточнення і визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \prod_{i=1} \varepsilon_{y_i}.$$

Ознакою того, що кількість методів обробки вибрана правильно є нерівність: $\varepsilon_{y_i} \leq \varepsilon_{y.заг}$.

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Коефіцієнт уточнення визначає число методів обробки n : $n = \frac{\lg \varepsilon_{y.заг}}{0,46}$.

Порядок вибору методів обробки наведемо на прикладі обробки поверхні $\varnothing 72_{-0,06}^{-0,03}$ ($\varnothing 72Js7$).

Точність заготовки приймаємо по 16 квалітету $T_{заг} = 1900$ мкм.

Тоді загальне уточнення: $\varepsilon_{y.заг} = \frac{1900}{30} \approx 63,3$.

Кількість переходів обробки: $n = \frac{\lg(63,3)}{0,46} = 3,9$.

Приймаємо $n = 4$.

Технологія оброблення отвору $\varnothing 72Js7$ пропонується наступна:

- чорнове розточування ($T_1 = 390$ мкм);
- напівчистове розточування ($T_2 = 100$ мкм);
- чистове розточування ($T_3 = 46$ мкм);
- тонке розточування ($T_4 = 25$ мкм).

Відповідні уточнення:

$$\varepsilon_1 = \frac{1900}{390} = 4,9; \quad \varepsilon_2 = \frac{390}{100} = 3,9; \quad \varepsilon_3 = \frac{100}{46} = 2,17; \quad \varepsilon_4 = \frac{46}{25} = 1,8;$$

$$\varepsilon_y = 4,9 \cdot 3,9 \cdot 2,17 \cdot 1,8 = 74,6.$$

Умова $\varepsilon_y \leq \varepsilon_{y.заг}$ цілком виконується.

Всі інші розрахунки зведемо у табл. 2.4. На інші поверхні, що не вказані у таблиці 2.4., призначаємо однократну обробку.

2.5. Вибір та розрахункове обґрунтування баз

Зважаючи на службове призначення деталі, бачимо, що її основними базами є площина Т – вона є основною установчою базою, і 2 отвори $\varnothing 13$ мм. Деталь містить такі комплекти допоміжних баз: площина основи верхня (580×250 мм) – це є допоміжною установчою базою; бічна площина (195×440 мм) – є напрямною базою та площина переднього уступу (600×70 мм) є упорною базою.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.4. - Вибір методів обробки поверхонь деталі

Поверхня	Технологія обробки	ε_{y_i}	$\prod \varepsilon_i$	$\varepsilon_{y_{заг}}$
Ø90Js7	Чорнове розрочування	4,8	75,8	69,2
	Напівчистове розточування	3,85		
	Чистове розрочування	2,87		
	Тонке розточування	1,43		
Ø45H8	Розсвердлювання	1,2	4,1	4,1
	Зенкерування	2,6		
	Розвертання	1,3		
Ø22H7	Розсвердлювання	1,1	6,2	5,8
	Зенкерування	2,8		
	Розвертання попереднє	1,7		
	Розвертання кінцеве	1,2		
Ø8H8	Зенкерування	2,1	2,62	2,5
	Розвертання	1,25		
220 _{-0,185}	Фрезерування чорнове	4,2	10,5	10,5
	Фрезерування чистове	2,5		

Аналіз технічних умов показав, що осі отворів Ø13 мм повинні бути перпендикулярними щодо площини Т. Паралельність поверхні основи верхньої (580×250 мм) відносно площини Т має вкладатись у допуск 0,08 мм. Допуск перпендикулярності бічної площини (195×440 мм) до поверхні Т складає 0,15 мм.

Допуск перпендикулярності базових функціональних поверхонь деталі, тобто отворів Ц, Ф, Е, С, Я до площини Т по довжині 300 мм складає 0,02 мм.

Тому можна зробити такі висновки:

- найбільш жорсткі вимоги надають при виготовленні основних установчих та допоміжних напрямних баз;
- отвори Ц, Ф, Е, С, Я треба обробляти при базуванні на основні бази;
- оброблення закріплювальних баз повинне здійснюватись за базування на допоміжні бази, але без процесу переустановлення;
- обробка вільних поверхонь відбувається при базуванні, залежно від зручності, на основні або допоміжні бази.

Оскільки на відповідальних операціях використовують переважно основні бази, їх потрібно обробляти з самого початку. Вирішивши проблему з

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

технологічними базами для більшості операцій, вибирають бази для початкових операцій. При цьому треба вирішити задачу щодо забезпечення рівномірного припуску при розташуванні отворів $\varnothing 72Js7$ і $\varnothing 90Js7$.

Нерівномірність припуску з'явиться при виконанні операції розточування завдяки зміщенню осі отвору у заготовці та осі обертання борштанги.

На рис. 2.1. а дане зміщення зображене замикаючою ланкою A_{Δ} розмірного ланцюга, складовими ланками якого є: A_1 – відстань від осі заготовки до технологічної бази; A_2 – відстань від осі оброблюваного отвору до цієї ж бази.

На рис. 2.1. б – в наведені два варіанти базування, що відрізняються тим, що у першому випадку процес базування проходить по площині і 2 пальцях, а в другому – по координатному куту.

Проаналізувавши технологічні розмірні ланцюги і похибки їх складових елементів, отримаємо:

- в першому випадку:

$$\omega A_{\Delta} = \omega A_1 + \omega A_2 = \omega B_1 + \omega B_2 + \omega A_2 = 0,5 + 0,74 + 0,91 = 2,15 \text{ мм.}$$

- у другому випадку:

$$\omega A_{\Delta} = \omega A_1 + \omega A_2 = \omega B_1 + \omega A_2 = 0,5 + 0,91 = 1,41 \text{ мм.}$$

де ωA_{Δ} , ωA_1 , ωA_2 , ωB_1 , ωB_2 - похибки певних ланок розмірних ланцюгів;

ωB_1 , ωB_{Δ} - сума допусків на зміщення отвору після процесів свердління і розгортання:

$$\omega B_1 = \omega B_{\Delta} = 0,43 + 0,07 = 0,50 \text{ (мм).}$$

$$\omega B_2 = 0,74 \text{ (мм).}$$

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

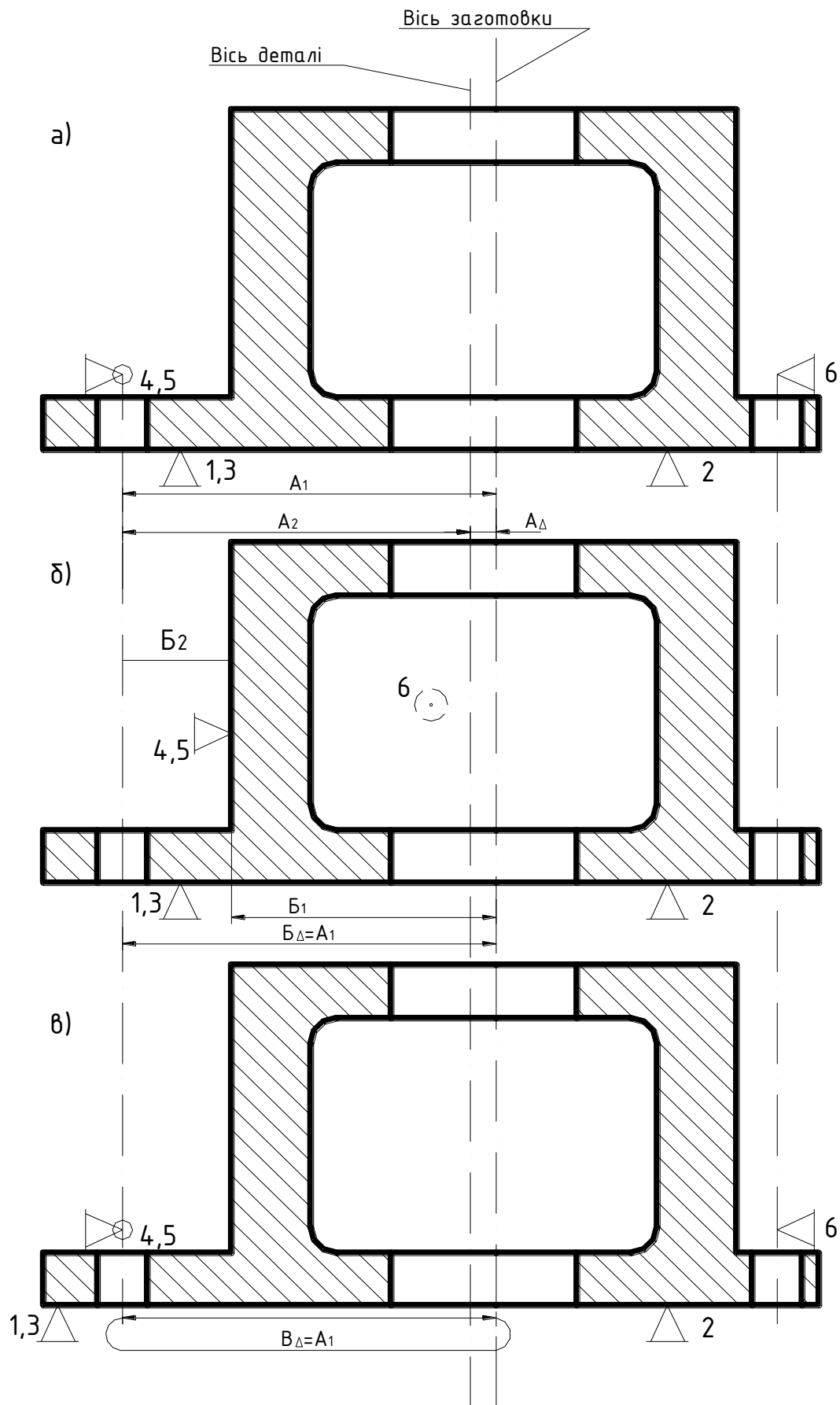


Рисунок 2.1 Схеми базування деталі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

043Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

26

ωA_2 - сума похибок за чорнового, чистового та тонкого розточування:

$$\omega A_2 = 0,74 + 0,120 + 0,05 = 0,91 \text{ (мм)}.$$

Робимо висновок, що за другого варіанту базування забезпечується менша нерівномірність припуску, але ускладнюється конструкція пристрою.

2.6. Детальне розроблення оптимального варіанту технологічного процесу

2.6.1. Визначення допусків, припусків та операційних розмірів.

Проектування заготовки

Розрахуємо припуск для оброблення отвору $\varnothing 90\text{Js}7$.

Вихідними даними є: 1. Заготовка – лиття в кокіль. 2. Маса заготовки – 80 кг.

3. Пристрій для оброблення – кондуктор. 4. Кількість переходів – 3.

Технологічний маршрут обробки поверхні заготовки:

- Розточування чорнове (квалітет 13, допуск $TD_1 = 0,54$ мм);
- Розточування чистове (квалітет 9, допуск $TD_2 = 0,087$ мм);
- Розточування тонке (квалітет 7, допуск $TD_3 = 0,035$ мм).

Допуск заготовки $TD_0 = 2,0$ мм. Висота мікронерівностей:

- Заготовки $Rz_0 = 200$ мкм;
- Розточування чорнове $Rz_0 = 32$ мкм;
- Розточування чистове $Rz_0 = 10$ мкм;
- Розточування тонке $Rz_0 = 5$ мкм;

Глибина дефектного шару:

- Заготовки $T = 100$ мкм;
- Розточування чорнове $T = 40$ мкм;
- Розточування чистове $T = 20$ мкм;
- Розточування тонке $T = 10$ мкм.

Величина просторового відхилення $P_{зм} = 283$ мкм.

Величина короблення заготовки: $P_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot 1)^2} = 655$ мкм.

Величина сумарного просторового відхилення заготовки:

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

$$P_0 = \sqrt{(p_{зм})^2 + (p_{кор})^2} = 714 \text{ мкм.}$$

- Розточування чорнове $p_1 = 0,06 \cdot p_0 = 43 \text{ мкм};$
- Розточування чорнове $p_1 = 0,04 \cdot p_0 = 29 \text{ мкм};$
- Розточування чорнове $p_1 = 0,02 \cdot p_0 = 14 \text{ мкм};$

Похибка базування виникає через перекося заготовки у горизонтальній площині за встановлення її на пальцях пристрою.

Допуск на отвір $T_o = 15 \text{ мкм}$, допуск пальця $T_d = 15 \text{ мкм}$. Максимальний зазор між пальцем і отвором $S_{\max} = 43 \text{ мкм}$.

Таким чином, похибка базування $\varepsilon_o = 43 \text{ мкм}$. Похибку закріплення при чорновому розточуванні приймаємо $\varepsilon_3 = 90 \text{ мкм}$. Тоді похибка встановлення

$\varepsilon_{всo} = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_3^2} = 100 \text{ мкм}$. Для інших переходів:

- Розточування чистове $\varepsilon_1 = 0,20 \cdot \varepsilon_o = 20 \text{ мкм};$
- Розточування тонке $\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_o = 5 \text{ мкм};$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5. - Розрахунок припуску на оброблення отвору $\varnothing 90\text{Js7}$

Технологічні переходи обробки отвору $\varnothing 90\text{Js7}$	Елементи припуску, у мкм				Розрахунковий припуск $2 \cdot Z_{mi}$, у мкм	Розрахунковий розмір D_p , у мкм	Допуск T_D , у мкм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припуску, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				D_{min}	D_{max}	$2 \cdot Z_{mi}$ <i>n</i>	$2 \cdot Z_{ma}$ <i>x</i>
Заготовка	200	100	714	–	–	87,65	2000	85,65	87,65	0	0
Розточування чорнове	32	40	43	100	1020	89,69	540	89,15	89,69	2041	3501
Розточування чистове	10	20	29	20	119	89,92	87	89,83	89,92	230	683
Розточування тонке	5	10	14	5	59	90,03	35	90,00	90,03	117	169
Σ										2390	4355

Значення припусків на мехобробку, основні розміри заготовки і їх відхилення, що визначені за [10] для всіх поверхонь заготовки, заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6. - Припуски та розміри заготовок

Розміри деталі, мм	Допуски заготовки, мм	Основний припуск, у мм	Додатковий припуск, у мм	Розмір заготовки, у мм
Ø72Js7	1,8	2,2	0,2	70±0,9
Ø90Js7	2,0	2,5	0,2	87,5±1,0
Ø45H8	0,64	2	0,1	43±0,32
Ø22H7	0,56	1,6	0,1	28,3±0,28
220	2,5	3,2	0,25	216,8±1,25
Ø26	0,56	1,6	0,1	24,4±0,28

Визначимо припуски на мехобробку аналітичним методом.

Для отвору Ø90Js7 визначаємо припуски аналітичним способом.

Номінальний діаметр отвору – $d_{ном.} := 90$ мм

Обробка отвору передбачає наступні переходи, після чого отримується задана точність:

1. Розточування чорнове: квалітет – 12; допуск - $Td_1 := 0.54$ мм
2. Розточування чистове: квалітет – 9; допуск - $Td_2 := 0.087$ мм
3. Розточування тонке: квалітет – 7; допуск - $Td_3 := 0.035$ мм

Допуск заготовки - $Td_0 := 2.00$ мм

Верхнє відхилення заготовки - $ES_0 := 1.0$ мм

Верхнє відхилення деталі - $ES_3 := 0.0175$ мм

Визначаємо елементи припуску.

Висота нерівностей профілю заготовки Rz.

Заготовка - $Rz_0 := 2.200$ мм

Розточування чорнове - $Rz_1 := 0.05$ мм

Розточування чистове - $Rz_2 := 0.02$ мм

Розточування тонке - $Rz_3 := 0.05$ мм

Глибина дефектного поверхневого шару T.

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

Заготовка - $T_0 := 0.100$ мм

Розточування чорнове - $T_1 := 0.040$ мм

Розточування чистове - $T_2 := 0.020$ мм

Розточування тонке - $T_3 := 0.010$ мм

Сумарне просторове відхилення заготовки ρ .

Щодо заготовки.

Величина просторового відхилення зміщення

Допустиме відхилення по координаті x $x:=0.2$ мм

Допустиме відхилення по координаті y $y:=0.2$ мм

Просторове відхилення короблення

$$\rho_{зм_0} := \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\rho_{зм_0} := 0.283 \text{ мм}$$

Величина просторового відхилення короблення

$$\Delta k := 0.005 \text{ мм} \quad l := 50 \text{ мм} \quad d := 90 \text{ мм}$$

$$\rho_{кор_0} := \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2}$$

$$\rho_{кор_0} := 0.515 \text{ мм}$$

Визначаємо величину сумарного просторового відхилення заготовки:

$$\rho_0 := \sqrt{(\rho_{зм_0})^2 + (\rho_{кор_0})^2}$$

$$\rho_0 := 0.587 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після попереднього розточування

$$\rho_1 := 0.06 \cdot \rho_0 \quad \rho_1 = 0.035 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після чистового розточування

$$\rho_2 := 0.04 \cdot \rho_0 \quad \rho_2 = 0.023 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після розточування тонкого

$$\rho_3 := 0.015 \cdot \rho_0 \quad \rho_3 = 8.811 \times 10^{-3} \text{ мм}$$

Похибка встановлення ε .

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Похибка базування в цьому випадку виникає внаслідок перекосу заготовки у горизонтальній площині за встановлення її на пристрої.

Приймаємо похибку базування - $\varepsilon_{11} := 0$ мм

Похибку закріплення приймаємо - $\varepsilon_{12} := 0.060$ мм

Похибка встановлення за чорнового розточування:

$$\varepsilon_1 := \sqrt{(\varepsilon_{11})^2 + (\varepsilon_{12})^2} \quad \varepsilon_1 := 0.06 \text{ мм}$$

Похибка встановлення після чистового розточування

$$\varepsilon_2 := 0.06 \cdot \varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 = 3.6 \times 10^{-3} \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після розточування тонкого

$$\varepsilon_3 := 0.04 \cdot \varepsilon_1 \quad \varepsilon_3 = 2.4 \times 10^{-3} \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні значення припусків.

Сумарний мінімальний припуск при чорновому попередньому розточуванні

$$Z \min_1 := 2 \cdot \left[Rz_0 + T_0 + \sqrt{(\rho_0)^2 + (\varepsilon_1)^2} \right]$$

$$Z \min_1 := 1.781 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск при чистовому розточуванні

$$Z \min_2 := 2 \cdot \left[Rz_1 + T_1 + \sqrt{(\rho_1)^2 + (\varepsilon_2)^2} \right]$$

$$Z \min_2 := 0.251 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск для розточування тонкого

$$Z \min_3 := 2 \cdot \left[Rz_2 + T_2 + \sqrt{(\rho_2)^2 + (\varepsilon_3)^2} \right]$$

$$Z \min_3 := 0.127 \text{ мм}$$

Визначаємо розрахунковий розмір d_p по переходах.

Розрахунковий розмір d_{p_3} для розточування тонкого

$$d_{p_3} := d_{\text{ном}} + ES_3$$

$$d_{p_3} = 90.017 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір d_{p_2} для чистового розточування

$$d_{p_2} := d_{p_3} - Z \min_3$$

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

$$d_{p_2} = 89.89 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір d_{p_1} для чорнового розточування

$$d_{p_1} := d_{p_2} - Z \min_2$$

$$d_{p_1} = 89.639 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір d_{p_0} для заготовки

$$d_{p_0} := d_{p_1} - Z \min_1$$

$$d_{p_0} = 87.859 \text{ мм}$$

Визначення найменших граничних розмірів по переходах.

Розточування тонке $d \max_3 := d_{p_3}$ $d \max_3 = 90.02 \text{ мм}$

Розточування чистове $d \max_2 := d_{p_2}$ $d \max_2 = 89.89 \text{ мм}$

Розточування чорнове $d \max_1 := d_{p_1}$ $d \max_1 = 89.64 \text{ мм}$

Заготовка $d \max_0 := d_{p_0}$ $d \max_0 = 87.9 \text{ мм}$

Визначення найбільших граничних розмірів за переходами.

Визначаємо найбільший граничний розмір для розточування тонкого

$$d \min_3 := d \max_3 - Td_3$$

$$d \min_3 = 89.98 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для чистового розточування

$$d \min_2 := d \max_2 - Td_2$$

$$d \min_2 = 89.8 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для чорнового розточування

$$d \min_1 := d \max_1 - Td_1$$

$$d \min_1 = 89.1 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для заготовки

$$d \min_0 := d \max_0 - Td_0$$

$$d \min_0 = 85.9 \text{ мм}$$

Визначаємо найменші граничні розміри припусків по переходах.

Для розточування тонкого найменший граничний розмір припуску становить:

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$Z_{np \min_3} := d_{\max_3} - d_{\max_2}$$

$$Z_{np \min_3} = 0.127 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір припуску для чистового розточування

$$Z_{np \min_2} := d_{\max_2} - d_{\max_1}$$

$$Z_{np \min_2} = 0.251 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір припуску для чорнового розточування

$$Z_{np \min_1} := d_{\max_1} - d_{\max_0}$$

$$Z_{np \min_1} = 1.781 \text{ мм}$$

Визначаємо найбільші граничні розміри припусків по переходах.

Для розточування тонкого найбільший граничний розмір припуску складає:

$$Z_{np \max_3} := d_{\min_3} - d_{\min_2}$$

$$Z_{np \max_3} = 0.179 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір припуску для чистового розточування

$$Z_{np \max_2} := d_{\min_2} - d_{\min_1}$$

$$Z_{np \max_2} = 0.704 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір припуску для попереднього розточування

$$Z_{np \max_1} := d_{\min_1} - d_{\min_0}$$

$$Z_{np \max_1} = 3.241 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск $\sum Z_{np \min} = 2.159 \text{ мм}$

Сумарний максимальний припуск $\sum Z_{np \max} = 4.124 \text{ мм}$

Визначення номінального припуску заготовки.

Номінальний припуск заготовки.

$$Z_{ном} := \sum Z_{np \min} + ES_0 - ES_2$$

$$Z_{ном} := 3.159 \text{ мм}$$

Визначаємо номінальний діаметр заготовки.

Номінальний діаметр заготовки складає:

$$d_{ном_0} := d_{p_3} - Z_{ном}$$

$$d_{ном_0} := 86.859 \text{ мм}$$

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Приймаємо номінальний діаметр заготовки $d_{ном_0} := 86.9$ мм

Перевірка правильності розрахунків

$$Z_{np \max_2} - Z_{np \min_2} = 0.453$$

$$Td_1 - Td_2 = 0.453$$

$$Z_{np \max_1} - Z_{np \min_1} = 1.46$$

$$Td_0 - Td_1 = 1.46$$

Умова виконується.

2.6.2. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання і оснащення

Потрібно призначити режими різання і виконати вибір верстата аналітичним способом (на прикладі операції фрезерування).

Операція 005 поздовжньо-фрезерна.

- 1) Характер оброблення – чорновий;
- 2) Металорізальний інструмент – це фреза насадна торцева з вставними ножами, що оснащена пластинами з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 5348-60, код 2214-0011. Геометричні параметри даної фрези: $D = 250$ мм, $d = 60$ мм, $z = 18$.
- 3) Максимальна величина оброблення $B = 220$ мм.
- 4) Максимальна глибина різання $t = 5$ мм.
- 5) Подача на зуб $S_z = 0,5$ мм/зуб, по табл. 34, ст. 283 [1].
- 6) Середня стійкість фрези $T = 240$ хв. По табл. 40, ст. 290 [1].
- 7) Визначаємо швидкість різання:
$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

де C_v, q, m, x, y, u, p - коефіцієнти, що залежать від певних умов роботи (приймаємо, по табл. 39, ст. 286 [1]).

K_v - узагальнений коефіцієнт, що враховує стан оброблюваного матеріалу (коефіцієнт K_{mv}), якість поверхні заготовки (коефіцієнт K_{nv}), інструментальний матеріал (коэф. K_{uv}): $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$.

За таблицями 1, 2, ст. 261-262 [1], приймаємо:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} = \left(\frac{190}{220} \right)^{0,9} = 0,87.$$

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	

За таблицями 5 і 6, ст. 263, [1],

$$K_{nv} = 1,0; K_{uv} = 1,4$$

Отже, $K_v = 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 1,22$.

$$\text{Тоді, } V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 220^{0,2} \cdot 18^0} \cdot 1,22 = 79,1 \text{ м/хв.}$$

8) Частота обертання шпинделя:

$$\text{В нашому випадку, } n_\phi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 79,1}{3,14 \cdot 250} = 100,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n = 100 \text{ хв}^{-1}$.

9) Сила різання згідно буде:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{uv}$$

По таблицях 1, 2 ст. 261-262, табл. 41, ст. 291 [1] приймаємо:

$$C_p = 54,5; x = 0,9; y = 0,74; u = 1,0; w = 0; q = 1,0.$$

$$\text{Тоді, } P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,5^{0,74} \cdot 220^{1,0} \cdot 18}{250^{1,0} \cdot 100^0} \cdot 1,2 = 9,4 \text{ кН.}$$

$$10) \quad \text{Ефективна потужність різання: } N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$\text{Отже, } N_e = \frac{9400 \cdot 79}{1020 \cdot 60} = 12,1 \text{ кВт.}$$

$$11) \quad \text{Дійсна потужність різання: } N_{ос} = \frac{N_{ef}}{ККД} = \frac{12,1}{0,8} = 15,1 \text{ кВт.}$$

Вибираємо верстат мод. 6606 з потужністю головного приводу 16 кВт.

Потрібно уточнити режими різання по паспортним характеристикам вибраного верстату.

Приймаємо $n = 100 \text{ хв}^{-1}$.

$$\text{Швидкість різання: } V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 100}{1000} = 78,5 \text{ м/хв.}$$

Подача: $S_{хв} = 160 \text{ мм/хв.}$

Для усіх інших операцій дані режими заносимо в таблицю 2.8.

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.6.3. Встановлення контрольних, допоміжних та транспортних операцій

Процес вибору засобів верстатного оснащення процесів технічного контролю визначені ГОСТ 14.306-73. Відповідно з цим стандартом вибір засобів контролю полягає в забезпеченні заданих показників контролю і аналізу витрат на його реалізацію.

Визначимо операції контролю:

1. Проводимо вхідний контроль - заготовку перевіряють на дотримання технічних умов, закладених у кресленні заготовки. Він проводиться візуально.
2. Проводимо вихідний контроль, при цьому деталь перевіряють на відповідність з технічними вимогами. Проводиться вибірково, при цьому контролюється одна з десяти деталей.

Контроль в процесі оброблення деталі здійснюється робітником. Найбільшого впливу на відхилення від заданих розмірів надає похибка несуміщення баз заготовки. При цьому похибка закріплення практично відсутня, тому що використовуються автоматизовані пневматичні затискачі. Статистична настройка верстата здійснюється з певною точністю за використання універсальних вимірювальних засобів. Похибка при динамічному настроюванню невелика, тому що всі верстати через свої невеликі габарити володіють високою жорсткістю і мають короткі розмірні і кінематичні ланцюги. Тому в цьому випадку обмежимося вибіркоким контролем, тобто потрібно проводити контроль після кожного підналагодження верстата.

Враховуючи дослідження, проведені вище, для операційного контролю більш доцільно буде застосовувати наступні засоби:

Таблиця
2.8. -

V, м/хв	79	79	79	79	10	20	22,5	25	93	22,5	21	99
n, об/х в	100	200	200	200	315	160	125	100	200	125	100	63

Продовження таблиці 2.8

n , об/хв	V , м/хв
24	16
24	16
24	16
24	16
500	113
500	141
500	71
100	9
250	20
250	20
500	34,5

№ оп.	Назва операції	Зміст переходів	D або B	L	t, мм	i	S, мм/хв
005	Поздовжньо-фрезерна	Фрезерувати нижню і верхню поверхню корпусу попередньо	25 0	665	5	2	160
010	Горизонтально-розточна	Обробити рамку на передній	12 5	602	4	1	1,4
		Обробити уступ правий попередньо	12 5	132	4	1	1,4
		Обробити передній уступ кінцево	12 5	602	4	1	1,4
		Зацентрувати отвір Ø40	20	3	10	1	0,35
015	Горизонтально-розточна	Свердлиги отвір Ø40	40	80	20	1	0,35
		Свердлиги отвір Ø50	50	93	25	1	0,35
		Розсвердлиги отвір Ø50 до Ø80	80	73	15	1	0,56
		Розточити отвір Ø85 попередньо	85	59	2,5	1	0,35
		Свердлиги отвір Ø68 до Ø50	50	93	25	1	0,35
		Розсвердлиги отвір Ø50 до Ø68	68	73	9	1	0,56
020	Поздовжньо-фрезерна	Фрезерувати нижню і верхню поверхню корпусу напівчисто	50 0	1900	1,7	1	160

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

043Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

37

№ оп.	Назва операції	Зміст переходів	D або B	L	t, мм	i	S, мм/хв
025	Плоскошліфувальна	Шліфувати основу верхню кінцево	650	560	0,2	8	40
			650	560	0,1	5	20
			650	380	0,2	8	40
			650	380	0,1	5	20
030	Фрезерно-свердильно-розточна з ЧПК	Розточити начисто пов. Ø72Js7	72	80	0,5	2	0,05
		Розточити начисто пов. Ø90Js7	90	73	0,5	2	0,05
		Розточити начисто пов. Ø45H7	45	93	0,5	2	0,05
		Обробити пов. М8-7Н	8	15	1,25	1	1,25
		Свердлити Ø13/Ø26	26	20	7,5	1	0,25
		Свердлити Ø12	12	20	6	1	0,25
		Обробити пов. Ø22H7	22	20	0,25	2	0,05

- гладкі калібр-пробки за ГОСТ 14.812-75;
- різеві калібр-пробки;
- зразки шорсткості, що за ГОСТ 9378-75;
- шаблони спеціальні. Допоміжні операції:

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

043Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

38

- промивка;
- сушка;
- покраска;
- консервація;
- пакування.

Можна відмітити, що завершальні дві операції (консервація і пакування) треба виконувати тільки для тієї частини деталей, що призначені для комплекту запасних частин і пристосувань (ЗЧП).

До транспортних операцій можна віднести:

- доставка заготовок на дільницю механічної обробки (проводиться кран-балкою);
- перевезення заготовок на робочі місця (здійснюють за допомогою збалансованих маніпуляторів, типу МПЭ-250).
- доставка готових деталей у складальний цех (здійснюють за допомогою цехової кран-балки).

2.6.4. Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва

У масовому виробництві визначається штучна норма часу $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{доп} + T_{об} + T_в$$

де $T_{осн}$ - час основний;

$T_{доп}$ - час допоміжний;

$T_{об}$ - час для обслуговування робочого місця;

$T_в$ - час для відпочинку і природних потреб.

$$T_{доп} = T_{в.з} + T_{з.в.} + T_к + T_{вим}$$

де $T_{в.з}$ - час для встановлення заготовки і зняття обробленої деталі;

$T_{з.в.}$ - час для закріплення заготовки та зняття обробленої деталі;

$T_к$ - час для прийомів керування верстатом;

$T_{вим}$ - час для вимірювання.

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Сумарний час для обслуговування робочих місць та час для відпочинку і природних потреб, згідно з додатком 5 [7] приймаємо 9% від T_{on} .

$$T_{об} + T_{е} = 0,09T_{on},$$

При цьому операційний час:

$$T_{on} = T_{осн} + T_{доп}$$

Нормування техпроцесу наведемо на прикладі операції 005.

Операція 005 – поздовжно-фрезерна.

Основний час обробки, по табл. 1. ст. 610 [1]:

$$T_{осн1} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{665 \cdot 1}{160} = 2,8 \text{ (хв.)}$$

Допоміжний час $T_{доп}$:

$$T_{доп} = T_{в.з} + T_{з.в.} + T_{к} + T_{вим} = 0,8 \text{ (хв.)},$$

де $T_{в.з} = 0,4$ хв.;

$T_{з.в.} = 0,25$ хв.;

$T_{к} = 0,05$ хв.;

$T_{вим} = 0,1$ хв.

Операційний час $T_{он}$:

$$T_{он} = T_{осн} + T_{доп} = 2,8 + 0,8 = 3,6 \text{ (хв.)}$$

Час для обслуговування робочих місць та час для відпочинку і природних потреб:

$$T_{об} + T_{е} = 0,09 + 6,6 = 0,35 \text{ (хв.)}$$

Тоді штучний час:

$$T_{шт} = 3,6 + 0,4 = 4,0 \text{ (хв.)}$$

Інші операції розраховуємо аналогічно.

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 2.9.

Таблиця 2.9. – Уточнення типу виробництва

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

№ операції	Назва операції	T _{шт.к} хв.	C _{рі} , шт.	C _{пі} , шт.	η _{з фі}	Q _i
005	Поздовжньо-фрезерна	4,0	0,77	1	0,77	1,0
010	Горизонтально-розточна	5,6	1,08	2	0,54	1,39
015	Горизонтально-розточна	6,4	1,24	2	0,62	1,21
020	Поздовжньо-фрезерна	4,9	0,95	2	0,48	1,56
025	Плоскошліфувальна	6,2	1,20	2	0,60	1,25
030	Фрезерно-свердлильно-розточна з ЧПК	5,8	1,12	2	0,56	1,34
	Всього	32,9		11		7,75

$$K_{з.о} = \frac{7,75}{11} \approx 0,7 - \text{тип виробництва масовий.}$$

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування оснастки для фрезерування нижньої і верхньої поверхні корпусу 6520Ф3-3.35.00.011 в розмір $219,3 \pm 0,1$ мм

3.1.1. Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми

Згідно розрахунків розділ 2.6 тип виробництва – масовий і тому є необхідність у проектуванні спеціальної верстатної оснастки.

Цей пристрій використовують для виконання поздовжньо-фрезерної операції 005 для послідовного фрезерування нижньої і верхньої поверхні корпусу 6520Ф3-3.35.00.021 в розмір $219,3 \pm 0,1$ мм.

Заготовка встановлюється на стіл поздовжньо-фрезерного верстата 6606. Враховуючи значну трудомісткість виконання даної операції є доцільність оброблення 2-х деталей одночасно. При цьому на першій позиції встановлюється заготовка по чорнових базах і обробляється нижня площина в розмір $221 \pm 0,3$ мм, а на другій позиції заготовка встановлюється по обробленій раніше поверхні і обробляється верхня поверхня корпусу 6520Ф3-3.35.00.021 в розмір $219,3 \pm 0,1$ мм. При цьому установча поверхня опори на першій позиції знаходиться нижче на $1,7 \pm 0,1$ мм, ніж на другій позиції. Оброблення одночасно 2-х деталей дозволяє вдвоє знизити штучний час і тим самим синхронізувати технологічні операції.

Як силовий елемент використовується силовий гідравлічний привод. Це призводить до значних габаритів деталі і до високо навантажених режимів різання.

Переваги цього пристрою:

- базування заготовки просте і зручне;
- скорочення штучного часу шляхом зменшення допоміжного;
- постійність силового затиску, що призводить до мінімальної похибки встановлення;
- зменшення собівартості отриманої деталі.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точність, що забезпечується цим пристроєм, повинна бути не нижча, ніж допуск на розмір від основної до оброблювальної поверхні – 1150 мкм (за 14 квалітетом точності).

При виборі схеми компоновки пристрою потрібно забезпечити:

- 1) заготовка має займати стійке положення для прикладання сили затиску;
- 2) у процесі закріплення заготовки не має бути порушене надане їй положення;
- 3) сили, що виникають в процесі різання, повинні не зміщувати заготовки.

Аналіз компоновок конструктивних схем будемо виконувати згідно сумарних коефіцієнтів ваг $K_{\Sigma n}$: $K_{\Sigma n} = 0,5K_1 + 0,35K_2 - 0,1K_3 - 0,1K_4 + 0,05K_5$,

де K_1 - коефіцієнт для підсилення;

K_2 - коефіцієнт наявності властивості самогальмування;

K_3 - коефіцієнт кількості передавальних ланок;

K_4 - коефіцієнт наявності проміжної ланки;

K_5 - коефіцієнт компактності пристрою.

Результати розрахунків заносимо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1. - Визначення раціональної схеми компоновки пристрою

Схема	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	1	1	1,2	0,85	1,6	3,1
2	1	1	1,3	0,75	1,7	3,4
3	1	1	1,3	0,9	1,6	3,5

Для вибору раціональної компоновки розглянемо декілька схем.

Згідно з критеріями оцінки компоновочних схем, приймаємо схему 3, що має найбільший ваговий коефіцієнт.

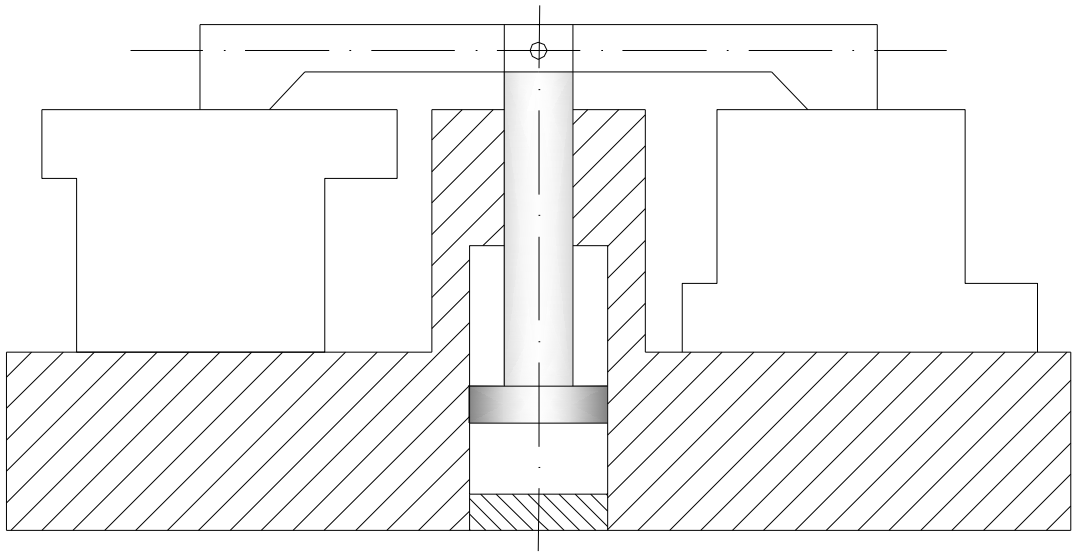
3.1.2. Силевий розрахунок параметрів приводу

Сила P_z при фрезеруванні площини визначена в розділі 2.

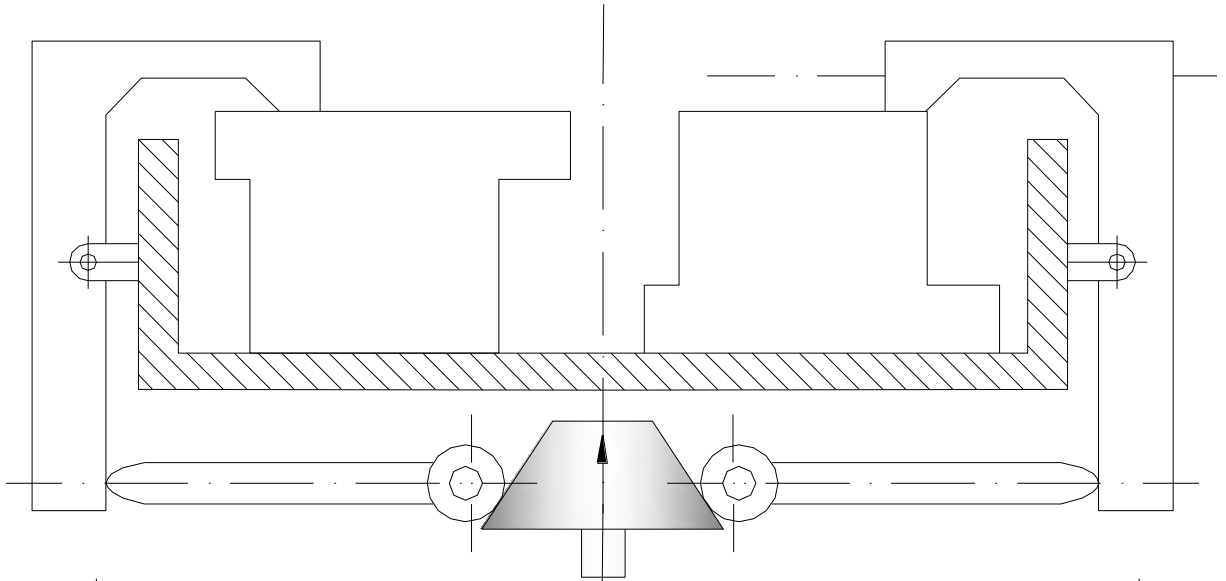
Згідно розрахунку $P_z = 9,4$ кН.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

1)



2)



3)

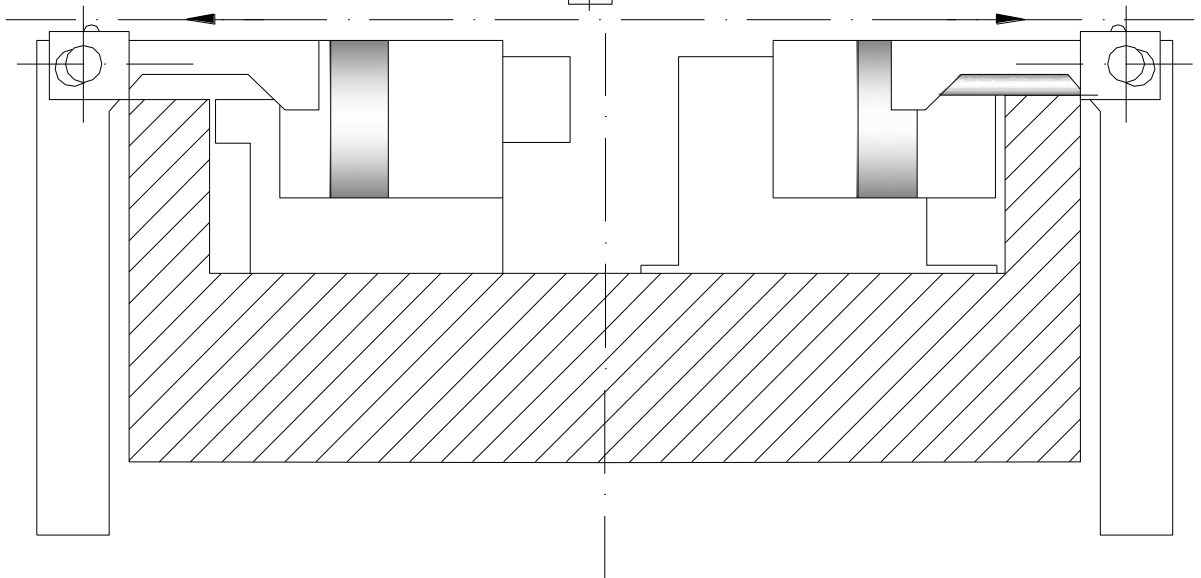


Рисунок 3.1 Схеми раціональної компоновки деталей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

043Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

44

Розробимо схему дії сил на цій операції (рис. 3.2.).

Розрахуємо силу затиску W_1 .

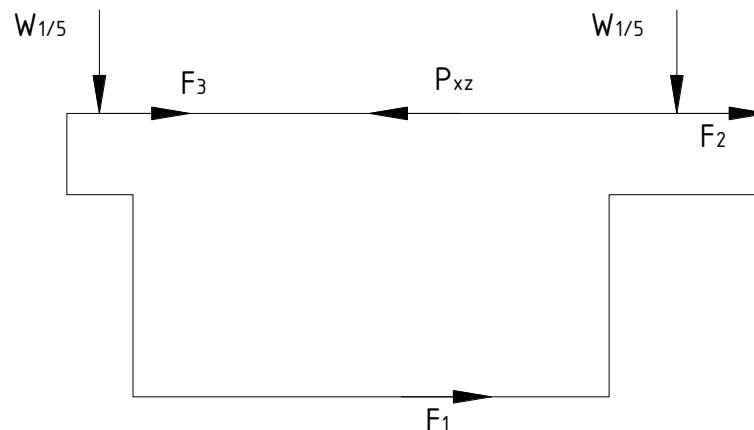


Рисунок 3.2 Розрахунок зусилля затиску

З рівняння рівноваги усіх сил на вісь x-x (рис. 3.2.):

$$K_3 \cdot P_z = F_1 \cdot f + F_2 + F_3$$

Звідси $W = K_3 P_z / n (f_1 + f_2 + f_3) = 2,5 \cdot 9400 / 5 \cdot 0,42 = 11200$ Н,

де $f_1 = f_2 = f_3 = 0,14$ - коефіцієнт тертя сталі-чавуну у стані спокою [14].

$n = 5$ - рекомендований коефіцієнт запасу [14].

K_3 - рекомендований коефіцієнт запасу [14].

Необхідний діаметр поршня гідроциліндра визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11200}{\pi \cdot 1 \cdot 10^7 \cdot 0,9}} = 0,038 \text{ м,}$$

де $P = 10,0$ МПа – тиск мастила у гідросистемі;

$\eta = 0,9$ - ККД гідроциліндра.

Вибираємо діаметр поршня 60 мм.

3.1.3. Розрахунок на точність

На точність обробки буде впливати ряд факторів, що викликають сумарну

похибку $\Delta_\Sigma : \Delta_\Sigma = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \Delta \varepsilon_y)^2 + (K_2 \Delta_y)^2 + (K_3 \Delta_n)^2 + (K_4 \Delta_i)^2 + (K_5 \Sigma \Delta_B)^2 + (K_6 \Sigma \Delta_t)^2}$,

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ					

де K - коефіцієнт відносного розсіювання для вихідного параметра (коефіцієнт ризику); за заданої гарантованої надійності пристрою $K = 0,683$;

$K_1 - K_6$ - коефіцієнти, які враховують певні закони розподілу похибок; згідно з [2]: $K_1 = K_2 = K_3 = 1,0$; $K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$;

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки заготовки;

Δ_y - похибка обробки заготовки, що виникає через зміщення елементів технологічної системи за дії сил різання;

Δ_n - похибка налагодження технічної системи;

Δ_i - похибка зношення різального інструмента;

$\Sigma \Delta_B$ - сумарна похибка верстата, що виникає через його зношення за період використання;

$\Sigma \Delta_t$ - сумарна похибка температури.

1. Похибка встановлення $\Sigma \Delta_y$ - це відхилення фактичного положення закріпленої деталі від потрібного теоретичного:

$$\Sigma \Delta_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} \text{ мкм.}$$

де ε_0 - похибка базування деталі у пристрої;

ε_3 - похибка закріплення деталі;

ε_{np} - похибка положення заготовки в оснастці.

1.1. Похибка базування $\varepsilon_0 = 0$, тому що конструкторські бази співпадають із технологічними базами.

1.2. Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0$, тому що даний пристрій можна оснастити гідравлічним механізмом затиску, щоб була забезпечена постійність сили затиску.

1.3. Похибка положення деталі у пристрої ε_{np} виникає при неточності виготовлення пристрою ε_B , зношення установчих елементів ε_{zn} а також похибки встановлення самого пристрою на обладнанні $\varepsilon_{вст}$:

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_B + \varepsilon_{zn} + \varepsilon_{вст}.$$

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Технологічні можливості виготовлення пристроїв забезпечують похибку ε_B в межах 0-15 мкм [14].

Приймаємо $\varepsilon_B = 10$ мкм.

Зношення установчих елементів $\varepsilon_{зн}$: $\varepsilon_{зн} = \beta \cdot N^n$,

де N - число контактів заготовки із установчими елементами оснастки;

β - постійна, що залежить від типу установчих елементів.

$$\varepsilon_{зн} = 0,005 \cdot 3 = 0,015 \text{ мм.}$$

Похибка встановлення пристрою на верстаті:

$$\varepsilon_{вст} = \sqrt{0,02^2 + 0,015^2 + \varepsilon_{вст}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,04 \text{ мкм.}$$

2. Похибку оброблення заготовки Δ_y приймаємо рівною 140 мкм [14].

3. Похибка налагодження технологічної системи Δ_n визначається:

$$\Delta_n = \sqrt{(K_p \Delta_p)^2 + (K_{вим} \Delta_{вим})^2},$$

де K_p , $K_{вим}$ - коефіцієнти, що враховують розподіл випадкових величин;

Δ_p - похибка внаслідок регулювання;

$\Delta_{вим}$ - похибка внаслідок вимірювання.

Згідно з [1]: $\Delta_p = 30$ мкм, $\Delta_{вим} = 50$ мкм, $K_p = 1,14$, $K_{вим} = 1,0$.

$$\Delta_n = \sqrt{(1,14 \cdot 30)^2 + (1 \cdot 50)^2} = 59,4 \text{ мм.}$$

4. Похибка, що виникає після зношення різального інструменту Δ_i , згідно з [14], приймається рівною 100 мкм.

5. Сумарна похибка верстата $\sum \Delta_B$, що з'являється при його зношенні за період експлуатації, згідно з [2], дорівнює 60 мкм.

6. Сумарна температурна похибка $\sum \Delta_t$ приймається рівною 10...15% від Δ_Σ .

Сумарна похибка (що без врахування похибки температури):

$$\sum \Delta_\Sigma = \frac{1}{0,683} \sqrt{(0,04)^2 + (0,11)^2 + (0,06)^2 + (1,73 \cdot 0,1)^2 + (1,73 \cdot 0,06)^2} = 0,286 \text{ мм.}$$

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

Загальна похибка дорівнює: $\Delta_{\Sigma} = 0,286 \cdot 1,15 = 0,32$ мм.

Мінімальний допуск на обробку певної поверхні, згідно креслення, складає 1,1 мм. Тому умова $\Delta_{\Sigma} \leq TA$ виконується.

3.1.4. Загальний опис конструкції, принципу дії

Даний пристрій використовується при виконанні поздовжньо-фрезерної операції 005 для послідовного фрезерування нижньої і верхньої поверхні корпусу 6520Ф3-3.35.00.021 в розмір $219,3 \pm 0,1$ мм.

Пристрій складається з корпусу 1, в якому базуються установчі та затискні елементи конструкції. Деталі встановлюються на опори 8, 9, 11 і 16. Для направлення деталі служать упори 19, 21 і 22.

Після встановлення деталі на оснастку, завдяки гідророзподільовачу олія подається у робочі порожнини гідравлічних циліндрів. Конструкція затискних елементів є різною. Затиск забезпечується повзунами 5, 13 і прихватами 10 та 15. Завдяки цьому зусилля передається через важелі 14, або відразу на прихвати. Прихвати відходять від деталі при її встановленні та зніманні з пристрою завдяки ручкам 63.

Настройка фрези здійснюється під щуп на стійці 2.

Як робоча рідина в гідросистемі використовується масло турбінне 22 (ГОСТ 3211-83). Робочий тиск в системі складає 10 МПа. Технічні вимоги щодо виготовлення і складання пристрою вказуються на складальному кресленні.

3.2. Проектування пристрою для чистового фрезерування верхньої площини корпусу

3.2.1. Вибір і обґрунтування принципу дії оснастки та структурної схеми

Дана оснастка використовується для виконання вертикально-фрезерної операції 030 при фрезеруванні верхньої площини корпусу.

Заготовка встановлюється на стіл вертикально-фрезерного верстата. Базування деталі здійснюється на пов. Г деталі.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як силовий елемент використовують силовий гідравлічний привід. Це впливає із значних габаритів оброблювальної деталі і високонавантаженими режимами різання.

Оскільки обробляються зовнішні поверхні деталі, то затиск потрібно проводити по периферійній частині корпусу. Зважаючи на достатньо великі габарити корпусу (600×447×220 мм), опори потрібно робити регульованими.

Точність, яка забезпечується цим пристроєм, повинна бути вищою за допуск на розмір від базової до оброблюваної поверхні, тобто 185 мкм (за 10 квалітетом точності).

3.2.2. Розрахунок сили затиску, параметрів силового приводу

Сила P_z при фрезеруванні площини визначена в розділі 2.

Згідно з розрахунку сила $P_z = 3,4$ кН.

Розраховуємо силу затиску W_1 .

Написавши рівняння рівноваги усіх сил на вісь x-x (рис. 3.2.) маємо:

$$K_3 \cdot P_z = F_1 \cdot f + F_2 + F_3$$

Звідси $W = K_3 P_z / n (f_1 + f_2 + f_3) = 2,5 \cdot 3400 / 20,42 = 10100$ Н,

де $f_1 = f_2 = f_3 = 0,14$ - коефіцієнт тертя чавуну по сталі у стані спокою [14].

$n = 2$ - рекомендований коефіцієнт запасу [14].

K_3 - коефіцієнт запасу рекомендований [14].

Діаметр поршня гідроциліндра визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10100}{\pi \cdot 1 \cdot 10^7 \cdot 0,9}} = 0,036 \text{ м,}$$

де $P = 10,0$ МПа – тиск олії в гідросистемі;

$\eta = 0,9$ - ККД самого гідроциліндра.

Приймається діаметр поршня 60 мм.

3.3. Проектування пристрою для контролю перпендикулярності

3.3.1. Конструкція та робота пристрою

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Даний пристрій виконує контроль перпендикулярності отворів $\varnothing 72Js7$ щодо нижньої площини корпусу.

Пристрій містить вісь 3, на якій встановлюють гайку 10 з робочою поверхнею, яка забезпечує посадку $\varnothing 72Js6$. Інша опорна поверхня розташована на осі 3. На дану вісь закріплюють оправку 3, на якій розміщено нерухомий упор 1. З іншого кінця оправки встановлюють індикаторний механізм, що містить у собі вимірювальну головку 2ИГ, що кріпиться на кронштейні 6, також кулісу 23 та підпружинену вісь 22.

Пристрій поміщають в отвір $\varnothing 72Js7$ корпусу, на вісь накручують гайку 10 з диском 11. Нерухомий упор 1 постійно контактує з вимірюваною поверхнею. Пристрій (зображений на кресленні) повертається на 360° . Вимірюють різницю максимальних і мінімальних показів індикатора 29, що дасть можливість визначати відхилення від перпендикулярності.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Розробка внутрішнього плану цеху із врахуванням вимог безпеки, санітарії і пожежних вимог

4.1.1. Внутрішнє планування дільниці з врахуванням вимог безпеки праці, санітарії та пожежних вимог

Згідно із завданням на кваліфікаційну роботу потрібно розробити дільницю механічної обробки деталі валу вібраційної машини для переміщування суміші сипких матеріалів. Для розробки внутрішнього планування дільниці початковими даними є: техпроцес механічної обробки деталі; номенклатура обладнання, його кількість та його габарити, а також річна програма випуску.

Приміщення цеху, розміщення верстатів на дільниці проводять згідно норм та вимог при проектуванні механізованих цехів за Сніп-11-92-86 “Виробничі приміщення. Норми проектування”.

На дільниці механічного оброблення корпусу 6520Ф3-3.35.00.011 технологічне обладнання (чи верстати) розміщуються по ходу технологічного процесу. Верстати встановлені по лінії, а по відношенню до прохідних шляхів верстати розташовані під кутом. Ділянки, які зайняті обладнанням, повинні бути, за можливості, мінімальними. Відстані між обладнанням та стінами і колонами приміщення вибирають за рекомендаціями (таблиця 24, ст. 177, [5]). Відстані вибирають залежно від габаритів верстатів, що, в середньому, складає 2000×4000 мм, тому при плануванні дільниці використовують такі параметри:

- $b = 1500$ мм – відстань між верстатами;
- $c = 800$ мм – відстань від стін або опор будови до задньої або бокової сторони верстата;
- $A = 3000$ мм – ширина проїзду між рядами верстатів (табл. 25, ст. 179 [10]);
- $B = 3500$ мм – відстань між рядами верстатів.

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

4.1.2. Санітарно-гігієнічні характеристики умов праці на дільниці та порівняння їх з нормативами

Фізичну роботу на дільниці відносять до робіт середньої категорії важкості, тобто 2-а (згідно ДСТУ 12.1005-88).

Для забезпечення належних метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень визначені норми метеорологічних умов, які включені в санітарні норми при проектуванні промислових підприємств. Норми (за табл. 4.1) враховують і пору року, і тип виробничого приміщення, а також ступінь важкості робіт, що виконуються, для створення належних умов праці.

Збільшення освітлення робочої поверхні покращує конструктивну чутливість, гостроту розрізнявання, а також швидкість розрізняння і тривалість чіткого бачення, що своєю чергою позитивно впливає на покращення продуктивності праці і якості виконуваної роботи.

Характеристики освітлення задаються згідно з Сніп 11-4-79 “Естественное и искусственное освещение”.

На характер зорової роботи найбільше впливають розміри об'єкту, розрізнення у контрольних операціях. Зважаючи на те, що у нас одиничний тип виробництва, в якому основними засобами контролю є універсальні інструменти (штангенциркуль) та різні калібри (скоби, шаблони і контршаблони) для дільниці обробки валу розряду зорових робіт 4а. Параметри штучного та природного освітлення подані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1. - Оптимальні і допустимі норми відносної вологості та швидкості переміщення повітря у робочій зоні виробничих приміщень (категорія робіт Па)

Період року	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря	
	Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
		Верхня гранична		Нижня гранична					
		Постійна	Не постійна	Постійна	Не постійна				
Холодний	18÷20	23	24	17	15	40÷60	75	0,2	0,3
Теплий	21-23	27	29	18	17	40÷60	65 при 27°С	0,3	0,2÷0,4

Причиною шуму на виробничій дільниці вважають технологічне обладнання, де шум з'являється внаслідок пружних коливань звукових хвиль, які утворюються верстатами і окремими його частинами.

Виробничий шум на дільниці відносять до 2 класу. Середня частота шуму дорівнює 60-120 Гц, що виникає від обладнання безударної дії. Згідно ДСТУ 12.1.003-83 "Шум. Загальні вимоги безпеки", рівень шуму на дільниці не повинен перевищувати 85 дБ.

Вібрація теж шкідлива і впливає на організм людини. Рівень вібрації регламентується ДСТУ 12.1.012-90 ССБТ "Вібрація. Загальні вимоги щодо безпеки".

4.1.3. Аналіз конструкції обладнання і пристроїв згідно умов безпеки експлуатації

До головних технічних засобів, що забезпечують безпеку технологічного обладнання і механізмів, відносять огорожувальні і запобіжні пристрої, сигналізація щодо безпеки, дистанційне управління і спеціальні засоби забезпечення технічної безпеки.

Таблиця 4.2. - Природне та штучне освітлення

Характеристика зорової роботи			Середньої точності	
Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм			0,5...1	
Розряд зорової роботи			4	
Підрозряд зорової роботи			а	
Контраст об'єкта розрізнення порівняно з фоном			Середній	
Характеристика фону			Темний	
Штучне освітлення	Освітленість, ЛК	За комбінованого освітлення	750	
		За загального освітлення	300	
Природне освітлення	КПО K_n , %	За комбінованого освітлення	4	
		За бокового освітлення	В зоні із стійким сніговим покривом	1,2
			На другій території	1,5
Суміщене освітлення	КПО E_n , %	За верхнього або верхнього і бокового освітлення	2,4	
		За бокового освітлення	В зоні зі стійким сніговим покривом	0,7
			На іншій території	0,9

Таблиця 4.3. - Допустимі норми рівня звуку

Робочі місяці	Рівень звукового тиску, дБ, в октавних плюсах із середньо-метричними частотами, Гц								Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку
	65	125	350	400	1000	2000	5000	8000	
Постійні робочі місяці	99	92	87	83	82	78	77	74	80

Таблиця 4.4. - Санітарні норми одночислових показників з вібраційним навантаженням на робітника за тривалості змін 8 годин

Тип вібрації	Категорія вібрацій за санітарними нормами	Напрямок дій	Нормативні, коректовані по частоті: еквівалентні кориговані значення			
			віброшвидкість		віброприскорення	
			м/с	дБ	м/с ²	дБ
Локальна, загальна	3	X _o , Y _o , Z _o ,	0,0002	92	0,1	100

Таблиця 4.5. - Допустимі параметри вібрацій

Напрямок, за яким нормується вібрація	Середнє квадратичне значення швидкості, м/с							
	Логарифмічні рівні вібраційної швидкості в активних полюсах з середньоквадратичними частотами, Гц							
	1	2	4	8	16	31,5	63	125
Вертикальний	–	1,3	0,45	0,46	0,22	0,22	0,20	0,20
Горизонтальний	–	106	99	98	92	92	92	92

Деякі механізми верстатів і пристроїв, що рухаються і обертаються, створюють певну небезпеку для працюючих робітників. Тому на цих верстатах встановлюються загороджувальні та захисні пристрої, які захищають робітника від рухомих і обертових частин оснастки, вузлів та механізмів, місць відділення окремих частин металу, небезпечних ділянок, що знаходяться під напругою.

На фрезерних верстатах для захисту їх від стружки встановлюємо навколо фрез кольчужну завісу, виготовлену з тонкого і м'якого металевого дроту.

Розміщення ручок керування з розподільними кранами пристроїв спроектоване таким чином, щоб створити економію рухів, виключити незручні, вимушені та ненадійні положення тіла.

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

Пристрої, що використовуються на дільниці, мають пневматичні механізми затиску. Конструкції цих пристроїв створені так, щоб затискні елементи отримували рух не більше 5 мм, що є достатнім для встановлення і зняття деталі і не дозволяє зацімити пальці працюючого.

Усі пристрої забезпечені засобами захисту від саморозкриття при зменшенні рівня тиску у пневмокамері, особливо у випадку аварії на лінії. У конструкції механізму на кран управління перемиканням подачі стиснутого повітря установимо захисний клапан.

Для досягнення загальної електробезпеки (також і замикання струму на корпус оснастки, до яких доторкається руками робітник) використовується загальне цехове заземлення.

Запобіжні пристрої призначені для попередження аварій і поломок окремих частин обладнання і пов'язаної з цим небезпеки травмування верстатників. Аварії і поломки переважно викликані перевантаженням верстатів або переходом їх рухомих частин за встановлені межі, раптовим підняттям тиску, збільшенням швидкості руху рухомих частин, сили струму.

Для захисту електроустановок від надмірного підняття сили струму призначені плавкі запобіжники і автомати для відключення. Для запобігання перевантаження обладнання переважно застосовують зрізувальні штифти (шпильки), а також пружно-кулачкові та фрикційні муфти. Для запобігання аварій і поломок окремих частин обладнання, що можуть виникнути внаслідок переходу рухомих частин за певні межі, встановлюються односторонні і двосторонні границі, а також односторонні і двосторонні обмежувачі ходу.

Сигналізація безпеки вважається засобом попередження робочих про можливу небезпеку. До сигналізаційних засобів відносять світло-кольорові і звукові сигнали, а також показники рівня рідини, тиску, температури тощо.

4.1.4. Ступінь механізації та автоматизації ручної роботи

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Через відносно велику вагу заготовок виникає потреба в механізації ручної роботи для зменшення втомлюваності працівника і підвищення продуктивності його роботи. Враховуючи це на дільниці проектування використовують такі засоби механізації.

Підвозять заготовки до першого робочого місця з комори заготовок за допомогою електрокарів. Переміщують заготовки з одного робочого місця на інше за допомогою кран-балок. Завантажують і розвантажують верстати за допомогою кран-балок. Затиск заготовок у спеціальних верстатних пристроях здійснюють автоматизовано за допомогою пневматичної апаратури. При контролі розмірів валу використовують спеціальне обладнання. Вивезення готових деталей з дільниці здійснюють електрокарами.

4.1.5. Характеристика транспортних та вантажо-розвантажувальних робіт

Деталь має коробчасту форму з ребрами жорсткості, виготовляється з сірого чавуну СЧ20 (ГОСТ 1412-79), що володіє високими властивостями поглинання вібраційних коливань, легко оброблюється, володіє хорошими ливарними властивостями. Вага корпусу – 75 кг. Це зумовлює особливі вимоги щодо транспортування і завантаження деталей на верстат. Габаритні розміри - 600×447×220 мм. На дільницю мехобробки заготовки завозять з комори і складають на ділянці для заготовок. Підвезення здійснюють електрокаром.

4.2. Заходи для покращення умов праці

4.2.1. Розробка заходів боротьби із забрудненим повітрям

З метою вловлювання газових і парових домішок у повітрі, що викидається в атмосферу, застосовуються такі методи: конденсації, абсорбції, адсорбції і каталітичного опалювання. Метод конденсації заснований на стисненні і глибокому охолодженні пароповітряної суміші і конденсації парів домішок.

Абсорбційний метод заснований на фізичному або хімічному поглинанні парів і газів із суміші з повітрям. Звичайно як абсорбент застосовується вода і

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

розчини реактивів. Абсорбція здійснюється у тарілчастих гранчастих і насадочних колонах, барботажних і пінних апаратах та ін.

Абсорбційний метод очищення повітря від шкідливих газів і парів здійснюється за допомогою активного вугілля, силікагелю, деяких видів глини, алюмогелю, пемзи та інших пористих поглиначів. Регенерація поглиначів здійснюється паром або гарячим повітрям з наступним відділенням домішок методом конденсації.

Метод каталітичного опалювання полягає в перетворенні шкідливих органічних речовин у двоокис вуглецю і воду. Наприклад, окис вуглецю допалюють у контактних апаратах, які заповнені каталізатором гопкалітом (двоокис деяких металів).

До гравітаційних пиловловлювачів відносяться пилеосаджувальні камери. Вони служать для грубого очищення запилених газів в гравітаційному полі. При вході в камеру пилінки гублять швидкість і осідають на дно камери. Степінь уловлення пилу в камерах – 30-40%.

Інерційні пиловловлювачі працюють за принципом осадження частинок пилу під дією інерційних сил, які виникають при різкій зміні напрямку руху газового потоку. До них відносяться пиловловлювачі з відражаючими перегородками або колінчатого типу. Пиліві потоки повинні мати швидкість 5-15 м/с.

Пилеосадження в циклонах основане на дії використання центр обіжних сил, які виникають при обертанні газового потоку. Взвішені частинки, притискаючись до зовнішніх циліндричних або конічних стінок пилевідділювача, зменшують швидкість і опускаються у нижню конічну частину до випускного отвору-збірника пилу. Очищення повітря з дрібним пилом викидається вверх через вихідну трубу. Для кращої степені очищення одиночні циклони об'єднують в групі. Батарейні циклони представляють собою пиловловлюючі апарати, які складаються з великої кількості циклонних елементів малого діаметру, об'єднаних в одному корпусі, і які мають один підвід та відвід газів, а також загальний бункер-збірник уловленого пилу.

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

Центробіжні скрубери конструкції ВТ/Промстройпроекту відносяться до групи мокрих пиловловлювачів. Вони призначені для очищення повітря від пилу, коксу, вугілля, та ін.

Фільтраційне пиловловлення основане на осадженні частинок пилу на поверхні пористих перегородок і тіл (фільтрувальних матеріалів чи в їх об'ємі при проходженні запилених газів (повітря) через пористі перегородки і тіла.

Електрофільтри використовують для очищення запилених потоків від найбільш дрібних частинок розміром до 0,01 км. Промислові електрофільтри можна розділити на дві великі групи: 1) одноступеневі або однозначні, в яких здійснюється одночасно іонізація газу і його очищення; 2) двоступеневі, в яких іонізація і очищення від пилу відбуваються в різних частинах апарату.

В загальному, до заходів боротьби із забрудненням повітря можна віднести:

- 1) Застосування МОР;
- 2) Влаштування спеціальної витяжної вентиляції від місць утворення пилу;
- 3) Старанна систематична уборка приміщення вологим способом;
- 4) Постачання робітників комплексом санітарно-побутових приміщень;
- 5) Постачання робітників спецодягом, респіраторами, захисними окулярами;
- 6) Професійний відбір осіб для роботи в цеху; попередній і періодичний погляди їх;
- 7) Встановлення особливого режиму роботи і відпочинку;
- 8) Санітарно-технічна пропаганда і навчання безпечним методом роботи.

4.2.2. Розробка заходів по боротьбі з шумом

Задля зменшення рівня шуму використовують звукоізоляцію і звукопоглинання. Інтенсивність шуму залежить не зовсім від прямого, але й від відбитого звуку. Зменшення шуму досягають збільшенням еквівалентної площі поглинання приміщення, розміщенням на його внутрішніх поверхнях звукопоглинаючих облаштувань, а також встановленням у приміщенні штучних звукопоглиначів. Ці заходи називають акустичною обробкою приміщень.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Найбільш часто в якості звукопоглинаючої облицьовки використовують пристрої у вигляді шару однорідного пористовидного матеріалу з певною товщиною, що закріплена безпосереднього на поверхні огородження, або завдяки віддаленню від нього на деяку відстань.

На ефективність звукопоглинаючих облицьовок впливає також висота розтошування їх над джерелами шуму, а також конфігурація приміщення. Облицьовкі більш корисні за відносно невеликої висоти приміщення (до 4-7 м). Це пояснюють тим, що в низьких приміщеннях з великою площею стеля і підлога вважаються основними відображаючими поверхнями, а використання облицьовок полягає в поглинанні відображеного звуку. В подібних приміщеннях закрити підлогу поглинаючим матеріалом дещо неможливо, тому облицьовується тільки стеля, а стіни майже не впливають на відображення звуку і тому їх не облицьовують. Встановлення звукопоглинаючих облицьовок зменшує шум за сумарним рівнем на 6-7 дБ в зоні відображеного звуку і на 2-4 дБ поряд з джерелом шуму.

4.2.3. Розробка систем сигналізації і захисного заземлення та вимикання

При проектуванні ділянки механічної обробки валу потрібно розробити ряд заходів із забезпечення безпеки робітників і обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом. Тому на ділянці присутні наступні заходи.

Потрібно встановити на електричне обладнання механізм захисного вимикання - це швидкий захист, що забезпечує автоматичне відключення від мережі при виникненні небезпеки ураження струмом.

Небезпека може виникнути внаслідок замикання фази на корпус електрообладнання, появи напруги, що більша від допустимої; при зменшенні опору ізоляції фаз відносно землі.

Є різні види захисних вимикачів. Деякі УЗВ реагують на напругу корпусу відносно землі і мають зупинити небезпеку пошкодження струмом за появи на заземленому чи зануленому корпусі високої напруги. Дані установки є додатковим захистом до заземлення або занулення. Схема описаного пристрою приведена на рис. 4.1.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

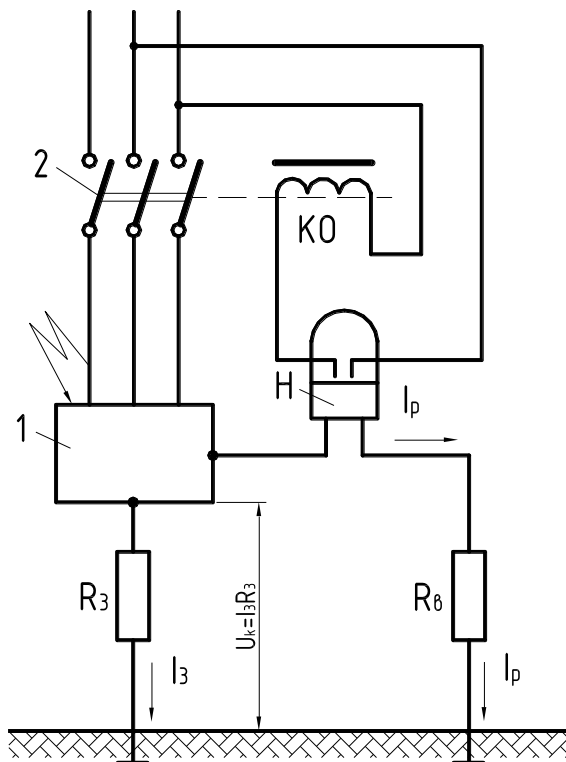


Рисунок 4.1 Схема пристрою захисного відключення, який реагує на напругу корпусу щодо землі: 1 - корпус; 2 - автоматичний вимикач; КО - котушка відключення; Н - реле напруги; $R_з$ - опір захисного заземлення; $R_в$ - опір допоміжного заземлення

Як датчик виступає реле максимальної напруги, що приєднане між корпусом і допоміжним заземлювачем $R_в$, прямо або через трансформатор напруги. Електроди допоміжного заземлення розміщують в зоні нульового потенціалу, тобто далі 15 - 20 м від заземлювача корпусу $R_з$.

УЗВ, який оперативно реагує на постійний струм, призначений для автоматичного контролю ізоляції мережі, а також для можливості захисту людини при контакті з струмоведучою частиною від враження ел.струмом. Схема даного пристрою наведена на рис. 4.2.

Датчиком служить реле струму Т з невеликим струмом спрацювання. Трифазний дросель - трансформатор ДТ, служить для отримання нульової точки сітки. Однофазний дросель Д недопускає втрату змінного струму, тому що він створює великий індуктивний опір.

						043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

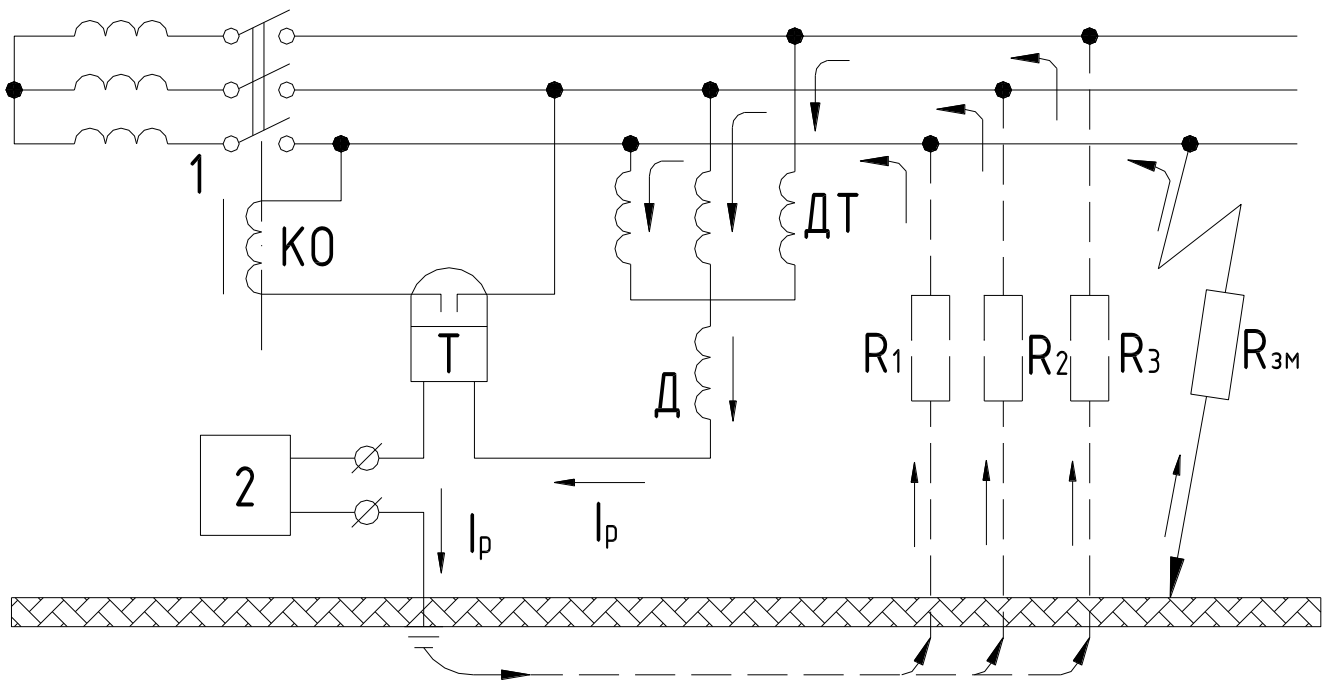


Рисунок 4.2 Схема пристрою для захисного відключення,

що реагує на постійний струм: 1 - автоматичний вимикач; 2 - джерело постійного струму; КО - котушка відключення вимикача; ДТ – дросель трифазний; Д - дросель однофазний; Т - релеска струму; R_1, R_2, R_3 - опір ізоляції фаз стосовно землі; $R_{зм}$ - опір замикання фази на ґрунт

За нормального режиму роботи електричного кола сумарний опір ізоляції провідників R_E значний і тому сила струму I_p невелика. У випадку зниження опору ізоляції одної з фаз шляхом її замикання на землю або корпус чи в результаті дотику до фази людини R_E знижується, а струм I_p виростає, і якщо він збільшить струм спрацювання реле, виникне замикання кола і мережа відключиться від джерела струму.

В приміщеннях з великою небезпекою або в особливо небезпечних заземлюють все обладнання з напругою більшою 42 В, а в приміщеннях без великої небезпеки – напругою більше 500 В.

У техніці безпеки сигналізацію використовують для оповіщення обслуговуючого персоналу про початок роботи або несправність відповідних вузлів тощо.

Сигналізація буває звуковою, світловою або комбінованою. Використання того чи іншого типу сигналізації визначається ступенем небезпеки обладнання і допустимою нормою реакції обслуговуючого персоналу.

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	043Б-23.00.00.00.000 ПЗ				

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В запропонованій кваліфікаційній роботі виконано наступне:

- Проведено теоретичне обґрунтування запропонованих методів та форм обробки.
- Спроектовано оптимальний варіант технологічного процесу механічної обробки деталі.
- Розроблені конструкції спеціальної верстатної оснастки, що дадуть можливість застосувати технічні та технологічні можливості прийнятого технологічного процесу.
- Розроблені і описані засоби безпеки виробничого процесу та розглянуті питання охорони праці та техніки безпеки.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.Д.Рудь, Т.Є.Божко, Т.Н.Гальчук. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 – Прикладна механіка (освітній рівень – бакалавр) / Навчальний посібник/ Під загальною редакцією професора В.Д.Рудя – Луцьк: Інформаційно-видавничий відділ Луцького НТУ. – 2017. – 500 с.
2. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
3. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління; 2-е видання– Луцьк: Вежа-Друк, 2014. — 428 с.
4. Joaquim Augusto Guerra Namuyela, Kuznetsov Yu.N., Namuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
5. Технологічна оснастка: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
6. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: Навчально-методичний посібник для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І.М. Пижов. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – 91 с.
7. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
8. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.
9. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

10.ГОСТ 3.1107 – 81. Опоры, зажимы и установочные устройства.

11.Технологічна оснастка. Курс лекцій. Дичковський М.Г. Навчальний посібник -
К.: Кондор, 2008. - 328с.

12.Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. –
Львів: Магнолія 2007. – 500 с.

13.Черпаков Б. І. Технологічна оснастка: Підручник для установ серед. проф. освіти.
– М.: Видавничий центр “Академія”, 2003. – 288 с.

					043Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64