

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 1032/1**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

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

(підпис)

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

(підпис)

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

(підпис)

Луцьк – 2024 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

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Самойлову Олександрю Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 1032/1*

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 р., № 461/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі корпус 1032/1, річна програма випуску 1500 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

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

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Загальна частина	14.03.24	
2.	Конструкторська частина	10.04.24	
3.	Технологічна частина	15.04.24	
4.	Охорона праці	20.04.24	
5.	Оформлення графічної частини	10.05.24	
6.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	25.05.24	
7.	Представлення роботи до захисту	30.05.24	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Самойлов О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Редько Р.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Самойлов О.В. Розробка технологічного процесу механічної обробки корпусу 1032/1. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

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

В пояснювальній записці приводяться всі необхідні розрахунки, вона містить всі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. У загальній частині проекту зроблено аналіз технічних умов, виходячи із службового призначення виробу, заводського технологічного процесу, сучасних досягнень в галузі виготовлення подібних виробів, на основі чого формується задача, яка вирішується в подальших розділах роботи. У технологічній частині роботи проводиться вибір оптимального виду заготовки, визначається оптимальна структура технологічного процесу, який детально розроблюється. Розроблені пристрої для фрезерування площини 145×440 мм в розмір 60 мм, контрольний пристрій для контролю перпендикулярності цієї ж площини відносно базової, свердління групи отворів. Розроблені заходи з охорони праці. Всі прийняті проектні рішення та їх доцільність підтверджено техніко-економічними розрахунками.

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

ABSTRACT

Samoilov O.V. Development of the technological process of mechanical processing of the case 1032/1. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

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 explanatory note contains all the necessary calculations, it contains all the necessary sections and fully meets the established requirements. In the general part of the project, an analysis of technical conditions is made, based on the service product purpose, factory technological process, modern achievements in the field of manufacturing similar products, on the basis of which the problem is formed, which is solved in the subsequent sections of the work. In the technological part of the work, the optimal type of workpiece is selected, the optimal structure of the technological process is determined, which is developed in detail. Developed devices for milling a plane of 145x440 mm in a size of 60 mm, a control device for controlling the perpendicularity of the same plane relative to the base, drilling a group of holes. Labor protection measures have been developed. All adopted project decisions and their expediency were confirmed by technical and economic calculations.

Key words: metal cutting machine, technological process, hydraulic scheme, hydraulic cylinder, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

ЗМІСТ

		Ст.
	ВСТУП.....	8
1	ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	10
1.1	Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ.....	10
1.2	Аналіз базового технологічного процесу. Висновки і формулювання завдань на кваліфікаційну роботу.....	11
2	Технологічна частина.....	15
2.1	Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва.....	15
2.2	Відпрацювання деталі на технологічність.....	18
2.3	Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування	22
2.4	Вибір методу обробки поверхонь (за коефіцієнтом уточнення)	23
2.5	Структурний аналіз і синтез 2-х варіантів технологічного процесу, визначення оптимального варіанту.....	26
2.6	Вибір та розрахункове обґрунтування баз.....	30
2.7	Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу.....	34
2.7.1	Визначення допусків, припусків і операційних розмірів. Проектування заготовки.....	34
2.7.2	Розмірний аналіз технологічного процесу.....	41
2.7.3	Визначення режимів різання, вибір технологічного обладнання	47
2.7.4	Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.....	53
2.7.5	Нормування технологічного процесу.....	54
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	59
3.1	Проектування пристрою для фрезерування	59
3.2	Проектування пристрою для обробки групи отворів	69

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.3	Проектування пристрою для контролю перпендикулярності площин.....	71
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	72
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	79
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80
	ДОДАТКИ.....	82

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Ефективність виготовлення продукції, технологічні процеси, якість продукції, що випускається, багато залежать від впровадження нових виробництв, нового обладнання, машин та верстатів, від впровадження нових методів, методик техніко-економічного аналізу, застосування програмного керування роботи обладнання, що забезпечують вирішення як технічних задач, так і задач економічної ефективності технологічних і конструкторських розробок.

На сьогодні в технології машинобудування існують дві основні проблеми: проблема забезпечення неперервної високої якості машинобудівної продукції і проблема забезпечення сталої продуктивності праці. Кожна з цих проблем включає більш вузькі та конкретні проблеми, наприклад, проблема надійності і довговічності, геометричної та функціональної взаємозамінності, технологічності, розробку нових матеріалів та методів обробки, автоматизацію та комп'ютеризацію технологічних процесів і функцій керування на усіх ланках виробництва, а також проблему максимального збільшення ефективності науково-дослідних робіт.

Вивчивши базовий технологічний процес мехобробки корпусу 1032/1, робимо наступні висновки:

1. Метод отримання заготовки (у нас це литво у земляні форми) є сприйнятним з огляду на наявне серійне виробництво.
2. Бази - чорнові, чистові і проміжні, вибрані вірно. Правило єдності і спадковості їх зберігається.
3. Послідовність операцій вибрано правильно.
4. Ступінь концентрації операцій є середньою.
5. Припуски на механічну обробку в базовому ТП прийняті дещо завищеними.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Режими різання в базовому техпроцесі є непрогресивними, тому їх можна прийняти більш жорсткими, використавши інший інструмент, оснащений твердим сплавом чи мінералокерамікою.

7. Потужність встановленого обладнання та верстатів на деяких операціях значно перевищує максимальну потужність різання.

8. Якість оброблення деталі є задовільною, технічні вимоги виконуються.

Таким чином можна зробити висновок про актуальність роботи і можливість вдосконалення існуючого технологічного процесу. Тому ставимо такі задачі:

- 1) змінити структуру технологічного процесу, зробивши її оптимальною;
- 2) розрахувати і виконати вибір більш оптимального з позиції мінімальної собівартості та максимальної продуктивності технологічного обладнання та оснастки;
- 3) виконати вибір заготовки з мінімальною собівартістю її отримання;
- 4) розробити технологічне оснащення для збільшення продуктивності і зменшення собівартості обробки.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

Об'єктом виробництва є пристрій для шліфування 1032 СБ.

Базовою деталлю цього пристрою є корпус 1032/1, на основі якого монтується даний вузол. До корпусу в процесі складання пристрою прикріплюються за допомогою різевих з'єднань такі деталі, як опорні пластини, прихвати.

Корпус виготовляється із сірого чавуну СЧ 21-40 ГОСТ 1412-90 методом литтям, відповідно конфігурація зовнішнього контуру та внутрішніх поверхонь не визивають значних складностей при виготовленні заготовки. Для забезпечення достатньої жорсткості в деталі передбачені ребра, які формуються безпосередньо в процесі лиття заготовки.

Даний пристрій служить для шліфування площин деталей типу паралелепіпеда незначних розмірів на плоскошліфувальному верстаті моделі ЗБ722. Шліфування можна проводити одночасно двох деталей. Пристрій встановлюється на магнітну плиту верстата плитою 14.

Плита 14 кріпиться до корпусу 1 шістьма гвинтами 28, а для попередження зміщення плити відносно корпусу використовуються 2 штифти 33. Опори 4 і 9 приєднуються до корпусу 1 гвинтами 26, а опори 7 і 8 - відповідно гвинтами 29 і 27.

Деталі, що шліфуються, затискаються різевими відвідними прихватами 2, 5 і 13, в конструкцію яких входять: шпильки 3, 6 і 10, втулки 11, які запресовуються в корпус 1 і фіксуються гвинтами 25, рукоятки 20, шайби 21 і 22 та гайки 30. Прихвати 2 і 13 спираються на опори 12. Деталь "2 позиція" додатково затискається п'ятою 19, яка встановлюється на гвинт 18 і фіксується штифтом 31. Штифт 32 служить для фіксації рукоятки 20 на гвинті 18, що дозволяє здійснювати затиск деталі "2".

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні вимоги на деталі “Корпус 1032/1” повністю відповідають її службовому призначенню.

Робоча поверхня корпусу забезпечує основне призначення і деталі, і вузла в цілому. Тому техпроцес виготовлення передбачає підвищені вимоги до якості деталі:

- 1) площа 145×440 обробляється до шорсткості 0,8 мкм;
- 2) неперпендикулярність площини 145×440 корпусу відносно базової 60×290 не більше 0,006 мм.

1.2. Аналіз базового техпроцесу. Висновки та формулювання задач на кваліфікаційну роботу

На базовому підприємстві для виготовлення вказаної деталі використовується технологічний процес, розрахований для умов дрібносерійного виробництва. На виконання основних операцій застосовується універсальне устаткування та оснастка.

Базовий техпроцес механічного оброблення корпусу 1032/1 передбачає виконання таких операцій:

005 Вертикально-фрезерна

1. Фрезерувати пов. 2 начорно
2. Фрезерувати пов. 25 начорно

010 Вертикально-фрезерна

3. Фрезерувати 2 пов. 3 послідовно
4. Фрезерувати пов.2 начисто

015 Вертикально-фрезерна

1. Фрезерувати поверхню 1 начорно
2. Фрезерувати поверхню 26 начорно

020 Вертикально-фрезерна

1. Фрезерувати пов. 1 начисто

025 Радіально-свердлильна

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Центрувати 2 отв. 5 послідовно
2. Свердлити 2 отв. 5 послідовно
3. Зенкерувати 2 отв. 5 послідовно
4. Розвернути послідовно 2 отв. 5 начорно
5. Розвернути послідовно 2 отв. 5 начисто

030 Радіально-свердлильна

1. Центрувати отв. 6
2. Свердлити отв. 6
3. Зенкерувати отв. 6
4. Розвернути отв. 6 начорно
5. Розвернути отв. 6 начисто
6. Цекувати отв. 7
7. Центрувати 2 отв. 8 послідовно
8. Свердлити 2 отв. 8 послідовно
9. Зенкерувати 2 отв. 8 послідовно
10. Розвернути послідовно 2 отв. 8 начорно
11. Розвернути послідовно 2 отв. 8 начисто
12. Центрувати 2 отв. 9 послідовно
13. Свердлити 2 отв. 9 послідовно
14. Цекувати отв. 10

035 Радіально-свердлильна

1. Зенкерувати 2 фаски 11 послідовно
2. Нарізати 2 різи 12 послідовно
3. Центрувати 3 отв. 13 послідовно
4. Свердлити 3 отв. 13 послідовно
5. Зенкувати 3 фаски 14 послідовно
6. Нарізати 3 різи 15 послідовно
7. Центрувати 10 отв. 16 послідовно
8. Свердлити 10 отв. 16 послідовно
9. Зенкувати 10 фасок 17 послідовно

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Нарізати 10 різей 18 послідовно

040 Радіально-свердлильна

1. Свердлити 2 отв. 4 послідовно
2. Зенкерувати 2 отв. 4 послідовно
3. Розвернути послідовно 2 отв. 4 начорно
4. Розвернути послідовно 2 отв. 4 начисто
5. Свердлити 6 отв. 19 послідовно
6. Зенкувати 6 фасок 20 послідовно
7. Нарізати 6 різей 21 послідовно

045 Горизонтально-розточувальна

1. Свердлити 2 отв. 22 послідовно
2. Зенкувати 2 фаски 23 послідовно
3. Нарізати 2 різі 24 послідовно

050 Плоскошліфувальна

1. Шліфувати пов.2 попередньо
2. Шліфувати пов.2 начисто

055 Плоскошліфувальна

1. Шліфувати пов. 1 попередньо
2. Шліфувати пов. 1 начисто

Проаналізувавши техпроцес можна зробити такі висновки:

1. Метод одержання заготовки (лиття у земляні форми) є доцільним з огляду на існуюче серійне виробництво.
2. Бази - чорнові, чистові та проміжні вибрані правильно; правило єдності та спадковості баз зберігається.
3. Операцій вибрано послідовно.
4. Середня ступінь концентрації операцій.
5. Є дещо завищеними припуски на механічне оброблення.
6. Не є прогресивними режими різання, прийняті в даному ТП, тому їх можна прийняти більш жорсткими, використавши інструмент з твердим сплавом або мінералокерамікою.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Щодо потужності встановленого обладнання, то на окремих операціях значно вона перевищує максимальну потужність різання.

8. Якість оброблення деталі є задовільною, технічні вимоги виконуються.

Таким чином, проаналізувавши заводський варіант технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу 1032/1, робимо висновок про можливість вдосконалення діючого, базового технологічного процесу. Ця модернізація полягає в наступному:

- 1) потрібно змінити структуру технологічних процесів;
- 2) необхідно вибрати оптимальне з позиції мінімальної собівартості і максимальної продуктивності технологічне устаткування;
- 3) потрібно здійснити вибір заготовки з мінімальною собівартістю її отримання;
- 4) і загалом виконати розробку технологічного оснащення для збільшення продуктивності обробки та зменшення її собівартості.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва
Встановлення типу виробництва здійснюють за коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum C_{пр}}, \quad (2.1)$$

де: $\sum O$ – загальна кількість усіх технологічних операцій, що виконуються на дільниці;

$\sum C_{пр}$ – кількість робочих місць (верстатів) на дільниці.

$$O = \frac{\eta_{з.норм}}{\eta_{з.факт}}, \quad (2.2)$$

де: $\eta_{з.норм}$ – нормативний коефіцієнт із завантаження обладнання (приймають 0,8 для попередньо прийнятого серійного виробництва);

$\eta_{з.факт}$ – фактичний коефіцієнт із завантаження обладнання.

$$\eta_{з.факт} = \frac{m_p}{C_{пр}}, \quad (2.3)$$

де: m_p – визначена кількість необхідного обладнання;

$C_{пр}$ – прийнята кількість обладнання.

$$m_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot \Phi_{\delta} \cdot \eta_n}, \quad (2.4)$$

де: $T_{шт}$ - штучний час на операції;

N - річна програма випуску;

Φ_{δ} - реальний річний фонд часу роботи обладнання при заданій кількості змін (приймаємо $\Phi_{\delta} = 4015$ год. для двозмінного режиму роботи).

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. - встановлення типу виробництва

Назва операції	$T_{ум}$, хв.	m_p	$C_{пр}$	$\eta_{з.факт}$	O
Вертикально-фрезерна	23,26	0,16	1	0,16	5,00
Вертикально-фрезерна	8,37	0,1	1	0,1	8,00
Вертикально-фрезерна	21,02	0,15	1	0,15	5,33
Вертикально-фрезерна	5,87	0,04	1	0,04	20,0
Радіально-свердлильна	9,12	0,06	1	0,06	13,3
Радіально-свердлильна	16,36	0,12	1	0,12	6,66
Радіально-свердлильна	12,78	0,1	1	0,1	8,0
Радіально-свердлильна	9,88	0,07	1	0,07	11,4
Горизонтально-розточувальна	7,30	0,05	1	0,05	16,0
Плоскошліфувальна	9,34	0,07	1	0,07	11,4
Плоскошліфувальна	9,81	0,07	1	0,07	11,4
Всього	140,78		11		116,49

$$\text{Згідно з (2.1.) } K_{з.о} = \frac{116,49}{11} = 10,6$$

За умови $10 < K_{з.о} \leq 20$, маємо середньосерійний тип виробництва.

Визначимо організаційну форму виробництва деталей.

Організаційна форма виробництва продукції визначається за коефіцієнтом

$$\text{потоковості } R: \quad R = \frac{T_{ум.сер}}{\tau_г}, \quad (2.5)$$

де $T_{ум.сер}$ – штучний середній час на виконання операції, хв.;

$\tau_г$ – такт випуску продукції, хв.

$$\tau_г = \frac{\Phi_d \cdot 60}{N} \quad (2.6)$$

$$\tau_г = \frac{4015 \cdot 60}{1500} = 161 \text{ хв.}$$

$$T_{ум.сер} = \frac{140,78}{11} = 12,3 \text{ хв.}$$

$$R = \frac{12,3}{161} = 0,08.$$

За умови $R < 0,6$, отримуємо групову форму організації виробництва продукції.

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Спочатку розрахуємо розмір партії запуску P_o .

Добове завантаження:

$$P_o = \frac{N}{\Phi_{\text{д.дн}}}, \quad (2.7)$$

де: $\Phi_{\text{д.дн}}$ – реальний річний фонд часу роботи обладнання, у днях.

$$P_o = \frac{1500}{254} = 6 \text{ шт.};$$

$$P_o = P_o \cdot a; \quad (2.8)$$

$$P_o = 6 \cdot 3 = 18 \text{ шт.},$$

де $a = 3$ – періодичність завантаження партії продукції, у днях.

Визначаємо кількість змін Z_o , необхідних для оброблення партії деталей

P_o :

$$Z_o = \frac{T_{\text{шт.сер}} \cdot P_o}{F_{\text{доб}} \cdot \eta_{\text{з.норм}}}, \quad (2.9)$$

де $F_{\text{доб}}$ – добова норма часу роботи устаткування в одну зміну, хв.

$$Z_o = \frac{12,3 \cdot 18}{476 \cdot 0,8} = 0,58.$$

Приймаємо $Z_\phi = 1$.

Розраховуємо фактичну кількість деталей у партії:

$$P_\phi = \frac{F_{\text{доб}} \cdot \eta_{\text{з.норм}}}{T_{\text{шт.сер}}} Z_\phi \quad (2.10)$$

$$P_\phi = \frac{476 \cdot 0,8}{12,3} \cdot 1 = 30,96.$$

Приймаємо $P_\phi = 31$ деталь.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Відпрацювання технологічності деталі

Відпрацювання технологічності деталі передбачає внесення змін до конструкторсько-технологічної документації для можливості використання найбільш ефективних засобів при обробці та побудові оптимальних технологічних процесів. При здійсненні конструювання виробу потрібно забезпечити не тільки його експлуатаційні характеристики, а й вимоги щодо найбільш економічного виготовлення. Чим меншою є працемісткість і собівартість виробництва виробів, тим більш технологічними вони вважаються.

З точки зору механічного оброблення деталей має наступні недоліки у відношенні технологічності:

- в даній конструкції деталі нетехнологічні цековки $\varnothing 26$, так як тут не передбачений вільний доступ інструмента, тому необхідно застосовувати інструменти з подовжувачами;

- група отворів $\varnothing 22H7$, $\varnothing 16H7$, M8, M12 і цековок $\varnothing 26$, згадуваних вище, не може бути оброблена з однієї сторони. Тому оброблення цих внутрішніх поверхонь слід вести з двох сторін із переустановленням деталі на різних операціях.

При обробці площини 145×440 слід забезпечити перпендикулярність цієї площини відносно базової 60×290 з точністю до $0,006$ мм.

Всі інші оброблювальні поверхні з точки зору забезпечення необхідної точності і шорсткості не представляють технологічних складностей, тобто деталь є досить технологічна, дозволяє застосувати високопродуктивні режими оброблення, має сприятливі базові поверхні при початкових операціях і досить проста за конструкцією.

Розташування кріпильних отворів (як різевих, так і гладких) дозволяє здійснювати багатоінструментальну обробку.

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність включає оцінку технологічності конструкції за якісним і кількісним рівнями.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якісні рівні технологічності.

1. Деталь є простою і правильною за геометричною формою, що полегшує її базування при механічній обробці, а також спрощується процес отримання заготовки.

2. Фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу виробу, його форма та розміри цілком відповідають вимогам її технології виготовлення.

3. Параметри базових поверхонь (це точність та шорсткість) деталі забезпечують можливість здійснення типового техпроцесу її виготовлення.

4. Обробка поверхонь забезпечується за прохід, що допускає застосування високопродуктивного обладнання.

5. Деталь містить стандартні базові поверхні для чорнового оброблення, а також подальші бази.

6. Конструкція деталі є такою, що дозволяє застосовувати граничні калібри для можливості контролю її поверхонь; не потребує застосування унікальних вимірювальних пристроїв чи інструментів.

Кількісні рівні технологічності.

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

1) Коефіцієнт точності виготовлення:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{сер}}, \quad (2.11)$$

де $T_{сер}$ – середній квалітет точності:

$$T_{сер} = \frac{\sum T_i \cdot n}{\sum n}, \quad (2.12)$$

де T_i – квалітет точності і-тої поверхні;

n – кількість поверхонь цього квалітету.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2. - Дані для розрахунку кількісних показників технологічності

Поверхня	Кількість	Квалітет	Шорсткість	Уніфікованість
1	1	6	0,8	-
2	1	6	1,6	-
3	2	11	12,5	-
4	2	7	1,6	+
5	2	7	1,6	+
6	1	7	1,6	+
7	1	9; 12	3,2; 12,5	+
8	2	7	1,6	+
9	2	14	12,5	+
10	1	9; 12	3,2; 12,5	+
11	2	14	12,5	+
12	2	-	-	+
13	3	14	12,5	+
14	3	14	12,5	+
15	3	-	-	+
16	10	14	12,5	+
17	10	14	12,5	+
18	10	-	-	+
19	6	14	12,5	+
20	6	14	12,5	+
21	6	-	-	+
22	2	14	12,5	+
23	2	14	12,5	+
24	2	-	-	+
Загалом:	82			

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,606} = 0,92.$$

$$K_{T.норм} = 0,88$$

$K_T > K_{T.норм}$ - деталь є технологічною за точністю.

2) Коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{сер}} \quad (2.13)$$

де: $Ш_{сер}$ – середня шорсткість деталі:

$$Ш_{сер} = \frac{\sum Ш_i \cdot n}{\sum n}, \quad (2.14)$$

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де: $Ш_i$ – шорсткість i -ї поверхні деталі;

n – кількість поверхонь з цією шорсткістю.

$$Ш_{сер} = \frac{0,8 \cdot 1 + 1,6 \cdot 8 + 3,2 \cdot 2 + 12,5 \cdot 50}{61} = 10,57 \text{ мкм,}$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{10,57} = 0,905.$$

$$K_{ш.норм} = 0,86$$

$K_{ш} > K_{ш.норм}$ - деталь є технологічною за шорсткістю.

3) Коефіцієнт уніфікації визначається:

$$K_y = \frac{n_{уніф}}{n_{заг}}, \quad (2.15)$$

де: $n_{уніф}$ – к-ть уніфікованих поверхонь;

$n_{заг}$ – загальна к-ть поверхонь.

$$K_y = \frac{78}{82} = 0,95.$$

$$K_{y.норм} = 0,86$$

$K_y > K_{y.норм}$ - деталь є технологічною за ступенем уніфікації.

4) Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}, \quad (2.16)$$

де: $m_{дет}$ – це маса деталі;

$m_{заг}$ – маса заготовки.

$$K_{в.м} = \frac{13,4}{17,1} = 0,78.$$

$$K_{в.м.норм} = 0,75$$

$K_{в.м} > K_{в.м.норм}$ - деталь нетехнологічна за ступенем використання матеріалу.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Вибір способу отримання заготовки та економічне обґрунтування

Заготовку нашої деталі можна отримувати такими способами:

- 1) литтям у піщано-глинисті форми;
- 2) литтям у земляні форми.

Загальні вихідні дані:

- матеріал деталі - СЧ 21-40 ГОСТ 1412-90;
- маса деталі - 13,4 кг;
- тип виробництва є середньосерійним.

Таблиця 2.3. - Вибір методу отримання заготовки

Назва показника	1 вар.	2 вар.
1. Тип заготовки	лиття у піщано-глинисту форму	лиття у земляну форму
2. Клас точності	8	8
3. Група серійності	3	3
4. Група складності	3	3
5. Вартість 1т матеріалу заготовки S , грн./т	1360	1360
6. Вартість 1т матеріалу стружки $S_{\text{відх}}$, грн./т	124,8	124,8
7. Маса заготовки Q , кг	17,1	17,9

Вартість штучної заготовки визначимо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (2.17)$$

де: q - маса деталі;

k_m, k_c, k_e, k_n - коефіцієнти класу точності та групи складності маси, матеріалу, об'єму виробництва.

$$S_{\text{заг}} = \frac{1360}{1000} \cdot 17,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,12 \cdot 0,76 - (17,1 - 13,4) \cdot \frac{124,8}{1000} = 16,17 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг}} = \frac{1360}{1000} \cdot 17,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,12 \cdot 0,76 - (17,9 - 13,4) \cdot \frac{124,8}{1000} = 16,84 \text{ грн.}$$

Порівнявши ці два варіанти отримання заготовки, робимо висновок, що собівартість отримання литої заготовки у піщано-глинисті форми є меншою від собівартості литої заготовки у земляні форми.

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Отже, використання литих заготовок у піщано-глинисті форми заготовок забезпечує річний економічний ефект у розмірі:

$$E_e = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N = (16,84 - 16,17) \cdot 1500 = 1005 \text{ грн.}$$

2.4. Вибір методу обробки поверхонь (по коефіцієнту уточнення)

В основу цієї методики покладено гіпотезу послідовного уточнення розміру поверхонь заготовки за економічно доцільними методами щодо точності розміру поверхні деталі. Заготовці надають уточнення $\varepsilon_{y.заг}$:

$$\varepsilon_{y.заг} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}} \quad (2.18)$$

де: $T_{заг}$, $T_{дет}$ – допуски відповідно на розміри заготовки і деталі.

Поверхню потрібно обробляти послідовно чорновими, чистовими та викінчувальними методами; оброблення поверхні проходить в декілька етапів, на кожному з них поверхня уточнюється на величину:

$$\varepsilon_{yi} = \frac{T_{i-1}}{T_i}, \quad (2.19)$$

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

Розрахункове уточнення можна забезпечити різними методами обробки, кожний з яких буде мати свою величину. Заготовка, що підлягає всім методам обробки, має загальне уточнення, що дорівнює добутку ε_{yi} - уточнень на кожному переході.

$$\varepsilon_y = \prod_{i=1} \varepsilon_{yi}, \quad (2.20)$$

Ознакою того, що число методів обробки поверхні виробу вибрано вірно, є нерівність:

$$\varepsilon_y \leq \varepsilon_{y.заг}.$$

За коефіцієнтом уточнення визначається кількість методів оброблення:

$$n = \frac{\lg \varepsilon_{y.заг}}{0,46} \quad (2.21)$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порядок вибору методів обробки продемонструємо на прикладі обробки поверхні 5 (розмір $\varnothing 22 \text{ H7}$, $Ra=1,6$ мкм, допуск на розмір заготовки (для литої заготовки класу точності 9Т) $T_{заг} = 1,2 \text{ мм} = 1200 \text{ мкм}$ (ІТ 16), допуск деталі $T_{дет} = 0,021 \text{ мм}$.

Розрахункове уточнення:

$$\varepsilon_{y.заг} = \frac{1,2}{0,021} = 57,14.$$

Необхідна кількість методів оброблення даної поверхні:

$$n = \frac{\lg 57,14}{0,46} = 3,82.$$

Приймаємо 4 методи оброблення.

Можливі способи оброблення: свердління; зенкерування чорнове, чистове; розвертання чорнове, чистове; протягування чорнове, чистове; шліфування попереднє, тонке. Приймаємо кінцевий метод - розвертання чистове.

Визначаємо уточнення по кожному методу оброблення і перевіряємо правильність призначених методів:

$$\prod_{i=1}^4 \varepsilon_{yi} = 3,64 \cdot 2,54 \cdot 2,5 \cdot 2,48 = 57,32 > \varepsilon_y = 57,14.$$

Умова $\varepsilon_y \leq \varepsilon_{y.заг}$ виконується. Дані виконані розрахунки заносимо у таблицю 2.4. На поверхні, що не вказані в таблиці 2.4, призначаємо однократну обробку.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
018Б-24.00.00.00.000ПЗ				
25	Арк.			

Таблиця 2.4. - Встановлення методів оброблення

Поверхня	Розмір, мм	Квалітет	Допуск, мкм	Ra, мкм	Допуск заготовки, мкм	ϵ_{yi}	n_i	n_{np}	Методи оброблення	Точність обр. поверхні, мкм	Ra обр. поверхні, мкм	Уточнення	Загальне уточнення
1	145×440 (60)	6	19	0,8	1400	73,68	4,06	4	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове Шліфування попереднє Шліфування чистове	300 120 46 19	20 5 1,25 0,8	4,67 2,5 2,61 2,42	73,74
2	60×290 (145)	6	25	1,6	1100	44	3,8	4	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове Шліфування попереднє Шліфування чистове	400 60 63 25	20 5 3,2 1,6	2,75 2,5 2,54 2,52	44,01
4; 8	010	7	15	1,6	1100	73,33	1,05	4	Свердління Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	220 90 36 15	25 12,5 3,2 1,6	5 2,54 2,42 2,4	73,76
5	022	7	21	1,6	1200	57,14	3,82	4	Свердління Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	330 130 52 21	25 12,5 3,2 1,6	3,64 2,54 2,5 2,48	57,32
6	016	7	18	1,6	1200	66,67	3,96	4	Свердління Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	270 110 43 18	25 12,5 3,2 1,6	4,444 2,455 2,56 2,39	66,75

2.5. Структурний аналіз та синтез двох варіантів технологічного процесу, визначення оптимального варіанту

Виходячи з типу виробництва (середньосерійний), креслення деталі та норм точності, потрібно розробити раціональну структуру технологічного процесу. Як критерій оптимізації при проектуванні раціонального техпроцесу приймаємо показник мінімальної технологічної собівартості обробки.

Для отримання більш точної деталі слід обробити її по контуру. Це дозволить зменшити похибку встановлення деталі при обробленні поверхонь 1 і 2, які обробляються чотирикратно. Для виконання фрезерних операцій при обробленні протилежних поверхонь деталей даного типу поздовжньо-фрезерні верстати є найбільш оптимальними, оскільки забезпечують максимальну продуктивність при обробленні довгомірних деталей.

Потужність обробки встановлюють за найбільш завантаженим переходом (чи позицією) табличним способом. Нормативну собівартість 1 години роботи обладнання відповідної моделі встановлюємо за довідниками [10], а технологічну визначаємо за рівнянням:

$$C_t = C_n \cdot T_{шт} \quad (1.1)$$

Усі розрахунки зводимо у табл. 2.5 та 2.6

Таблиця 2.5. - Технологічна собівартість базового варіанту ТП

№ п/п	Назва операції та її зміст	Тшт-к, хв	Обладнання			Продуктивність, шт/год	Нормативна собівартість, коп./год	Технологічна собівартість, коп./год
			модель	потужність, кВт	кількість, шт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Вертикально-фрезерна	23,26	6P11	5,5	1	2,6	102,3	2379,5
010	Вертикально-фрезерна	8,37	6P11	5,5	1	7,2	99	828,6
015	Вертикально-фрезерна	21,02	6P11	5,5	1	2,9	154,0	3237,1

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Вертикально-фрезерна	5,87	6P11	5,5	1	10,2	99	581,1
025	Радіально-свердлильна	9,12	2614	5,2	1	6,6	142,0	1295,0
030	Радіально-свердлильна	16,36	2614	5,2	1	3,7	142,0	2323,1
035	Радіально-свердлильна	12,78	2614	5,2	1	4,7	142,0	1814,8
040	Радіально-свердлильна	9,88	2614	5,2	1	6,1	142,0	1403,0
045	Горизонтально-розточувальна	7,30	IP50 0MФ4	14,0	1	8,2	137,7	1005,2
050	Плоскошліфувальна	9,34	3K72 2	10	1	4,6	89,5	835,9
055	Плоскошліфувальна	9,81	3K72 2	10	1	4,4	89,5	878,0
	Всього	140,7 8		76,8	11			16581,3

Таблиця 2.6. - Технологічна собівартість за проектним варіантом

№ п/п	Назва операції, її зміст	Тшт-к, хв	Обладнання			Продуктивність, шт/год	Нормативна собівартість, коп./год	Технологічна собівартість, коп./год
			модель	потужність, кВт	кількість, шт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Поздовжньо-фрезерна	2,46	6308	13	1	24,2	97,2	241,1
010	Вертикально-фрезерна	4,4	6P11	5,5	1	14,6	99	405,9
015	Поздовжньо-фрезерна	2,52	6308	13	1	24,1	97,2	242,0
020	Вертикально-фрезерна	2,66	6P11	5,5	1	22,3	99	266,3

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ			Арк. 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
025	Вертикально-свердлильна з ЧПК	3,78	2P135 Ф2-1	3,5	1	15,8	73	277,4
030	Вертикально-свердлильна з ЧПК	7,5	2P135 Ф2-1	3,5	1	8,0	73	546,0
035	Вертикально-свердлильна з ЧПК	13,35	2P135 Ф2-1	3,5	1	4,5	73	973,8
040	Вертикально-свердлильна з ЧПК	9,06	2P13 5Ф2- 1	3,5	1	6,6	73	659,2
045	Радіально-свердлильна	4,25	2614	5,2	1	14,2	146,3	618,8
050	Плоскошліфувальна	9,34	3K72 2	10	1	6,4	89,5	835,9
055	Плоскошліфувальна	9,81	3K72 2	10	1	6,1	89,5	878,0
	Всього	68,79		76,2	11			5944,4

Визначаємо приведену річну економію: $E_M = (C_6 - C_{II}) \cdot N$.

де: C_6 , C_{II} - вартість мехобробки порівнюваних варіантів, грн.

$$E_M = (16581,3 - 5944,4) \cdot 1500 = 15955351 \text{ грн.}$$

Аналізуючи представлені результати розрахунку технологічна собівартість механічної обробки за проектним варіантом є значно меншою ніж по базовому. Це забезпечено за рахунок збільшення продуктивності обробки і скорочення трудомісткості порівняно із базовим варіантом технологічного процесу мехобробки корпусу. На основі проведеного розрахунку собівартості вибираємо проектний варіант технологічного процесу як оптимальний.

Його склад:

005 Поздовжньо-фрезерна

Фрезерувати пов.2 і 25 одночасно

010 Вертикально-фрезерна

1. Фрезерувати 2 пов. 3 послідовно

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ			Арк. 28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2. Фрезерувати пов.2 начисто

015 Поздовжньо-фрезерна

Фрезерувати пов. 1 і 26 одночасно

020 Вертикально-фрезерна

Фрезерувати пов. 1 начисто

025 Вертикально-свердлильна з ЧПК

1. Центрувати 2 отв. 5, 10 отв. 16, 3 отв. 13 послідовно

2. Свердлити 2 отв. 5 послідовно

3. Зенкерувати 2 отв. 5 послідовно

4. Розвернути послідовно 2 отв. 5 начорно

5. Розвернути послідовно 2 отв. 5 начисто

030 Вертикально-свердлильна з ЧПК

1. Центрувати отв.6, 2 отв. 8, 2 отв. 9 послідовно

2. Свердлити отв.6

3. Зенкерувати отв.6

4. Розвернути отв.6 начорно

5. Розвернути отв.6 начисто

6. Цекувати отв. 7

7. Свердлити 2 отв. 8 послідовно

8. Зенкерувати 2 отв. 8 послідовно

9. Розвернути послідовно 2 отв. 8 начорно

10.Розвернути послідовно 2 отв. 8 начисто

11.Свердлити 2 отв. 8 послідовно

12.Цекувати отв. 10

035 Вертикально-свердлильна з ЧПК

1. Зенкувати 2 фаски 11 послідовно

2. Нарізати 2 різи 12 послідовно

3. Свердлити 3 отв. 13 послідовно

4. Зенкувати 3 фаски 14 послідовно

5. Нарізати 3 різи 15 послідовно

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Свердлити 10 отв. 16 послідовно
7. Зенкувати 10 фасок 17 послідовно
8. Нарізати 10 різей 17 послідовно

040 Вертикально-свердлильна з ЧПК

1. Центрувати 2 отв. 4, 6 отв. 19 послідовно
2. Свердлити 2 отв. 4 послідовно
3. Зенкерувати 2 отв. 4 послідовно
4. Розвернути послідовно 2 отв. 4 начорно
5. Розвернути послідовно 2 отв. 4 начисто
6. Свердлити 6 отв. 19 послідовно
7. Зенкувати 6 фасок 20 послідовно
8. Нарізати 6 різей 21 послідовно

045 Радіально-свердлильна

1. Свердлити 2 отв. 22 послідовно
2. Зенкувати 2 фаски 23 послідовно
3. Нарізати 2 різі 23 послідовно

050 Плоскошліфувальна

1. Шліфувати пов.2 попередньо
2. Шліфувати пов.2 начисто

055 Плоскошліфувальна

1. Шліфувати пов. 1 попередньо
2. Шліфувати пов. 1 начисто

2.6. Вибір та розрахункове обґрунтування технологічних баз

За ГОСТ 21495-87 при виборі технологічних баз керуються правилом "шести точок" та принципом єдності баз, їх постійності та спадковості. Вибір технологічних баз включає три етапи:

- 1) аналіз призначення поверхонь деталі;
- 2) визначення чистових баз;
- 3) визначення чорнових баз.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті аналізу функціонального призначення різних поверхонь деталі виявляємо основні та допоміжні бази. Основними базами вважаються поверхні, що визначають положення деталі відносно інших елементів у вузлі. У даному випадку це площина (поверхня 1) і отвори 5.

Допоміжними базами вважають поверхні, за допомогою яких визначають положення всіх інших елементів, що приєднуються до цього, отримуючи визначене положення відносно основних баз. У даному випадку: це отвори 5, 6, 8, M12, M10, M8, M6 та площина (поверхня 2).

Решта поверхонь (оброблюваних і необроблюваних) відносяться до вільних.

Зважаючи на службове призначення деталі, на аналіз технічних вимог, з метою досягнення заданої точності деталі, за чистові технологічні бази вибираємо поверхні, від яких задано положення виконавчих поверхонь. Оскільки основні бази (пов.1 і 5) та пов. 4, 6, 8 обробляються багатократно, то в якості чистових баз необхідно вибирати саме їх, поперемінно чергуючи для забезпечення принципу спадковості баз. Щодо оброблення допоміжних баз, то тут можливі такі варіанти.

I Оброблення пов. 2 і 3.

Розглянемо, для прикладу, три схеми базування (рис. 2.1).

Розмір $B_2 = 1 \pm 0,125$ досягається, оскільки оброблення проводиться за допомогою попередньо налагодженого спорядження. Розмір $A_2 = 290 \pm 0,65$ також забезпечується, оскільки досягається набором фрез, попередньо встановлених на цей розмір. Щодо розміру $A_1 = 68 \pm 0,37$, то він витримується лише при використанні першого варіанту, оскільки в цьому випадку конструкторська і технологічна бази співпадають. У цьому випадку похибка базування рівна нулю ($\varepsilon_{\delta} = 0$).

При другій схемі похибка базування складе:

$$\varepsilon_{\delta} = \varepsilon_{\Delta} = \varepsilon_{A_1} + \varepsilon_{A_2} + \varepsilon_{A_3} = TA_1 + TA_2 + TA_3 = 0,74 + 1,26 + 1,55 = 3,55 \text{ мм.}$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

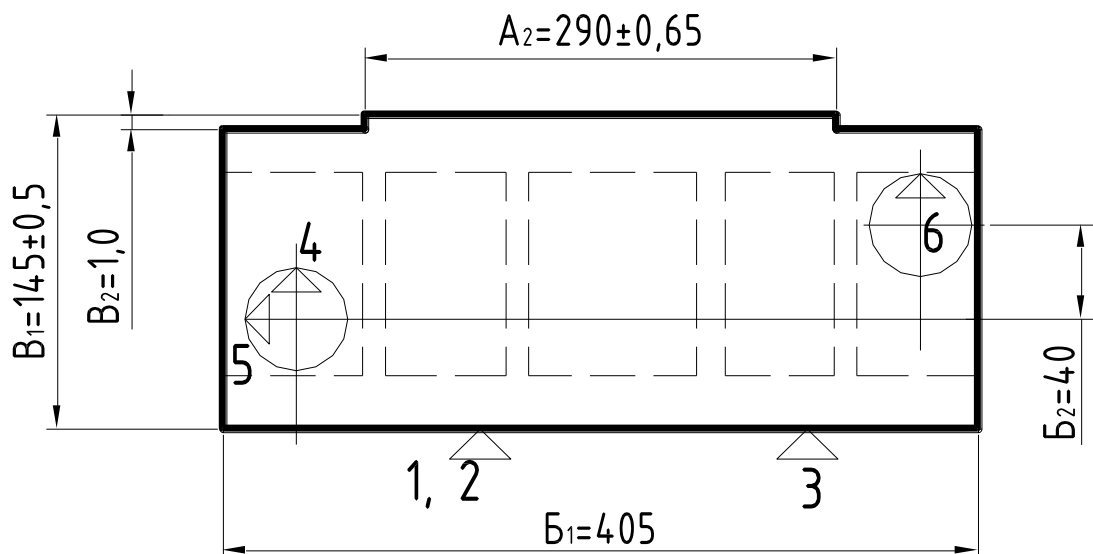
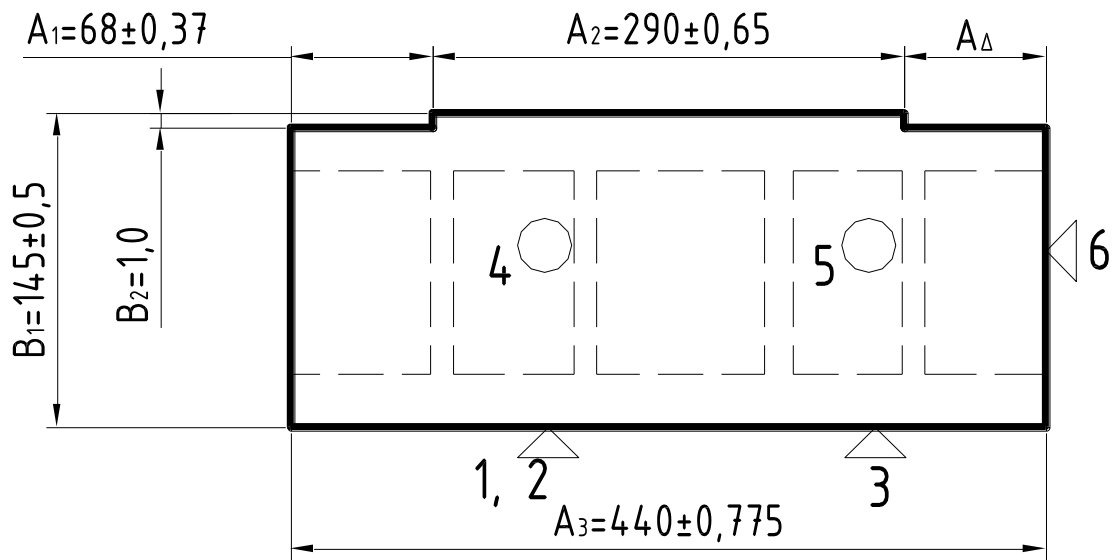
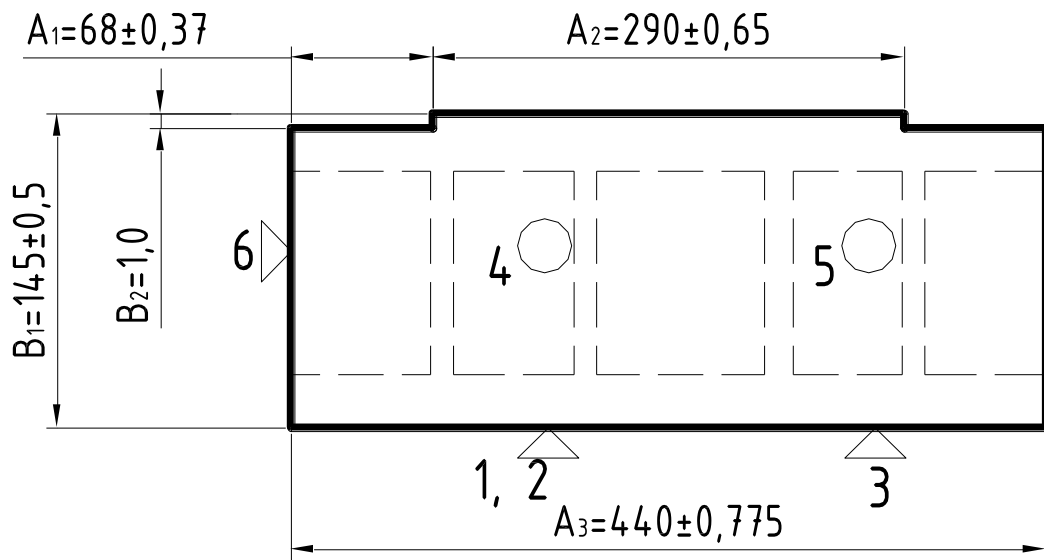


Рисунок 2.1 - Схема базування при обробленні поверхонь 2 і 3

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При третій схемі похибка базування виникає за рахунок перекосу заготовки при встановленні її на пальці пристрою. Причиною перекосу є наявність зазору між діаметром отвору і діаметром пальця:

$$\varepsilon_{\delta} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.22)$$

де l - довжина оброблювальної поверхні ($l = 290$ мм);

α - кут перекосу;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{\sqrt{B_1 + B_2}}; \quad (2.23)$$

де S_{\max} - максимальний зазор між діаметрами отвору і пальця;

B_1, B_2 - відстані між отворами (пальцями);

$$\delta_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min}; \quad (2.24)$$

де δ_A - допуск на діаметр отвору ($\delta_A = 0,021$ мм);

δ_B - допуск на діаметр пальця ($\delta_B = 0,021$ мм);

S_{\min} - мінімальний зазор між діаметрами отвору і пальця ($S_{\min} = 0,015$ мм).

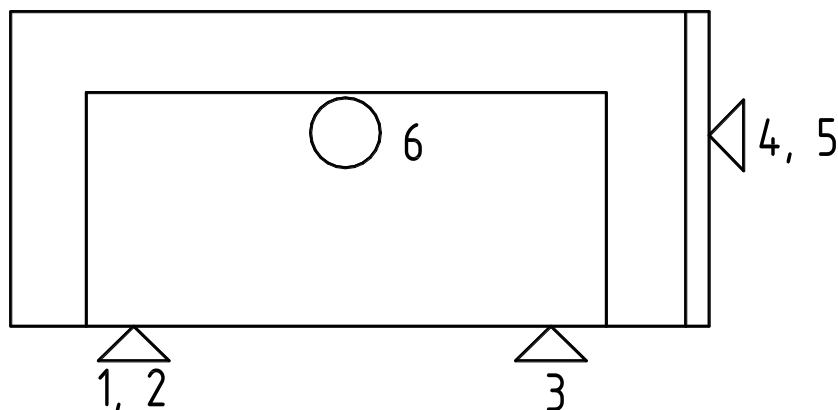
Таким чином:

$$\varepsilon_{\delta} = l \cdot \frac{S_{\max}}{\sqrt{B_1^2 + B_2^2}} \quad (2.25)$$

$$S_{\max} = 0,021 + 0,021 + 0,015 = 0,057 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta} = 290 \cdot \frac{0,057}{\sqrt{40^2 + 405^2}} = 0,041 \text{ мм}.$$

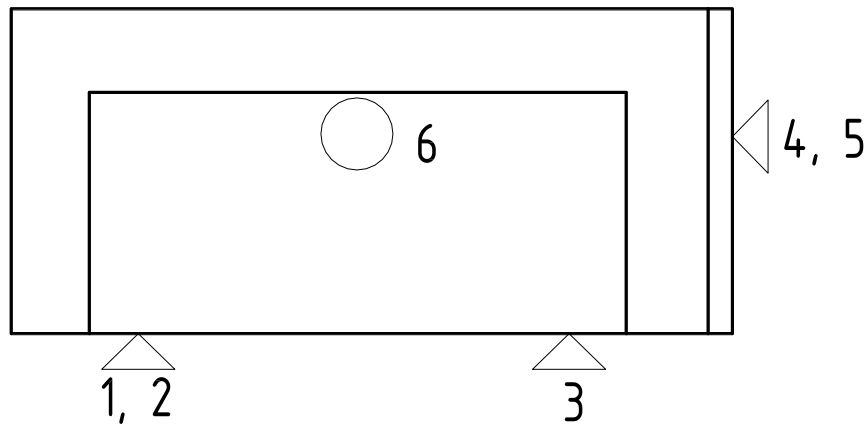
II Базування при обробленні пов. 1 і 2 отв. 5:



					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

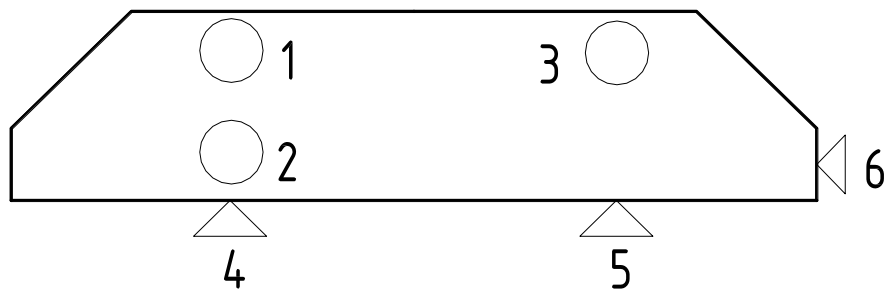
При такому базуванні похибка $\varepsilon_{\delta} = 0$ (конструкторська і технологічна бази співпадають).

III Базування при обробленні отв. 6, 7, 8, 9, 10:



В цьому випадку похибка базування також рівна нулю.

IV Базування при обробленні отв. 4, 19, 20, 21:



При такому базуванні похибка $\varepsilon_{\delta} = 0$.

2.7. Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу

2.7.1. Визначення допусків, припусків та операційних розмірів.

Проектування заготовки.

При розрахунку припусків аналітичним способом його проводимо для ділянки (площини) 290×60 на відстані $145_{-0,03}$ мм від базової поверхні за методикою, викладеною в [7]. Призначення припусків на всі інші поверхні проводимо, згідно ГОСТ 26645-85.

Значення мінімального значення припуску визначимо за формулою:

$$Z_{\min i} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (2.26)$$

де $R_{z_{i-1}}$ - шорсткість, що досягнута на попередньому переході;

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_{i-1} - глибина дефектного шару, мкм, отримана на попередньому переході;

ρ_{i-1} - сумарне просторове відхилення мкм, отримане на попередньому переході;

ε_i - похибка встановлення, мкм, на поточному переході.

Заготовка являє собою виливку 2-го класу точності, масою 20,1 кг.

Технологічний маршрут оброблення поверхні 2 складається з чотирьох переходів: чорнового і чистового фрезерування та попереднього і чистового шліфування. Ці переходи виконуються на двох операціях. Схему встановлення заготовки приведено на рис. 2.3.

Розрахунок припусків на поверхню 2 приведено в таблиці 2.7.

Значення R_z і T вибираємо за [14] табл. 2.1.

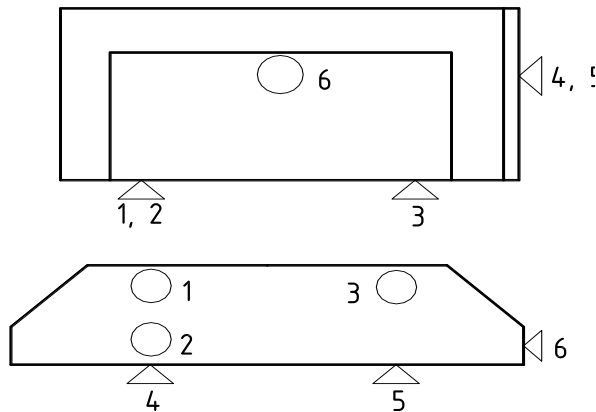


Рисунок 2.3 - Схема встановлення заготовки при обробленні площини 290×60.

Сумарна величина просторових відхилень для заготовки даного типу визначиться за формулою:

$$\rho_{заг.} = \rho_{жол.}, \quad (2.27)$$

де $\rho_{жол.}$ - жолоблення заготовки, мкм;

$$\rho_{жол.} = \Delta_k \cdot L, \quad (2.28)$$

де Δ_k - питома кривизна заготовки, мкм на 1 мм довжини ;

L - довжина оброблюваної поверхні, мм.

Просторове відхилення по переходах приймаємо рівним:

- для чорнового фрезерування - 6 % від $\rho_{заг.}$;

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для чистового фрезерування - 4 % від $\rho_{заг.}$;
- для попереднього шліфування - 2 % від $\rho_{заг.}$.

Таким чином:

$$\rho_{заг.} = \rho_{жол.} = 0,9 \cdot 290 = 261 \text{ мкм},$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 261 = 15,66 \text{ мкм},$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 261 = 10,44 \text{ мкм},$$

$$\rho_3 = 0,02 \cdot 261 = 5,22 \text{ мкм}.$$

Похибку встановлення заготовки є при базуванні по площині основи і двом бічним сторонам приймаємо, згідно [7], рівною:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.29)$$

де ε_0 - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення.

Дана похибка є приймається для першого переходу (чорнового фрезерування). Для решти переходів приймаємо:

$$\varepsilon_2 = 6 \% \text{ від } \varepsilon_1,$$

$$\varepsilon_3 = 4 \% \text{ від } \varepsilon_1,$$

$$\varepsilon_3 = 2 \% \text{ від } \varepsilon_1.$$

Згідно табл. 25 [7], приймаємо $\varepsilon_3 = 175$ мкм.

Згідно [7], визначаємо $\varepsilon_0 = 0$.

Таким чином:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{175^2 + 0^2} = 175 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_2 = 0,06 \cdot 175 = 10,5 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 175 = 7 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_3 = 0,02 \cdot 175 = 3,5 \text{ мкм}.$$

Визначаємо мінімальні припуски на переходах:

$$Z_{\min 1} = 700 + 261 + 175 = 1136 \text{ мкм};$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\min 2} = 50 + 50 + 15,66 + 10,5 = 126,16 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 3} = 30 + 30 + 10,44 + 7 = 77,44 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 4} = 10 + 20 + 5,22 + 3,5 = 38,72 \text{ мкм}.$$

Розрахунковий розмір після останнього переходу (чистового шліфування в розмір $145_{-0,03}$ мм):

$$l_{p4} = l_{\min} = 144,97 \text{ мм};$$

- для попереднього шліфування:

$$l_{p3} = l_{p4} + Z_{\min 4} = 144,97 + 0,0387 = 145,0087 \text{ мкм};$$

- для чистового фрезерування:

$$l_{p2} = l_{p3} + Z_{\min 3} = 145,0087 + 0,0774 = 145,0861 \text{ мкм};$$

- для чорнового фрезерування:

$$l_{p1} = l_{p2} + Z_{\min 2} = 145,0861 + 0,1262 = 145,2123 \text{ мкм};$$

- для заготовки:

$$l_{p3} = l_{p1} + Z_{\min 1} = 145,2123 + 1,0136 = 146,3483 \text{ мкм}.$$

Мінімальні граничні розміри $l_{\min i}$ визначаємо, закруглюючи розрахункові розміри l_{pi} (крім виконавчого).

Максимальні граничні розміри $l_{\max i}$ можна визначити як:

$$l_{\max i} = l_{\min i} + \delta_i; \quad (2.30)$$

$$l_{\max \text{ заг}} = 146,35 + 1,1 = 147,45 \text{ мм};$$

$$l_{\max 1} = 145,21 + 0,4 = 145,61 \text{ мм};$$

$$l_{\max 2} = 145,09 + 0,16 = 145,25 \text{ мм};$$

$$l_{\max 3} = 145,01 + 0,06 = 145,07 \text{ мм};$$

$$l_{\max 4} = 144,97 + 0,03 = 145 \text{ мм}.$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7. - Розрахунок припусків на оброблення площини 60×290 ($l = 145_{-0,03}$ мм)

Технологічні переходи оброблення ПЛОЩИНИ	Елементи припуску, мкм				Розрахункове значення припуску z_{min} , мкм	Розрахунковий розмір d_p , мкм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мм	
	Rz	T	ρ	ε				l_{min}	l_{max}	z_{min}^{ep}	z_{max}^{ep}
1. Заготовка	50	30	261	—	—	146,348	1100	146,35	147,45	—	—
2. Фрезерування чорнове	50	50	15,66	175	1136	145,212	400	145,21	145,61	1,14	1,84
3. Фрезерування чистове	30	30	10,44	10,5	126,16	145,086	160	145,09	145,20	0,12	0,36
4. Шліфування попереднє	10	20	5,22	7	77,44	145,009	60	145,01	145,07	0,08	0,18
5. Шліфування чистове	5	15	—	3,5	38,72	144,97	30	144,97	145	0,04	0,07
Всього:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,38	2,45

Граничні значення припусків визначаємо за формулами:

$$2z_{max}^{ep} = d_{max\ i-1} - d_{max\ i} \quad (2.31)$$

$$2z_{min\ i}^{ep} = l_{min\ i-1} - l_{min\ i} \quad (2.32)$$

$$2z_{max\ 1}^{ep} = 147,45 - 145,61 = 1,84 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 1}^{ep} = 145,61 - 145,25 = 0,36 \text{ мм}$$

$$2z_{max\ 3}^{ep} = 145,25 - 145,07 = 0,18 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 4}^{ep} = 145,07 - 145 = 0,07 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 1}^{ep} = 146,35 - 145,21 = 1,14 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 2}^{ep} = 145,21 - 145,09 = 0,12 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 3}^{ep} = 145,09 - 145,01 = 0,08 \text{ мм}$$

$$2z_{min\ 4}^{ep} = 145,01 - 144,97 = 0,04 \text{ мм}$$

Загальні припуски Z_{0min} і Z_{0max} визначаємо як суму проміжних припусків:

					133Д-13. 00.00.00.000 ПЗ				Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Z_{0\min} = \sum_{i=1}^{n=4} Z_{\min i}^{zp} = 1,15 + 0,12 + 0,08 + 0,04 = 1,39 \text{ мм};$$

$$Z_{0\max} = \sum_{i=1}^{n=4} Z_{\max i}^{zp} = 1,84 + 0,36 + 0,18 + 0,07 = 2,45 \text{ мм.}$$

Перевірка правильності розрахунку припусків:

$$Z_{\max i}^{zp} - Z_{\min i}^{zp} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (2.33)$$

$$Z_{\max 4}^{zp} - Z_{\min 4}^{zp} = 70 - 40 = 30 \text{ мкм}; \quad \delta_3 - \delta_4 = 60 - 30 = 30 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 3}^{zp} - Z_{\min 3}^{zp} = 180 - 80 = 100 \text{ мкм}; \quad \delta_2 - \delta_3 = 160 - 60 = 100 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 2}^{zp} - Z_{\min 2}^{zp} = 360 - 120 = 240 \text{ мкм}; \quad \delta_1 - \delta_2 = 400 - 160 = 240 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 1}^{zp} - Z_{\min 1}^{zp} = 1840 - 1150 \approx 700 \text{ мкм}; \quad \delta_3 - \delta_1 = 1100 - 400 = 700 \text{ мкм};$$

Отже, припуски розраховані правильно.

Номинальний розрахунковий припуск:

$$Z_{0\text{ном}} = Z_{0\min} + H_3 - H_0 = 1,39 + 0,5 - (-0,03) = 1,92 \text{ мм}$$

Номинальний розмір заготовки:

$$l_{\text{загот.ном.}} = l_{\text{дет.ном.}} + Z_{0\text{ном}} = 144,97 + 1,92 = 146,89 \text{ мм}$$

На інші оброблювальні поверхні деталі припуски і допуски вибираємо по таблицях (ГОСТ 1855-85) і записуємо їх значення у табл. 2.8.

Таблиця 2.8. - Припуски і допуски на оброблювальні поверхні корпусу 1032/1 згідно ГОСТ 1855-85 (мм)

Розмір деталі	Припуск	Допуск	Розмір заготовки
60	3,2+1,8	1,2	65 ± 0,6
145	3,2+1,8	1,6	150 ± 0,8

На поверхні, не вказані в табл. 2.6, призначаємо напуски.

На основі проведених розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на оброблення площини 60×290 (l=145 мм), зображену на рис. 2.4. Ескіз заготовки корпусу 1032/1 з припусками і допусками на механічне оброблення показаний на рис. 2.5.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

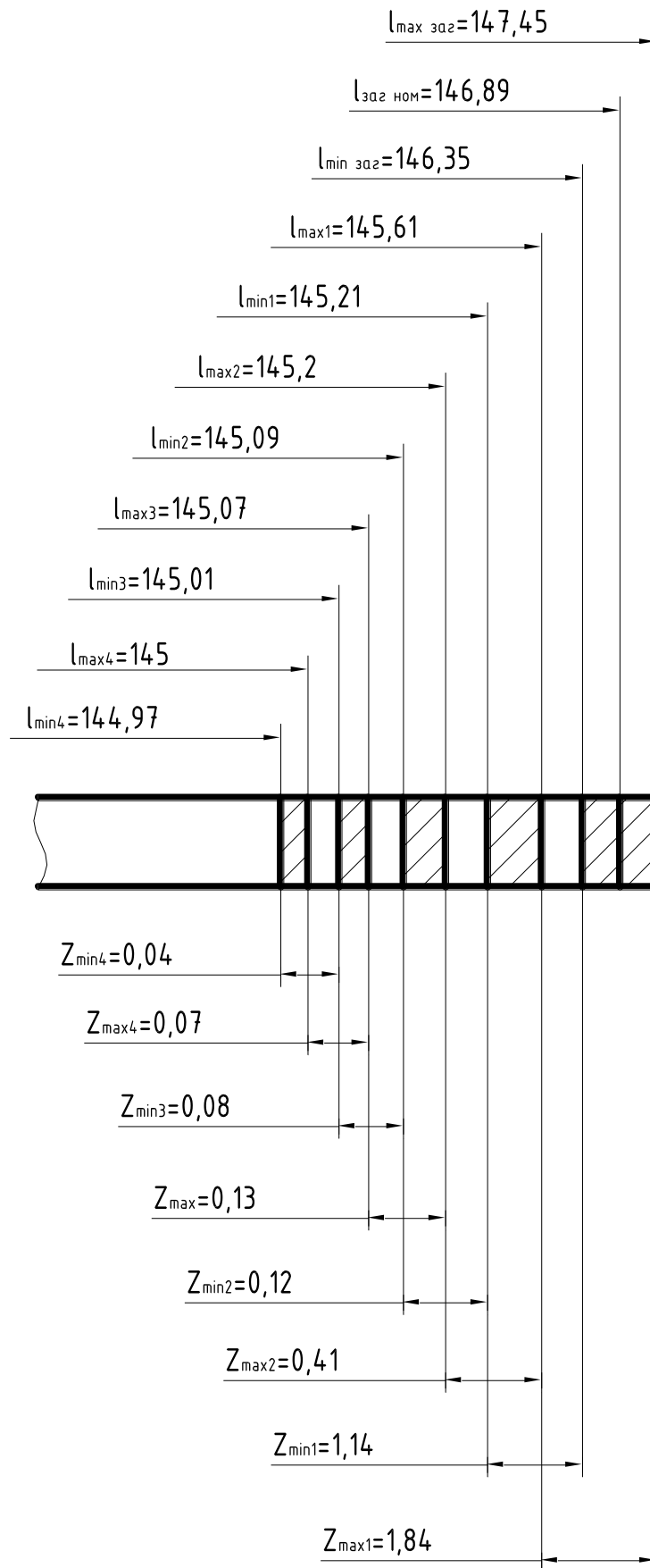


Рисунок 2.4 - Схема графічного розташування припусків і допусків на оброблення площини 60x290 ($l = 145$ мм)

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

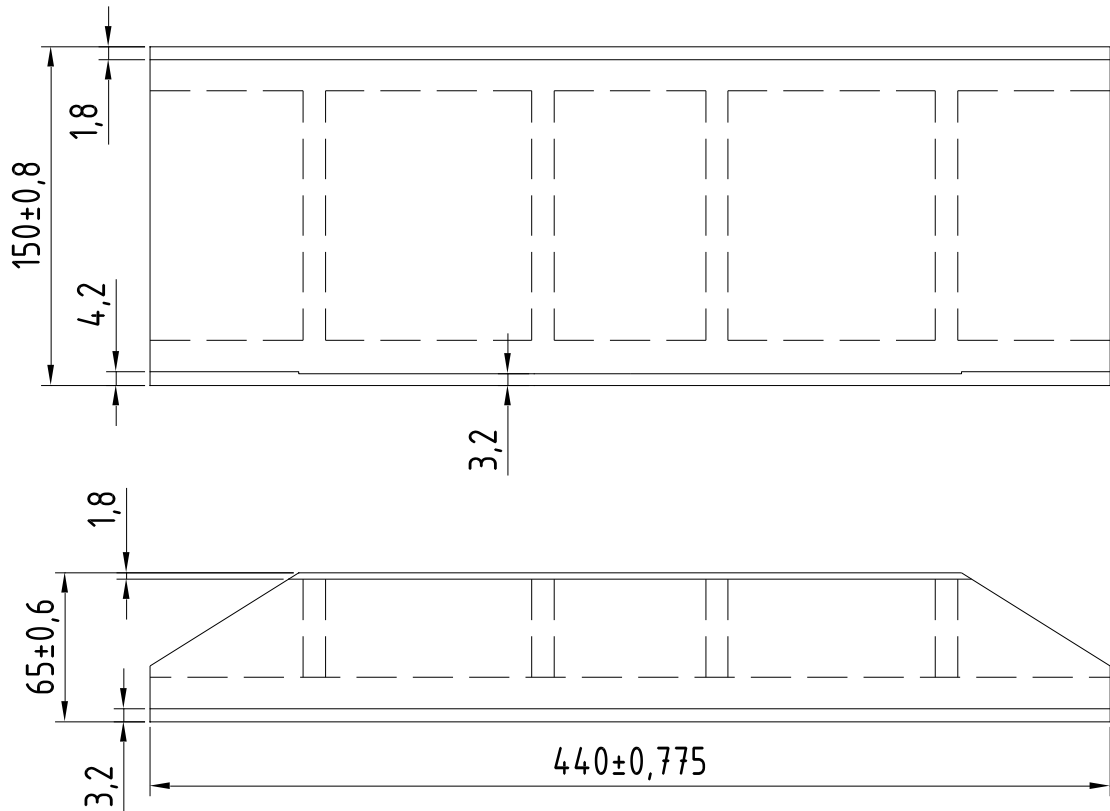


Рисунок 2.5 - Заготовка корпусу 1032/1 з визначеними припусками та допусками

2.7.2. Розмірний аналіз техпроцесу

Розмірний аналіз проводиться згідно методики, викладеної в [9]. Креслимо суміщений ескіз деталі та заготовки, де вказуємо розміри деталі A_i з допусками, розміри заготовки B_j , розміри технологічні S_k і розміри припусків z_n . Нумерування поверхонь виконуємо зліва направо. Через проміжні поверхні проводять лінії, між якими вказують технологічні розміри S_k , які отримуються внаслідок виконання кожного переходу. Точку ставлять на лінії, яка відповідає базовій поверхні, а стрілку ставлять на лінії, що відповідає поверхні після зняття припуску.

Схема з проведення розмірного аналізу відображена у графічній частині проекту.

Порядок розрахунку наступний.

1. Вибирають замкнутий контур з одним конструкторським зв'язком. Число технологічних зв'язків у вибраному контурі повинне бути мінімальним.
2. Конструкторській ланці присвоюють знак "мінус".
3. Обхід контуру починається з вершини, одним з ребер якої є ланка

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкторська, що має мінімальний номер.

4. Якщо ж після вершини з нижчим номером йде вершина з вищим номером, то такій ланці присвоюють знак "плюс", в інших випадках - знак "мінус". Всі розрахунки розмірного аналізу зводимо у табл. 2.9.

Вихідні дані для проведення розмірного аналізу:

$A_1 = 145 \pm 0,0125 \text{ мм}$	$z_{1 \text{ min}} = 0,5 \text{ мм}$
$A_2 = 1 \pm 0,1 \text{ мм}$	$z_{2 \text{ min}} = 0,3 \text{ мм}$
$A_3 = 60 \pm 0,0095 \text{ мм}$	$z_{3 \text{ min}} = 0,2 \text{ мм}$
$A_4 = 440 \pm 0,775 \text{ мм}$	$z_{5 \text{ min}} = 1,8 \text{ мм}$
$A'_5 = 5 \pm 0,0075 \text{ мм}$	$z_{6 \text{ min}} = 1,0 \text{ мм}$
$A'_6 = 11 \pm 0,0105 \text{ мм}$	$z_{7 \text{ min}} = 0,3 \text{ мм}$
$A'_7 = 8 \pm 0,009 \text{ мм}$	$z_{8 \text{ min}} = 0,1 \text{ мм}$
$A'_7 = 8 \pm 0,009 \text{ мм}$	$z_{8 \text{ min}} = 0,1 \text{ мм}$
$A_8 = 232 \pm 0,575 \text{ мм}$	$z_{10 \text{ min}} = 1,8 \text{ мм}$
$A_9 = 155 \pm 0,5 \text{ мм}$	$z_{13 \text{ min}} = 1,8 \text{ мм}$
$A_{10} = 35 \pm 0,31 \text{ мм}$	$z_{14 \text{ min}} = 1,0 \text{ мм}$
$A_{11} = 215 \pm 0,575 \text{ мм}$	$z_{15 \text{ min}} = 0,3 \text{ мм}$
$A_{12} = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$	$z_{16 \text{ min}} = 0,1 \text{ мм}$
$A_{13} = 20 \pm 0,26 \text{ мм}$	$z_{17 \text{ min}} = 1,8 \text{ мм}$
$A_{14} = 30 \pm 0,31 \text{ мм}$	$z_{18 \text{ min}} = 0,5 \text{ мм}$
$A_{15} = 80 \pm 0,37 \text{ мм}$	$z_{19 \text{ min}} = 0,3 \text{ мм}$
$A_{16} = 90 \pm 0,435 \text{ мм}$	$z_{20 \text{ min}} = 0,2 \text{ мм}$
$A_{17} = 108 \pm 0,435 \text{ мм}$	$z_{21 \text{ min}} = 0,5 \text{ мм}$
$A_{18} = 210 \pm 0,575 \text{ мм}$	$z_{22 \text{ min}} = 0,3 \text{ мм}$
$A_{19} = 12 \pm 0,215 \text{ мм}$	$z_{23 \text{ min}} = 0,2 \text{ мм}$
$A_{20} = 38 \pm 0,31 \text{ мм}$	

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9. - Розмірний аналіз технологічного процесу

№ п/п	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Шукана ланка	Розмір, що визначається, мм			
				номінальний	допуск	Технологічний	граничне значення припуску
1	$-A_1 + S_6 = 0$	$A_1 = S_6$	S_2	$S_6 = 145$	0,025	$S_6 = 145^{+0,026}_{+0,001}$	—
2	$-Z_9 - S_6 + S_6 = 0$	$Z_8 = S_5 - S_6$ $Z_{8min} = S_{5min} - S_{6max}$	S_5	$S_{5min} = S_{8min} + S_{6max} =$ $= 0,1 + 145,026 = 145,126$	0,063	$S_5 = 145,13^{+0,059}_{-0,004}$	$Z_8 = 145,13^{+0,059}_{-0,004} - 145^{+0,026}_{+0,001} =$ $= 0,13^{+0,033}_{-0,005}$
3	$-Z_7 - S_5 + S_4 = 0$	$Z_7 = S_4 - S_5$ $Z_{7min} = S_{4min} - S_{5max}$	S_4	$S_{4min} = Z_{7min} + S_{5max} =$ $= 0,3 + 145,189 = 145,489$	0,16	$S_4 = 145,49^{+0,159}_{-0,001}$	$Z_7 = 145,49^{+0,159}_{-0,001} - 145,13^{+0,059}_{-0,004} =$ $= 0,36^{+0,163}_{-0,06}$
4	$-Z_6 - S_4 + S_2 = 0$	$Z_6 = S_2 - S_4$ $Z_{6min} = S_{2min} - S_{4max}$	S_2	$S_{2min} = Z_{6min} + S_{4max} =$ $= 0,1 + 145,649 = 146,649$	0,4	$S_2 = 146,65^{+0,399}_{-0,001}$	$Z_6 = 146,65^{+0,399}_{-0,001} - 145,49^{+0,159}_{-0,001} =$ $= 1,16^{+0,4}_{-0,16}$
5	$-Z_5 - S_2 + S_1 = 0$	$Z_5 = S_1 - S_2$ $Z_{5min} = S_{1min} - S_{2max}$	S_1	$S_{1min} = Z_{5min} + S_{2max} =$ $= 1,8 + 147,049 = 148,849$	1,1	$S_1 = 149^{+0,949}_{-0,151}$	$Z_5 = 149^{+0,949}_{-0,151} - 146,65^{+0,399}_{-0,001} =$ $= 2,35^{+0,95}_{-0,55}$
6	$-Z_{10} - S_1 + B_1 = 0$	$Z_{10} = B_1 - S_1$ $Z_{10min} = B_{1min} - S_{1max}$	B_1	$B_{1min} = Z_{10min} + S_{1max} =$ $= 1,8 + 149,949 = 151,749$	1,1	$B_1 = 152^{+0,849}_{-0,251}$	$Z_{10} = 152^{+0,849}_{-0,251} - 149^{+0,949}_{-0,151} =$ $= 3^{+1,0}_{-1,2}$
7	$-A_2 - S_3 + S_6 = 0$	$A_2 = S_6 - S_3$ $A_{2min} = S_{6min} - S_{3max}$ $A_{2max} = S_{6max} - S_{3min}$	S_3	$S_{3max} = S_{6min} - A_{2min} =$ $= 145,001 - 0,9 = 144,101$ $S_{3min} = S_{6max} - A_{2max} =$ $= 145,026 - 1,1 = 143,926$	0,175	$S_3 = 144^{+0,101}_{-0,074}$	—
8	$-A_3 + S_{11} = 0$	$A_3 = S_{11}$	S_{11}	$S_{11} = 60$	0,019	$S_{11} = 60^{+0,0095}_{-0,0095}$	—
9	$-Z_{16} - S_{11} + S_{10} = 0$	$Z_{16} = S_{10} - S_{11}$ $Z_{16min} = S_{10min} - S_{11max}$	S_{10}	$S_{10min} = Z_{16min} + S_{11max} =$ $= 0,1 + 60,0095 = 60,1095$	0,046	$S_{10} = 60,11^{+0,0455}_{-0,0005}$	$Z_{16} = 60,11^{+0,0455}_{-0,0005} - 60^{+0,0095}_{-0,0095} =$ $= 0,11^{+0,055}_{-0,01}$
10	$-Z_{15} - S_{10} + S_9 = 0$	$Z_{15} = S_9 - S_{10}$ $Z_{15min} = S_{9min} - S_{10max}$	S_9	$S_{9min} = Z_{15min} + S_{10max} =$ $= 0,3 + 60,1555 = 60,4555$	0,12	$S_9 = 60,45^{+0,1255}_{+0,0055}$	$Z_{15} = 60,45^{+0,1255}_{+0,0055} - 60,11^{+0,0455}_{-0,0005} =$ $= 0,34^{+0,126}_{-0,04}$

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 2.9

№ п/п	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Шукана ланка	Розмір, що визначається, мм			
				номінальний	допуск	Технологічний	граничне значення припуску
11	$-Z_{14} - S_9 + S_8 = 0$	$Z_{14} = S_8 - S_9$ $Z_{14\min} = S_{8\min} - S_{9\max}$	S_8	$S_{8\min} = Z_{14\min} + S_{9\max} =$ $= 1 + 60,5755 = 61,5755$	0,3	$S_8 = 61,55^{+0,3255}_{+0,0255}$	$Z_{14} = 61,55^{+0,3255}_{+0,0255} - 60,45^{+0,1255}_{+0,0055} =$ $= 1,1^{+0,32}_{-0,1}$
12	$-Z_{13} - S_8 + S_7 = 0$	$Z_{13} = S_7 - S_8$ $Z_{13\min} = S_{7\min} - S_{8\max}$	S_7	$S_{7\min} = Z_{13\min} + S_{8\max} =$ $= 1,8 + 61,8755 = 63,6755$	1,4	$S_7 = 64^{+1,0755}_{-0,3245}$	$Z_{13} = 64^{+1,0755}_{-0,3245} - 61,55^{+0,3255}_{+0,0255} =$ $= 2,45^{+1,05}_{-0,65}$
13	$-Z_{17} - S_7 + B_2 = 0$	$Z_{17} = B_2 - S_7$ $Z_{17\min} = B_{2\min} - S_{7\max}$	B_2	$B_{2\min} = Z_{17\min} + S_{7\max} =$ $= 1,8 + 65,0755 = 66,8755$	1,4	$B_2 = 66,5^{+1,7755}_{+0,3755}$	$Z_{17} = 66,5^{+1,7755}_{+0,3755} - 64^{+1,0755}_{-0,3245} =$ $= 2,5^{+2,1}_{-0,7}$
14	$-A_5 + S_{15} = 0$	$A_5 = S_{15}$	S_{15}	$S_{15} = 5$	0,0075	$S_{15} = 5^{+0,0075}$	—
15	$-Z_3 - S_{14} + S_{15} = 0$	$Z_3 = S_{15} - S_{14}$ $Z_{3\min} = S_{15\min} - S_{14\max}$	S_{14}	$S_{14\max} = S_{15\min} - Z_{3\min} =$ $= 5 - 0,2 = 4,8$	0,018	$S_{14} = 4,8_{-0,018}$	$Z_3 = 5^{+0,0075} - 4,8_{-0,018} =$ $= 0,2^{+0,0255}$
16	$-Z_2 - S_{13} + S_{14} = 0$	$Z_2 = S_{14} - S_{13}$ $Z_{2\min} = S_{14\min} - S_{13\max}$	S_{13}	$S_{13\max} = S_{14\min} + Z_{2\min} =$ $= 4,782 - 0,3 = 4,482$	0,045	$S_{13} = 4,4^{+0,082}_{+0,037}$	$Z_2 = 4,8_{-0,018} - 4,4^{+0,082}_{+0,037} =$ $= 0,4^{+0,037}_{-0,1}$
17	$-Z_1 - S_{12} + S_{13} = 0$	$Z_1 = S_{13} - S_{12}$ $Z_{1\min} = S_{13\min} - S_{12\max}$	S_{12}	$S_{12\max} = S_{13\min} - Z_{1\min} =$ $= 4,363 - 0,5 = 3,863$	0,11	$S_{12} = 3,8^{+0,063}$	$Z_1 = 4,4^{+0,082}_{+0,037} - 3,8^{+0,063} =$ $= 0,6^{+0,129}_{-0,1}$
18	$-A_6 + S_{19} = 0$	$A_6 = S_{19}$	S_{19}	$S_{19} = 11$	0,0105	$S_{19} = 11^{+0,0105}$	—
19	$-Z_{20} - S_{18} + S_{19} = 0$	$Z_{20} = S_{19} - S_{18}$ $Z_{20\min} = S_{19\min} - S_{18\max}$	S_{18}	$S_{18\max} = S_{19\min} - Z_{20\min} =$ $= 11 - 0,2 = 10,8$	0,026	$S_{18} = 10,8_{-0,026}$	$Z_{20} = 11^{+0,0105} - 10,8_{-0,026} =$ $= 0,2^{+0,0365}$
20	$-Z_{19} - S_{17} + S_{18} = 0$	$Z_{19} = S_{18} - S_{17}$ $Z_{19\min} = S_{18\min} - S_{17\max}$	S_{17}	$S_{17\max} = S_{18\min} + Z_{19\min} =$ $= 10,774 - 0,3 = 10,474$	0,065	$S_{17} = 10,4^{+0,074}_{+0,009}$	$Z_{19} = 10,8_{-0,026} - 10,4^{+0,074}_{+0,009} =$ $= 0,4^{+0,009}_{-0,1}$

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.9

№ п/п	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Шукана ланка	Розмір, що визначається, мм			
				номінальний	допуск	Технологічний	граничне значення припуску
21	$-Z_{18} - S_{16} + S_{17} = 0$	$Z_{18} = S_{17} - S_{16}$ $Z_{18\min} = S_{17\min} - S_{16\max}$	S_{16}	$S_{16\max} = S_{17\min} - Z_{18\min} =$ $= 10,409 - 0,5 = 9,909$	0,165	$S_{16} = 9,8^{+0,109}_{-0,056}$	$Z_{18} = 10,4^{+0,074}_{+0,009} - 9,8^{+0,109}_{-0,056} =$ $= 0,6^{+0,13}_{-0,1}$
22	$-A_7 + S_{23} = 0$	$A_7 = S_{23}$	S_{23}	$S_{23} = 8$	0,009	$S_{23} = 8^{+0,009}$	-
23	$-Z_{23} - S_{22} + S_{23} = 0$	$Z_{23} = S_{23} - S_{22}$ $Z_{23\min} = S_{23\min} - S_{22\max}$	S_{22}	$S_{22\max} = S_{23\min} - Z_{23\min} =$ $= 7,991 - 0,2 = 7,791$	0,0215	$S_{22} = 7,7^{+0,091}_{-0,0695}$	$Z_{23} = 8^{+0,009} - 7,7^{+0,091}_{-0,0695} =$ $= 0,3^{-0,0605}_{-0,091}$
24	$-Z_{22} - S_{21} + S_{22} = 0$	$Z_{22} = S_{22} - S_{21}$ $Z_{22\min} = S_{22\min} - S_{21\max}$	S_{21}	$S_{21\max} = S_{22\min} - Z_{22\min} =$ $= 7,7695 - 0,3 = 7,4695$	0,055	$S_{21} = 7,4^{+0,0695}_{+0,0145}$	$Z_{22} = 7,7^{+0,091}_{-0,0695} - 7,4^{+0,0695}_{+0,0145} =$ $= 0,3^{+0,0765}$
25	$-Z_{21} - S_{20} + S_{21} = 0$	$Z_{21} = S_{21} - S_{20}$ $Z_{21\min} = S_{21\min} - S_{20\max}$	S_{20}	$S_{20\max} = S_{21\min} - Z_{21\min} =$ $= 7,4145 - 0,5 = 6,9145$	0,135	$S_{20} = 6,9^{+0,0145}_{-0,1205}$	$Z_{21} = 7,4^{+0,0695}_{+0,0145} - 6,9^{+0,0145}_{-0,1205} =$ $= 0,5^{+0,19}$
26	$-A_8 + S_{30} = 0$	$A_8 = S_{30}$	S_{30}	$S_{30} = 232$	1,15	$S_{30} = 232 \pm 0,575$	-
27	$-S_{31} - A_{11} + S_{30} = 0$	$A_{11} = S_{30} - S_{31}$	S_{31}	$S_{31\min} = S_{30\min} - A_{11\max} =$ $= 231,425 - 215,57 = 15,85$ $S_{31\max} = S_{30\max} - A_{11\min} =$ $= 232,575 - 214,425 = 18,15$	2,3	$S_{31} = 17 \pm 1,15$	-
28	$-S_{30} - A_9 + S_{25} = 0$	$A_{11} = S_{25} - S_{30}$	S_{25}	$S_{25\min} = S_{30\min} + A_{9\min} =$ $= 154,5 + 231,425 = 385,925$ $S_{25\max} = S_{30\max} + A_{9\max} =$ $= 232,575 + 155,5 = 388,075$	2,15	$S_{25} = 387 \pm 1,075$	-
29	$S_{24} - A_{10} - S_{25} = 0$	$A_{10} = S_{24} - S_{25}$	S_{24}	$S_{24\min} = S_{25\min} + A_{10\min} =$ $= 34,69 + 385,925 = 420,615$ $S_{24\max} = S_{25\max} + A_{10\max} =$ $= 388,075 + 35,31 = 423,385$	2,77	$S_{24} = 422 \pm 1,385$	-

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.9

№ п/п	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Шукана ланка	Розмір, що визначається, мм			
				номінальний	допуск	Технологічний	граничне значення припуску
30	$-A_{14} + S_{28} = 0$	$A_{14} = S_{28}$	S_{28}	$S_{28} = 30$	0,62	$S_{28} = 30 \pm 0,31$	–
31	$-S_{28} - A_{15} + S_{29} = 0$	$A_{15} = S_{29} - S_{28}$	S_{29}	$S_{29 \min} = S_{28 \min} + A_{15 \min} =$ $= 79,63 + 29,69 = 109,32$ $S_{29 \max} = S_{28 \max} + A_{15 \max} =$ $= 30,31 + 80,37 = 110,68$	1,36	$S_{29} = 100 \pm 0,68$	–
32	$-A_{16} + S_{32} = 0$	$A_{16} = S_{32}$	S_{32}	$S_{32} = 90$	0,87	$S_{32} = 90 \pm 0,435$	–
33	$-S_{26} - A_{12} + S_{32} = 0$	$A_{12} = S_{32} - S_{26}$	S_{26}	$S_{26 \min} = S_{32 \min} - A_{12 \max} =$ $= 89,565 - 40,31 = 49,255$ $S_{26 \max} = S_{25 \max} - A_{12 \min} =$ $= 90,435 - 39,69 = 50,745$	1,49	$S_{26} = 50 \pm 0,745$	–
34	$-S_{26} - A_{13} + S_{27} = 0$	$A_{13} = S_{27} - S_{26}$	S_{27}	$S_{27 \min} = S_{26 \min} + A_{13 \min} =$ $= 19,74 + 49,225 = 68,995$ $S_{27 \max} = S_{26 \max} + A_{13 \max} =$ $= 50,745 + 20,26 = 71,005$	2,01	$S_{27} = 70 \pm 1,005$	–
35	$-A_{17} + S_{33} = 0$	$A_{17} = S_{33}$	S_{33}	$S_{33} = 108$	0,87	$S_{33} = 108 \pm 0,435$	–
36	$-S_{34} - A_{18} + S_{34} = 0$	$A_{18} = S_{34} - S_{33}$	S_{34}	$S_{34 \min} = S_{33 \min} + A_{18 \min} =$ $= 107,565 + 209,425 = 316,99$ $S_{34 \max} = S_{33 \max} + A_{18 \max} =$ $= 108,435 + 210,575 = 319,01$	2,02	$S_{34} = 318 \pm 1,01$	–
37	$-A_{19} + S_{35} = 0$	$A_{19} = S_{35}$	S_{35}	$S_{35} = 12$	0,43	$S_{35} = 12 \pm 0,215$	–
38	$-S_{35} - A_{20} + S_{36} = 0$	$A_{20} = S_{36} - S_{35}$	S_{36}	$S_{36 \min} = S_{35 \min} + A_{20 \min} =$ $= 37,69 + 11,785 = 49,475$ $S_{36 \max} = S_{35 \max} + A_{20 \max} =$ $= 12,215 + 38,31 = 50,525$	1,05	$S_{36} = 50 \pm 0,525$	–

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Розміри, отримані в результаті проведення розмірного аналізу, мм.

$S_1 = 149^{+0,949}_{-0,151}$	$S_{20} = 6,9^{+0,0145}_{-0,1205}$	$Z_1 = 0,6^{+0,129}_{-0,1}$
$S_2 = 146,65^{+0,399}_{-0,001}$	$S_{21} = 7,4^{+0,0695}_{+0,0145}$	$Z_2 = 0,4^{-0,037}_{-0,1}$
$S_3 = 144^{+0,101}_{-0,074}$	$S_{22} = 7,7^{+0,091}_{+0,0695}$	$Z_3 = 0,2^{+0,0255}$
$S_4 = 145,49^{+0,159}_{-0,001}$	$S_{23} = 8^{+0,009}$	$Z_5 = 2,35^{+0,95}_{-0,55}$
$S_5 = 145,13^{+0,059}_{-0,004}$	$S_{24} = 422 \pm 1,385$	$Z_6 = 1,16^{+0,4}_{-0,16}$
$S_6 = 145^{+0,026}_{+0,001}$	$S_{25} = 387 \pm 1,075$	$Z_7 = 0,36^{+0,163}_{-0,06}$
$S_7 = 64^{+1,0755}_{-0,3245}$	$S_{26} = 50 \pm 0,745$	$Z_8 = 0,13^{+0,033}_{-0,005}$
$S_8 = 61,55^{+0,3255}_{+0,0255}$	$S_{27} = 70 \pm 1,005$	$Z_{10} = 3^{+1,0}_{-1,2}$
$S_9 = 60,45^{+0,1255}_{+0,0055}$	$S_{28} = 30 \pm 0,31$	$Z_{13} = 2,45^{+1,05}_{-0,65}$
$S_{10} = 60^{+0,0095}_{-0,0095}$	$S_{29} = 100 \pm 0,68$	$Z_{14} = 1,1^{+0,32}_{-0,1}$
$S_{11} = 60^{+0,0095}_{-0,0095}$	$S_{30} = 232 \pm 0,575$	$Z_{15} = 0,34^{+0,126}_{-0,04}$
$S_{12} = 3,8^{+0,063}$	$S_{31} = 17 \pm 1,15$	$Z_{16} = 0,11^{+0,055}_{-0,01}$
$S_{13} = 4,4^{+0,082}_{+0,037}$	$S_{32} = 90 \pm 0,435$	$Z_{17} = 2,5^{+2,1}_{-0,7}$
$S_{14} = 4,8_{-0,018}$	$S_{33} = 108 \pm 0,435$	$Z_{18} = 0,6^{+0,13}_{-0,1}$
$S_{15} = 5^{+0,0075}$	$S_{34} = 318 \pm 1,01$	$Z_{19} = 0,4^{+0,009}_{-0,1}$
$S_{16} = 9,8^{+0,109}_{-0,056}$	$S_{35} = 12 \pm 0,215$	$Z_{20} = 0,2^{+0,0365}$
$S_{17} = 10,4^{+0,074}_{+0,009}$	$S_{36} = 50 \pm 0,525$	$Z_{21} = 0,5^{+0,19}$
$S_{18} = 10,8_{-0,026}$	$B_1 = 152^{+0,849}_{-0,251}$	$Z_{22} = 0,3^{+0,0765}$
$S_{19} = 11^{+0,0105}$	$B_2 = 66,5^{+1,7755}_{+0,3755}$	$Z_{23} = 0,3^{-0,0605}_{-0,091}$

2.7.3. Визначення режимів різання, вибір технологічного обладнання.

Визначення режимів різання і вибір обладнання аналітичним способом покажемо на прикладі операції фрезерування.

Ото ж, операція 020 Вертикально-фрезерна

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фрезерувати пов. 1 начисто.

1. Характер оброблення - чистовий.

2. Інструментом є фреза торцева насадна зі вставними ножами, оснащена пластинками з твердого сплаву T15K6 (2245-0013 ГОСТ 6469-89). Геометричні параметри даної фрези: $D = 180$ мм, $d = 50$ мм, $h = 5$ мм, $B = 25$ мм, $z = 12$.

3. Максимальна величина оброблення $L_p = 145$ мм.

4. Максимальна глибина різання $t = 1,0$ мм.

5. Подача на зуб $S_z = 0,20$ мм/зуб, згідно з табл. 33.

6. Середній показник стійкості фрези $T = 180$ хв, згідно з табл. 40

7. Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot k_v, \quad (2.35)$$

де C_v, q, m, x, y, u, p - коефіцієнти, що залежать від певних умов роботи (приймаємо, згідно табл. 39 [10]).

k_v - узагальнений коефіцієнт, що враховує якісні параметри оброблюваного матеріалу (коефіцієнт k_{mv}), стан поверхонь заготовки (коефіцієнт k_{nv}), інструментальний матеріал (k_{uv}):

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} \quad (2.36)$$

Згідно з табл. 1, 2 [10], приймаємо:

$$k_v = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1.$$

Згідно табл. 5, табл. 6 [10], $k_{nv} = 0,8$; $k_{uv} = 0,9$;

$$k_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,72;$$

$$v = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 1,0^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 145^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,72 = 105,51 \text{ м/хв.}$$

8. Частота обертання: $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$; (2.37)

$$n = \frac{1000 \cdot 105,51}{3,14 \cdot 180} = 186,58 \text{ об/хв.}$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$9. \quad \text{Сила різання: } P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mv} \quad (2.38)$$

де C_p, x, y, U, q, W - коефіцієнти, що залежать від певних умов роботи (приймаємо, згідно табл. 1, 2, табл. 41 [10]).

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 145^1 \cdot 12}{180^1 \cdot 186,58^{0,9}} \cdot 1 = 1886,68 \text{ Н.}$$

10. Ефективна потужність різання визначається:

$$N_{ef} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (2.39)$$

$$N_{ef} = \frac{1886,68 \cdot 105,5}{1020 \cdot 60} = 3,25 \text{ кВт.}$$

11. Дійсну потужність різання визначають:

$$N_o = \frac{N_{ef}}{ККД} \quad (2.40)$$

$$N_o = \frac{3,25}{0,85} = 3,83 \text{ кВт.}$$

Тому вибираємо верстат мод. 6P11 (потужністю головного приводу 5,5 кВт).

Проведемо уточнення режимів різання за паспортними характеристиками вибраного верстату:

- частота обертання: $n = 200 \text{ хв}^{-1}$;

- хвилинна подача: $S_{xв} = 0,2 \cdot 12 \cdot 200 = 480 \text{ мм/хв.}$,

Приймаємо $S_{xв} = 500 \text{ мм/хв.}$;

- швидкість різання: $V = \frac{\pi \cdot 180 \cdot 200}{1000} = 113,1 \text{ м/хв.}$,

- сила різання: $P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 145^1 \cdot 12}{180^1 \cdot 200^{0,9}} \cdot 1 = 1886,68 \text{ Н.}$

- потужність різання: $N_o = \frac{1886,68 \cdot 113,1}{1020 \cdot 60 \cdot 0,85} = 3,5 \text{ кВт.}$

Режими різання для решти поверхонь визначаємо з використанням таблиць. Результати розрахунків зводимо у таблицю 2.10.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10. - Режими різання

Назва і зміст операції	Інструмент	Розрахункові значення					Верстат	Прийняті значення		
		t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹	N, кВт		S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹
Поздовжньо-фрезерне оброблення пов. 2 і 25 одночасно	Фреза Ø100 T15K6 ГОСТ 6469-69	2×1,8	583	121,5	386	5,1	6308, 13 кВт	630	125	400
Вертикально-фрезерне оброблення 2 пов. 3 і пов. 2 послідовно	Фреза Ø100 T15K6 ГОСТ 6469-69	2,4	494	93,3	297	4,2	6P11, 5,5кВт	500	99	315
		1,0	494	93,3	297			500	99	315
Поздовжньо-фрезерне оброблення пов.1 і 26 одночасно	Фреза Ø180 T15K6 ГОСТ 6469-69	2×1,8	614	152,4	269,5	6,4	6308, 13 кВт	630	141	250
Вертикально-фрезерне оброблення пов. 1 начисто	Фреза Ø180 T15K6 ГОСТ 6469-69	1,0	481	105,5	186,6	3,8	6P11, 5,5кВт	500	113	200
Вертикально-свердлильне оброблення отв.5, свердління, зенкерування, дворазове розвертання	Свердло Ø20 P6M5 ГОСТ 2092-77	10	0,4	18	286,5	1,3 1,0	2P135Ф2-1, 3,7 кВт	0,45	20	315
	Зенкер Ø21 P6M5 ГОСТ 2255-67	0,5	0,45	30	454,7			0,5	33	500
	Розвертка Ø21,6 P6M5 ГОСТ2092-77	0,3	1	16	236,8			1,2	17	250
	Розвертка Ø22 P6M5 ГОСТ 2092-77	0,2	0,8	16	236,8			0,8	17	250

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Назва і зміст операції	Інструмент	Розрахункові значення					Верстат	Прийняті значення		
		t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹	N, кВт		S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹
Вертикально-свердлильне оброблення отв. 6, 7, 8, 9, 10	Свердло Ø14 P6M5 ГОСТ 2092-VV	7	0,35	18	409,3	1,1	2P135Ф2-1, 3,7 кВт	0,35	18	400
	Зенкер Ø15 P6M5 ГОСТ 2255-67	0,5	0,35	31	657,8	0,9		0,40	30	630
	Розвертка Ø15,6 P6M5 ГОСТ2092-77	0,3	1,0	16	326,5	-		1,1	15	315
	Розвертка Ø16 P6M5 ГОСТ 2092-77	0,2	0,8	16	326,5	-		0,7	15	315
	Зенкер Ø26 P6M5 ГОСТ 2255-67	5	0,3	22	269,3	0,5		0,3	20	250
	Свердло Ø8 P6M5 ГОСТ 2092-77	4	0,24	18	716,2	0,8		0,25	20	800
	Зенкер Ø9 P6M5 ГОСТ 2255-67	0,5	0,35	31	1096	0,6		0,3	281	1000
	Розвертка Ø9,6 P6M5 ГОСТ2092-77	0,3	1,0	16	530,5	-		1,0	5	500
	Розвертка Ø10 P6M5 ГОСТ 2092-77	0,2	0,8	16	530,5	-		0,5	15	500
	Свердло Ø11 P6M5 ГОСТ 2092-77	5,5	0,24	19	549,8	0,9		0,25	17	500
Вертикально-свердлильне оброблення отв.13,16, фасок 11, 14, 17, різей 12, 15, 18	Зенкер конічний ГОСТ 2255-67	1,6	0,1	25	994,7	0,3	2P135Ф2-1, 3,7 кВт	0,1	25	1000
	Свердло Ø9 P6M5 ГОСТ 2092-77	4,5	0,25	26	1034	0,9		0,25	28	1000
	Свердло Ø7,2 P6M5 ГОСТ 2092-77	3,6	0,1	25	1105	0,7		0,1	22	1000
	Мітчик M12 P6M5 ГОСТ 1604-71	1,25	1,25	7,6	64	0,3		1,25	8	63
	Мітчик M10, M8 P6M5 ГОСТ1604-71	1,0	1,0	7,6	64	0,2		1,0	8	63
Вертикально-свердлильне оброблення отв. 4, 19, фасок 20, різей 21	Свердло Ø8 P6M5 ГОСТ 2092-77	4	0,24	18	716,2	0,8	2P135Ф2-1, 3,7 кВт	0,25	20	800
	Зенкер Ø9 P6M5 ГОСТ 2255-67	0,5	0,3	31	1096	0,6		0,3	28	1000
	Розвертка Ø9,6 P6M5 ГОСТ2092-77	0,3	1,1	16	530,5	-		1,0	15	500
	Розвертка Ø10 P6M5 ГОСТ 2092-77	0,2	0,8	16	530,5	-		0,5	15	500
	Свердло Ø9 P6M5 ГОСТ 2092-77	4,5	0,25	26	1034	0,9		0,25	28	1000
	Зенкер конічний ГОСТ 2255-67	1,6	0,1	25	994,7	0,3		0,1	28	1000
	Мітчик M10 P6M5 ГОСТ 1604-71	1,0	1,0	8,4	64	0,2		1,0	8	63

018Б-24.00.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 2.10

Назва і зміст операції	Інструмент	Розрахункові значення					Верстат	Прийняті значення		
		t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹	N, кВт		S, мм/об	V, м/хв	n, хв. ⁻¹
Радіально-свердлильне оброблення отв. 22, фасок 23, різей 24	Свердло Ø5,5 Р6М5 ГОСТ 886-77	2,75	0,18	17	983,8	0,7	2614, 5,2 кВт	0,1	17	1000
	Зенкер конічний ГОСТ 2255-67	1,6	0,1	24	994,7	0,3		0,1	17	1000
	Мітчик М6 Р6М5 ГОСТ 1604-71	0,75	0,75	8,4	64	0,2		0,75	8	63
Плоско-шліфувальне оброблення пов.2 дворазове	Круг Ø100 ГОСТ 2424-83	0,3	0,002	59,8	2376	5,3	3К722, 10 кВт	0,002	65	2500
		0,1	0,002	59,8	2376	5,3		0,002	65	2500
Плоско-шліфувальне оброблення пов. 1 дворазове	Круг Ø200 ГОСТ 2424-83	0,3	0,002	70,4	2376	6,5	3К722, 10 кВт	0,002	76	2500
		0,1	0,002	70,4	2376	6,5		0,002	76	2500

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

2.7.4. Визначення контрольних, допоміжних і транспортних операцій

Правила щодо визначення засобів технологічної оснастки процесів технічного контролю є регламентованими згідно ГОСТ 14.306-83. Згідно цього стандарту вибір засобів контролю полягає в забезпеченні заданих показників процесів контролю і аналізу витрат на його реалізацію.

Окремими операціями контролю є:

1. Вхідний контроль: заготовку деталі перевіряють на дотримання технічних умов, наведених у кресленні заготовки. Вона проводиться візуально.

2. Вихідний контроль: деталь перевіряють відповідно до технічних вимог. Проводиться вибірково - контролюють одну з десяти деталей.

Також в процесі обробки деталі здійснюється контроль робітником.

Найбільшого впливу на відхилення від заданих розмірів дає похибка несуміщення баз заготовки. При цьому похибка закріплення є практично відсутньою, бо використовуються автоматизовані пневматичні затискачі. Статичне настроювання здійснюють за достатньою точністю з допомогою універсальних вимірювальних пристроїв. Похибка динамічної настройки є невеликою, бо всі верстати завдяки відносно невеликих габаритів мають високу жорсткість і короткі розмірні та кінематичні ланцюги. Тому обмежуємось вибірковою контролем, наприклад: контролюємо одну деталь з 10 оброблених і здійснюємо контроль після кожної підналадки верстата.

Враховуючи вищенаведені рекомендації для операційного контролю доцільно буде застосувати такі засоби:

- калібр-пробку гладку за ГОСТ 14.812-85 (для отворів $\varnothing 22H7$, $\varnothing 10H7$);
- калібр-пробки різеві (для отворів М6, М8, М10, М12);
- зразки шорсткості ГОСТ 9378-85 (для площин 60×290 мм, 145×440 мм).

До допоміжних операцій технологічного процесу будемо відносити такі операції:

- промивання;
- сушіння;
- фарбування;

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- консервація;
- пакування.

Доцільно відмітити, що останні дві операції (консервація і пакування) необхідно буде виконувати тільки для тієї частини деталей, які призначені для комплекту запасних частин і пристроїв.

До транспортних операцій будемо відносити:

- підвезення заготовок на ділянку механічної обробки (виконується за допомогою автомобіля);
- транспортування заготовок по робочих місцях (здійснюється за допомогою тельфера);
- транспортування вже готових деталей у складальний цех (здійснюємо за допомогою автомобіля).

2.7.5. Нормування технологічного процесу.

При середньосерійному виробництві визначають штучно-калькуляційну норму часу $T_{шт-к}$:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n} \quad (2.41)$$

де $T_{н.з}$ – підготовчо-заключний час;

n – партія деталей ($n = 31$ шт.);

$T_{шт}$ - штучний час;

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{дон} + T_{об} + T_{е} \quad (2.42)$$

де: $T_{осн}$ - є основним часом;

$T_{дон}$ - є допоміжним часом;

$T_{об}$ - час, необхідний на обслуговування робочого місця;

$T_{е}$ - час, необхідний на відпочинок і природні потреби.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{дон} = T_{в.з} + T_{з.в.} + T_{к} + T_{вим} \quad (2.43)$$

- де: $T_{в.з}$ - час для встановлення заготовки і зняття обробленої деталі;
 $T_{з.в.}$ - час для закріплення заготовки і відкріплення готової деталі;
 $T_{к}$ - час для прийомів керування верстатом;
 $T_{вим}$ - час для вимірювання.

Сумарний час для обслуговування робочого місця і для відпочинку і природні потреби, приймаємо рівним 9% від $T_{он}$:

$$T_{об} + T_{в} = 0,09T_{он}, \quad (2.44)$$

тут операційний час:

$$T_{он} = T_{осн} + T_{дон}.$$

Нормування технологічного процесу наведемо на прикладі операції 010.

Операція 010 – Вертикально-фрезерна.

1 .Фрезерувати 2 пов. 3 послідовно.

Основний час оброблення, згідно з табл. 1, ст. 610 [8]:

$$T_{осн} = \frac{L}{S_{хв}} \cdot 2, \quad (2.45)$$

- де L - розрахункова величина робочого ходу, мм;
 $S_{хв}$ - хвилинна подача, мм/хв.;

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.46)$$

- де l_1 - довжина оброблюваної поверхні, мм;
 l_2 - довжина врізання інструменту, мм;
 l_3 - довжина перебігу інструменту, мм;

$$L = 60 + 11 + 12 = 83 \text{ мм};$$

$$T_{осн} = \frac{83}{630} \cdot 2 = 0,264 \text{ хв.}$$

Час на встановлення і зняття деталі, згідно карти 16 [9]:

$$T_{в.з.} = 0,23 \text{ хв.}$$

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на закріплення і відкріплення деталі, згідно карти 16 [9]:

$$T_{з.в.} = 0,04 \text{ хв.}$$

Час на прийоми керування верстатом:

- ввімкнути і вимкнути верстат кнопкою: $2 \cdot 0,02$ хв.;
- підвести і відвести стіл: $2 \cdot 0,24$ хв.;

$$T_{к.} = (2 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,24) \cdot 2 = 1,04 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання деталі, згідно карти 86 [9]:

$$T_{вим.} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{доп.} = 0,23 + 0,04 + 1,04 + 0,4 = 1,71 \text{ хв.}$$

Операційний час:

$$T_{оп.} = T_{осн.} + T_{доп.} = 0,264 + 1,71 = 1,974 \text{ хв.}$$

Час для обслуговування робочого місця і для відпочинку приймаємо рівним 8% від $T_{оп.}$:

$$T_{обсл.} + T_{в.} = 0,08 \cdot T_{оп.} = 0,08 \cdot 1,974 = 0,158 \text{ хв.}$$

Загальний штучний час:

$$T_{шт.} = 1,974 + 0,158 = 2,132 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час (додаток 6.5 [9]):

- час на встановлення на стіл із закріпленням болтами і планками - 14 хв.;
- час на встановлення фрези - 2 хв.;
- час на одержання інструменту і пристроїв до початку роботи і здачу їх після завершення роботи - 7 хв.;

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к.} = 2,132 + \frac{23}{31} = 2,64 \text{ хв.}$$

Норми часу на дану та інші операції заносимо у табл. 2.11.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11. - Нормування технологічного процесу

Назва та зміст операції	T_o	$T_{уз}$	$T_{зв}$	$T_{к.}$	$T_{вим}$	$T_{дон}$	$T_{он}$	$T_{об} + T_{в}$	$T_{ум}$	$T_{п-з}$	$T_{ум-к}$
005 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати пов.2 і 25 одночасно	0,74	0,23	0,13	0,52	0,2	1,08	1,82	0,15	1,97	23	2,48
010 Вертикально фрезерна	0,89	0,23	0,04	1,56	0,6	2,43	3,28	0,27	3,59	23	4,1
1. Фрезерувати 2 пов. 3 послідовно	0,26	0,23	0,04	1,04	0,4	1,71					
2. Фрезерувати пов.2 начисто	0,63	-	-	0,52	0,2	0,72					
015 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати пов. 1 і 26 одночасно	0,74	0,23	0,13	0,52	0,2	1,09	1,83	0,15	1,98	23	2,49
020 Вертикально фрезерна Фрезерувати пов. 1 начисто	0,93	0,23	0,13	0,52	0,2	1,09	2,02	0,16	2,18	23	2,69
025 Вертикально-свердлильна з ЧПК	0,43	0,23	0,04	2,04	0,12	2,43	2,86	0,23	3,09	32	3,8
1. Центрувати 2 отв.5, 10 отв. 16, 3 отв. 13 посл.	0,12	0,23	0,04	0,42	-	0,69					
2. Свердлити 2 отв.5 послідовно	0,1	-	-	0,4	-	0,4					
3. Зенкерувати 2 отв.5 послідовно	0,07	-	-	0,4	-	0,4					
4. Розвернути послідовно 2 отв.5 начорно	0,06	-	-	0,4	-	0,4					
5. Розвернути послідовно 2 отв.5 начисто	0,08	-	-	0,42	-	0,54					
030 Вертикально-свердлильна з ЧПК	0,79	0,23	0,04	4,84	0,24	5,35	6,2	0,5	6,64	38	7,48
1. Центрувати отв. 6, 2 отв. 8, 2 отв. 9 послідовно	0,04	0,23	0,04	0,42	-	0,69					
	0,04	-	-	0,4	-	0,4					
2. Свердлити отв. 6	0,04	-	-	0,4	-	0,4					
3. Зенкерувати отв. 6	0,05	-	-	0,4	-	0,4					
4. Розвернути отв. 6 начорно	0,08	-	-	0,4	0,12	0,52					
5. Розвернути отв. 6 начисто	0,01	-	-	0,4	-	0,4					
6. Цекувати отв. 7	0,13	-	-	0,4	-	0,4					
7. Свердлити 2 отв. 8 послідовно	0,11	-	-	0,4	-	0,4					
8. Зенкерувати 2 отв. 8 послідовно	0,05	-	-	0,4	-	0,4					
9. Розвернути послідовно 2 отв. 8 начорно	0,1	-	-	0,4	0,12	0,52					
10. Розвернути послідовно 2 отв. 8 начисто	0,13	-	-	0,4	-	0,4					
11. Свердлити 2 отв. 9 послідовно	0,01	-	-	0,42	-	0,42					
12. Цекувати отв. 10											

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 2.11

Назва та зміст операції	T_o	$T_{уз}$	$T_{зв}$	T_k	$T_{вим}$	$T_{дон}$	$T_{он}$	$T_{об} + T_e$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$
035 Вертикально-свердлильна з ЧПК	6,85	0,23	0,04	3,24	1,26	4,77	11,6	0,94	12,5	35	13,34
1. Зенкувати 2 фаски 11 послідовно	0,02	0,23	0,04	0,42	-	0,69					
2. Нарізати 2 різи 12 послідовно	0,63	-	-	0,4	0,42	0,82					
3. Свердлити 3 отв.13 послідовно	0,25	-	-	0,4	-	0,4					
4. Зенкувати 3 фаски 14 послідовно	0,04	-	-	0,4	-	0,4					
5. Нарізати 3 різи 15 послідовно	1,19	-	-	0,4	0,42	0,82					
6. Свердлити 10 отв. 16 послідовно	0,83	-	-	0,4	-	0,4					
7. Зенкувати 10 фасок 17 послідовно	0,13	-	-	0,4	-	0,4					
8. Нарізати 10 різей 18 послідовно	3,76	-	-	0,42	0,42	0,84					
040 Вертикально-свердлильна з ЧПК	3,59	0,23	0,04	3,24	0,54	4,03	7,62	0,62	8,25	35	9,03
1. Центрувати 2 отв.4, 6 отв. 19 послідовно	0,07	0,23	0,04	0,42	-	0,69					
2. Свердлити 2 отв.4 послідовно	0,13	-	-	0,4	-	0,4					
3. Зенкерувати 2 отв.4 послідовно	0,11	-	-	0,4	-	0,4					
4. Розвернути послідовно 2 отв.4 начорно	0,05	-	-	0,4	-	0,4					
5. Розвернути послідовно 2 отв.4 начисто	0,1	-	-	0,4	0,12	0,52					
6. Свердлити 6 отв. 19 послідовно	0,67	-	-	0,4	-	0,4					
7. Зенкувати 6 фасок 20 послідовно	0,08	-	-	0,4	-	0,4					
8. Нарізати 6 різей 21 послідовно	2,38	-	-	0,42	0,42	0,82					
045 Радіально-свердлильна	1,37	0,23	0,04	1,24	0,42	1,93	3,3	0,26	3,56	30	4,23
1. Свердлити 2 отв.22 послідовно	0,29	0,23	0,04	0,42	-	0,69					
2. Зенкувати 2 фаски 21 послідовно	0,02	-	-	0,4	-	0,4					
3. Нарізати 6 різей 21 послідовно	1,06	-	-	0,42	0,42	0,84					
050 Плоскошліфувальна	6,67	0,23	0,04	1,0	0,23	1,5	8,17	0,66	8,83	23	9,34
1. Шліфувати пов.2 попередньо	2,68	0,23	0,04	0,52	-	0,79	3,47				
2. Шліфувати пов.2 начисто	3,99	-	-	0,48	0,23	0,71	4,7				
055 Плоскошліфувальна	7,09	0,23	0,04	1,0	0,25	1,52	8,61	0,69	9,3	23	9,81
1. Шліфувати пов. 1 попередньо	2,87	0,23	0,04	0,52	-	0,79	3,66				
2. Шліфувати пов. 1 начисто	4,22	-	-	0,48	0,25	0,73	4,95				
Разом по ТП	30,1	2,53	0,71	19,72	4,26	27,2 2	57,4	4,63	62	331	68,79

018Б-24.00.00.00.000 ПЗ

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування фрезерувального пристрою

3.1.1. Вибір, обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми.

Цей пристрій використовується при виконанні операції 010 для оброблення площини 440×145 (пов.1).

В якості силового елемента використовується пневмокамера, вмонтована у корпус пристрою, що забезпечує зменшення габаритів і маси самого пристрою. Пневмокамера є простою за конструкцією, нескладна при виготовленні і має невелику собівартість, що значно здешевлює процес виготовлення пристрою.

Перевагами цього пристрою є:

- просте і зручне базування заготовки;
- зменшення штучного часу внаслідок зменшення допоміжного;
- є постійним силовий затиск, що забезпечує мінімальну похибку встановлення;
- зменшена собівартість отримання деталі.

Недоліками цього пристрою є:

- необхідно оснастити робоче місце пневмомережею;
- необхідно використовувати допоміжного робітника - налагоджувача;

Точність повинна бути не нижчою за допуск на розмір від базової до оброблювальної поверхні - 0,74 мм (за виконавчого розміру $60 \pm 0,37$ мм).

Для схеми компоновки пристрою забезпечують такі умови:

- 1) заготовка займає стійке положення рівноваги при прикладанні сили затиску;
- 2) при закріпленні заготовки не повинно бути порушене положення, що надають їй при встановленні;
- 3) сили, що виникають при різанні, не повинні зміщувати заготовку.

Розглянемо кілька схем (рис. 3.1.)

Аналіз компоновання конструктивних схем будемо виконувати на основі сумарних коефіцієнтів ваг $K_{\Sigma n}$:

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\Sigma n} = K_1 \cdot 0,5 + K_2 \cdot 0,35 - 0,1K_3 \cdot -0,1K_4 + 0,05K_5 \quad (3.1)$$

де: K_1 - коефіцієнт, що для підсилення;

K_2 - коефіцієнт наявності властивостей самогальмування;

K_3 - коефіцієнт кількості передавальних ланок;

K_4 - коефіцієнт наявності проміжної ланки;

K_5 - коефіцієнт компактності пристрою.

Усі розрахунки заносимо у таблицю 3.1.

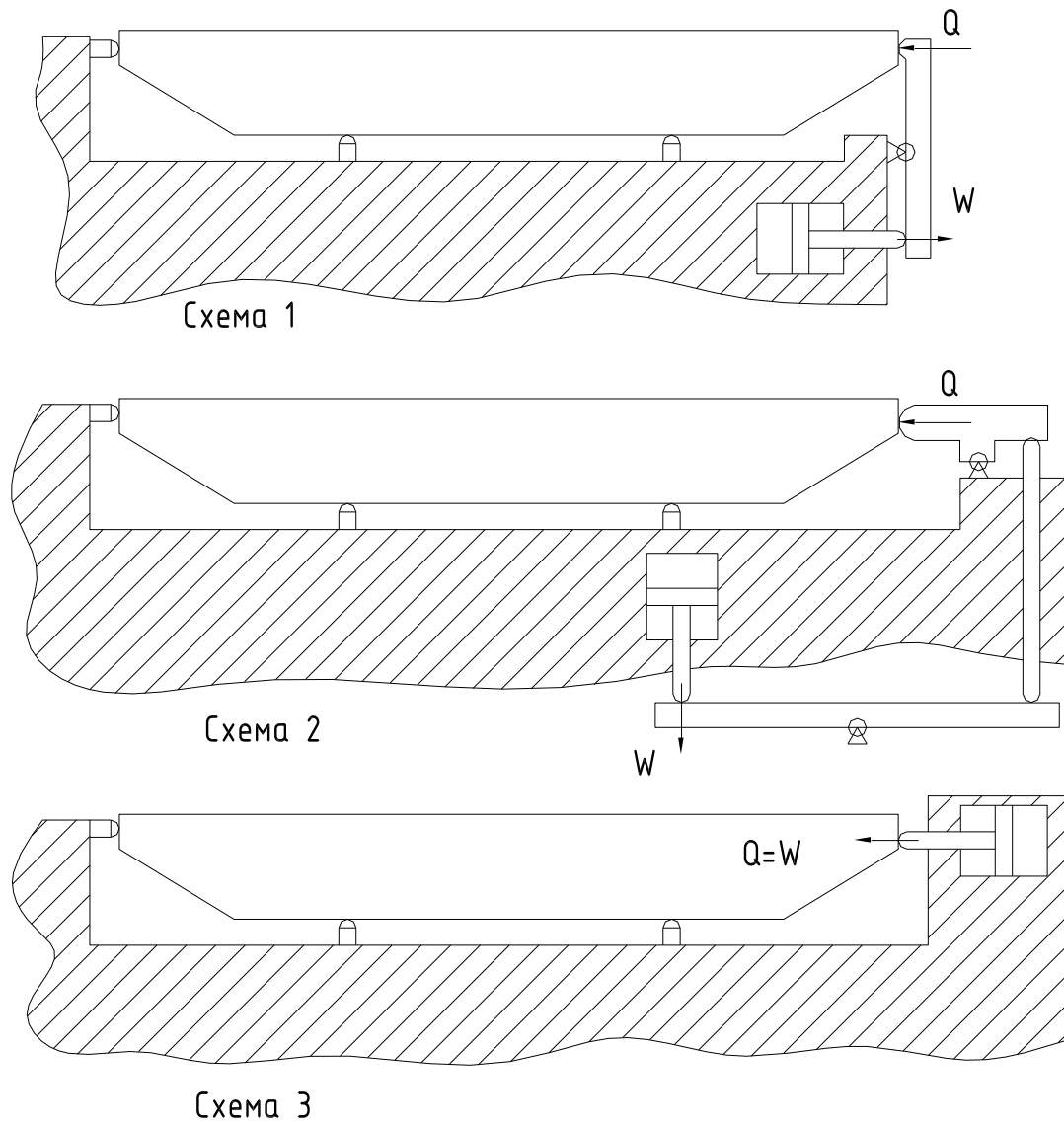


Рисунок 3.1 - Схеми компоновки пристрою

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 3.1. - Встановлення раціональної схеми компоновки пристрою

Критерій оцінки	Оптимальний коефіцієнт підсилення	Наявність властивості самогальмування	Кількість передавальних механізмів	Наявність проміжної ланки	Компактність	Критерій оцінки компоновальних схем за коефіцієнтом ваги
Номер схем	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	1	0	1	1	1	0,35
2	2	1	3	2	2	0,95
3	0	0	1	0	2	0

Зважаючи на критерії оцінки компоновочних схем вибираємо схему 2, яка має найбільший коефіцієнт ваги.

3.1.2. Силкові розрахунки параметрів приводу.

Для високої надійності сили затиску введемо коефіцієнту запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (3.2)$$

де: K_0 - коефіцієнт гарантії запасу;

K_1 - коефіцієнт наявності випадкових нерівностей на поверхні заготовки;

K_2 - коефіцієнт прогресуючого затуплення ріжучого інструменту;

K_3 - коефіцієнт збільшення сили різання при переривчастому різанні;

K_4 - коефіцієнт характеристики затискного пристрою з точки зору постійності сил, які він розвиває;

K_5 - коефіцієнт врахування наявності моментів, що намагаються повернути заготовку.

Згідно з [3] приймаємо:

$$K_0 = 1,5$$

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = 1,3$$

$$K_3 = 1$$

$$K_4 = 1$$

$$K_5 = 1,1$$

Загальний коефіцієнт K рівний:

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 2,15.$$

Розрахункова схема для визначення необхідної сили затиску наведена на рис.3.2.

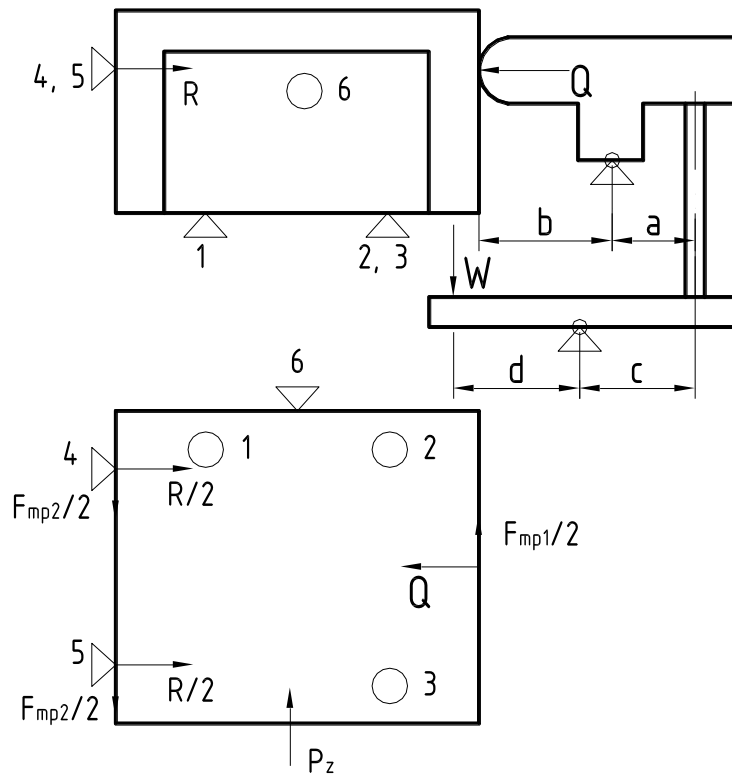


Рисунок 3.2 - Схема для визначення необхідної сили затиску

Розрахунок сили затиску проводиться за умови, що заготовка в процесі оброблення повинна повертатися навколо осі О-О під дією крутного моменту $M_{кр}$:

$$\sum M_{кpo} = 0, \quad (3.3)$$

Згідно з рис. 3.2:

$$-K \cdot M_{кр} - R \cdot 1/2 + F_{mp2} \cdot 1/2 + Q \cdot 1/2 + F_{mp1} \cdot 1/2 = 0;$$

$$F_{mp1} = Q \cdot f_1; \quad F_{mp2} = R \cdot f_2;$$

При умові $R = Q$ отримаємо:

$$F_{mp2} = Q \cdot f_2;$$

$$K \cdot M_{кр} = -Q \cdot 1/2 + Q \cdot f_2 \cdot 1/2 + Q \cdot 1/2 + Q \cdot f_1 \cdot 1/2;$$

$$K \cdot M_{кр} = Q \cdot 1/2 \cdot \frac{1}{f_1 + f_2};$$

$$Q = \frac{2K \cdot M_{кр}}{l \cdot (f_1 + f_2)}; \quad M_{кр} = P_z \cdot \frac{D}{2};$$

де D - діаметр фрези ($D = 180\text{мм}$).

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Кінцево отримаємо: } Q = \frac{K \cdot P_z \cdot D}{l \cdot (f_1 + f_2)}. \quad (3.4)$$

$$\text{Сила різання рівна: } P_z = 1886,68 \text{ Н. } Q = \frac{2,15 \cdot 1886,68 \cdot 180}{145 \cdot (0,15 + 0,15)} = 16784,95 \text{ Н.}$$

Зусилля на штоці пневмокамери визначається як:

$$W = Q \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{c}{d} = 16784,95 \cdot \frac{35}{40} \cdot \frac{65}{85} = 11231,1 \text{ Н.}$$

$$\text{Діаметр мембрани пневмокамери: } D_m = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}; \quad (3.5)$$

де $\rho = 0,65$ МПа - тиск у пневмережі;

$$\eta = 0,85 - \text{ККД пневмокамери. } D_m = \sqrt{\frac{4 \cdot 11231,1}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 163,45 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_m = 180$ мм.

3.1.3. Розрахунок пристрою на точність.

На точність обробки має вплив ряд факторів, що викликають сумарну похибку Δ_Σ :

$$\Delta_\Sigma = \frac{1}{K} \cdot \sqrt{(K_1 \Delta \varepsilon_y)^2 + (K_2 \Delta_y)^2 + (K_3 \Delta_n)^2 + (K_4 \Delta_i)^2 + (K_5 \Sigma \Delta_\varepsilon)^2 + (K_6 \Sigma \Delta_t)^2} \quad (3.6)$$

де: K - коефіцієнт ризику або відносного розсіювання вихідного параметра; при заданій гарантованій надійності оснастки $K = 0,683$;

$K_1 - K_6$ - коефіцієнти, що залежать від відповідних законів розподілу похибок; приймаємо: $K_1 = K_2 = K_3 = 1,0$; $K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$;

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки заготовки;

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

Δ_n - похибка при налагодженні технологічної системи;

Δ_i - похибка, що виникає при зношенні різального інструмента;

$\Sigma \Delta_\varepsilon$ - сумарна похибка верстата, яка появляється внаслідок його зношення за весь період експлуатації;

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Sigma \Delta_t$ - сумарна похибка температури.

1. Похибка встановлення $\Delta \varepsilon_y$ виникає при відхиленні фактичного положення закріпленої деталі від розрахункового:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} \quad (3.7)$$

де: ε_{δ} - похибка базування заготовки в оснастці;

ε_3 - похибка, що виникає при закріпленні заготовки;

ε_{np} - похибка положення заготовки в оснастці.

1.1. Похибка при базуванні $\varepsilon_{\delta} = 0$, так як конструкторська, технологічна і вимірна бази співпадають.

1.2. Похибка при закріпленні $\varepsilon_3 = 0$, бо даний пристрій передбачається оснащувати пневматичним затискним механізмом для забезпечення постійності сили затиску.

1.3. Похибка положення заготовки в оснастці ε_{np} виникає наслідок неточності виготовлення пристрою ε_{δ} і зношення його установочних елементів $\varepsilon_{зн}$, а також похибки встановлення пристрою на верстаті $\varepsilon_{вст}$.

$$\overline{\varepsilon_{np}} = \overline{\varepsilon_{\delta}} + \overline{\varepsilon_{зн}} + \overline{\varepsilon_{вст}} \quad (3.8)$$

Технологічні можливості при виготовленні пристроїв забезпечують похибку ε_{δ} в межах 0-15 мкм. [4]. Приймемо $\varepsilon_{\delta} = 10$ мкм.

Визначимо величину зношення установочних елементів $\varepsilon_{зн}$:

$$\varepsilon_{\delta} = \beta \cdot N^n; \quad (3.9)$$

де: N - число контактів заготовки з установочними елементами оснастки;

β - константа, яка залежить від виду установочних елементів.

$$\varepsilon_{зн} = 0,1 \cdot 1500^{0,65} = 11,6 \text{ мкм.}$$

Похибку встановлення пристрою на верстаті приймаємо рівною: $\varepsilon_{вст} = 12$ мкм [3].

В абсолютній формі рівняння (3.4) запишеться як:

$$\varepsilon_{np} = t \sqrt{\lambda_1 \varepsilon_{\delta}^2 + \lambda_2 \varepsilon_{зн}^2} + \varepsilon_{вст} \quad (3.10)$$

де t - коефіцієнт можливого браку;

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

λ_1, λ_2 коефіцієнти закону розподілу випадкових величин.

$$\varepsilon_{np} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 11,6^2 + \frac{1}{9} \cdot 12^2} + 10 = 33,4 \text{ мкм}; \Delta\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 33,4^2} = 33,4 \text{ мкм}.$$

2. Похибку обробки заготовки Δ_y прийmemo 60 мкм [4].

3. Визначимо похибку налагодження технологічної системи Δ_n :

$$\Delta_n = \sqrt{(K_p \Delta_p)^2 + (K_{вим} \Delta_{вим})^2}, \quad (3.11)$$

де: $K_p, K_{вим}$ - коефіцієнти закону розподілу випадкових величин;

Δ_p - похибка при регулюванні;

$\Delta_{вим}$ - похибка при вимірюванні.

Згідно з [4], приймаємо:

$$\Delta_p = 40 \text{ мкм}, \Delta_{вим} = 50 \text{ мкм}, K_p = 1,15, K_{вим} = 1,0.$$

$$\Delta_n = \sqrt{(1,15 \cdot 40)^2 + (1 \cdot 50)^2} = 68 \text{ мкм}.$$

4. Похибку зношення різального інструменту Δ_i , згідно з [4], приймаємо рівною 45 мкм.

5. Сумарну похибку верстата $\Sigma\Delta_e$ при його зношенні за період експлуатації, згідно з [4], прийmemo рівною 18 мкм.

6. Сумарну похибку температури $\Sigma\Delta_t$ прийmemo рівною 10-15% від Δ_Σ .

Сумарна похибка (без впливу температурної похибки):

$$\Delta_\Sigma = \frac{1}{0,683} \cdot \sqrt{(1 \cdot 33,4)^2 + (1 \cdot 60)^2 + (1 \cdot 68)^2 + (1,73 \cdot 45)^2 + (1,73 \cdot 18)^2} = 187 \text{ мкм};$$

$$\Sigma\Delta_t = 0,15 \cdot 187 = 28 \text{ мкм}.$$

Загальна похибка:

$$\Delta_\Sigma = \frac{1}{0,683} \cdot \sqrt{(1 \cdot 33,4)^2 + (1 \cdot 60)^2 + (1 \cdot 68)^2 + (1,73 \cdot 45)^2 + (1,73 \cdot 18)^2 + (1,73 \cdot 28)^2};$$

$$\Delta_\Sigma = 200 \text{ мкм}.$$

Мінімальний допуск на обробку заданої поверхні становить 0,74 мм ($\pm 0,37$ мм). Тому умова $\Delta_\Sigma < TA$ виконується.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.4. Загальний опис конструкції та роботи пристрою, економічне обґрунтування.

У конструкцію даного пристрою входять стандартні та нестандартні деталі. До нестандартних відносяться такі деталі, як пневмокамера, корпус, кутники, коромисло, шток, втулка, вилки, кришка. До стандартних деталей належать гвинти, штифти, опорні пластини, кільця, шайби, шпонки, осі.

Заготовка в процесі оброблення базується на опорні пластини 18. Затиск здійснюється за допомогою вбудованої пневмокамери 1. При подачі повітря у верхній порожнині камери шток передає зусилля на коромисло 4, через коромисло - на шток 5, потім на кулачок 6. Розтиск обробленої деталі здійснюється за допомогою пружини 11 за зворотнього ходу мембрани пневмокамери.

Для визначення економічної ефективності нового пристрою проведемо порівняльний аналіз двох значень технологічної собівартості обробки заготовки на певній операції за використання старого C_c і нового C_n пристроїв, застосувавши такі формули:

$$C_c = Z_c \left(1 + \frac{z}{100} \right) + \frac{S_c}{N} \left(\frac{1+q_n}{i} + q_e \right);$$

$$C_n = Z_n \left(1 + \frac{z}{100} \right) + \frac{S_n}{N} \left(\frac{1+q_n}{i} + q_e \right).$$
(3.12)

де Z_c, Z_n - основна зарплата при виконанні цієї операції за використання відповідно старого і нового пристроїв;

S_c, S_n - собівартість виготовлення старого і нового пристроїв відповідно;

$z = 150...200$ % - цехові накладні витрати;

$q_n = 0,5$ - коефіцієнт проектування розробленого пристрою;

$q_e = 0,2...0,3$ - витрати на експлуатацію, або коеф. експлуатації пристрою

i - термін служби пристрою;

N - річна програма випуску;

Величина основної зарплати визначається за формулою:

$$Z = T_{ум} \cdot b_{n/2},$$
(3.13)

де $T_{ум}$ - штучний час оброблення деталі, хв;

									Арк.
									66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$b_{n/2}$ - погодинний оклад робітника відповідного розряду (0,93 грн/год для 6-го розряду);

$$z_c = \frac{27,2}{60} \cdot 0,93 = 0,422 \text{ грн}; \quad z_n = \frac{20,51}{60} \cdot 0,93 = 0,318 \text{ грн.}$$

Собівартість пристрою встановлюємо залежно від його складності, тобто від числа основних деталей та їх питомої собівартості:

$$S = n \cdot C_n; \quad (3.14)$$

де n - кількість деталей пристрою;

C_n - питома собівартість пристрою на одну деталь.

$$S_c = 7 \cdot 30 = 210 \text{ грн}; \quad S_n = 16 \cdot 30 = 480 \text{ грн};$$

$$C_c = 0,422 \left(1 + \frac{200}{100} \right) + \frac{210}{1500} \left(\frac{1+0,5}{3} + 0,3 \right) = 1,378; \text{ грн};$$

$$C_n = 0,318 \left(1 + \frac{200}{100} \right) + \frac{480}{1500} \left(\frac{1+0,5}{3} + 0,3 \right) = 1,21. \text{ грн.}$$

Економічний ефект використання нового пристрою:

$$E = (C_c - C_n) \cdot N = (1,378 - 1,21) \cdot 1500 = 252 \text{ грн.}$$

Термін окупності його (у роках): $T = \frac{S_n \left(1 + \frac{q}{100} \right)}{E}; \quad (3.15)$

де q - витрати при експлуатації, у % від його вартості:

$$T = \frac{480 \left(1 + \frac{35}{100} \right)}{252} = 2,57 \text{ року.}$$

3.1.5. Спеціальні види розрахунків.

Розрахунок елементів оснастки на міцність

Найбільш слабким місцем у конструкції пристрою є вісь 24, за допомогою якої зусилля затиску передається від пневмокамери 1 на коромисло 4.

Розрахунок на міцність проводимо за умови:

$$\tau = \frac{W}{F} \leq [\tau]; \quad (3.16)$$

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де τ - напруження матеріалу осі 24 на зріз, МПа;

$[\tau]$ - допустиме напруження матеріалу осі 24 на зріз, МПа (приймаємо рівним 60 МПа);

W - сила на штоці пневмокамери, Н;

F - площа поперечного перерізу осі, мм²;

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 201,06 \text{ мм}^2;$$

$$\tau = \frac{11231,1}{201,06} = 55,86 \text{ МПа.}$$

$\tau < [\tau]$ - умова міцності виконується.

Розрахунок елементів пристрою на спрацювання.

Загальний допуск установчих опор пристрою визначиться як

$$T = T_{\text{виг.}} + T_{\text{зн.}}, \quad (3.17)$$

де $T_{\text{виг.}}$ - допуск на виготовлення (приймаємо рівним 1/3 загального допуску);

$T_{\text{зн.}}$ - допуск на зношування.

Приймаючи рекомендований [3] допуск на висоту опори $h7$ в межах 0,018 мм, отримаємо:

$$T_{\text{виг.}} = \frac{1}{3} \cdot 0,018 = 0,006 \text{ мм.}$$

Отриманий допуск заокруглюємо до стандартного значення: для поля $h6$ він складе 0,008 мм. Тоді $T_{\text{виг.}} = 0,008$ мм і допуск на зношування:

$$T_{\text{зн.}} = T - T_{\text{виг.}} = 0,018 - 0,008 = 0,010 \text{ мм.}$$

Використовуючи графічні залежності [4], визначаємо зносостійкість опор:

$$C = 1220 \text{ шт./мкм.}$$

Допустима кількість встановлень на опори, що є причиною зношення на величину $T_{\text{зн.}}$: $N_{\text{дет}} = C \cdot T_{\text{зн.}} = 1220 \cdot 10 = 12200$ дет.

Кількість опор, що необхідна для виготовлення річної програми N :

$$n = \frac{N}{N_{\text{дет}}} = \frac{1500}{12200} = 0,13 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 1$ комплект.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Проектування пристрою для обробки групи отворів

Розрахункову схему для визначення необхідної сили затиску наведено на рис. 4.3.

Розрахунок сили затиску пристрою проводять за таких двох умов:

- 1) під дією крутного моменту заготовка не повинна провертатися навколо осі;
- 2) під дією осьової сили заготовка не повинна зміщуватися вздовж осі.

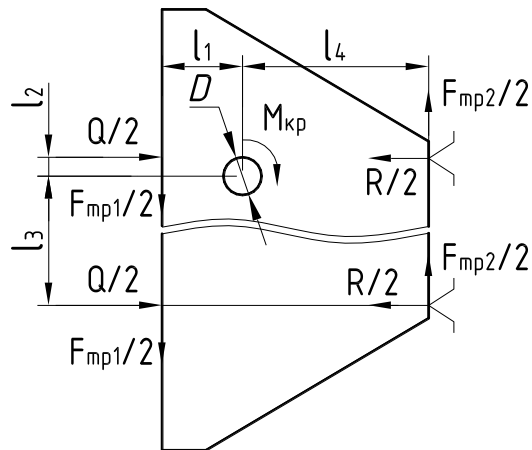


Рисунок 3.3 - Розрахункова схема для визначення сили затиску

Згідно з рис. 3.3 і умови $\sum M_{кр} = 0$, одержимо:

$$-K \cdot M_{кр} + F_{мп1} \cdot l_1 - Q/2 \cdot l_2 + R/2 \cdot l_2 + F_{мп2} \cdot l_4 - R/2 \cdot l_3 + Q/2 \cdot l_3 = 0;$$

$$-K \cdot M_{кр} + F_{мп1} \cdot l_1 - (Q/2 - R/2) \cdot l_2 + F_{мп2} \cdot l_4 - (R/2 - Q/2) \cdot l_3 = 0;$$

$$F_{мп1} = Q \cdot f_1; \quad F_{мп2} = R \cdot f_2;$$

Оскільки $R = Q$, то $F_{мп2} = Q \cdot f_2$.

Отже, одержимо:

$$K \cdot M_{кр} = -Q \cdot f_1 \cdot l_1 + Q \cdot f_2 \cdot l_4 = Q \cdot (f_1 \cdot l_1 + f_2 \cdot l_4);$$

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f_1 \cdot l_1 + f_2 \cdot l_4}.$$

Оскільки $M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 9^{2,0} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 3,12$ Н·м [15], то отримаємо:

$$Q = \frac{2,15 \cdot 3,12}{0,15 \cdot 10 + 0,15 \cdot 50} = 0,75 \text{ Н.}$$

Зусилля, яке слід прикласти до клина, визначається згідно рис. 3.4:

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

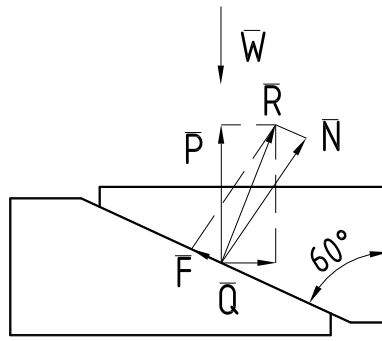


Рисунок 3.4 - Визначення зусилля, яке слід прикласти до клина

$$W = 0,5 \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) = 0,5 \cdot 425,22 \cdot \operatorname{tg}(60^\circ + 10^\circ) = 584,14 \text{ Н.}$$

За умови, що момент, прикладений до гайкового ключа із плечем $l=200$ мм, рівний сумі моментів і різі і на опорній поверхні гайки, визначаємо зусилля робітника:

$$F_{np} = M_{кл} / l \qquad M_{кл} = M_p + M_f$$

$$M_p = W \cdot d_2 / 2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) \qquad M_f = f \cdot W \cdot R_{cp}$$

де: $d_2 = 10,86$ мм - середній діаметр різі;

ψ - кут підйому різі $\psi = \operatorname{arctg} P / (\pi d_2) = \operatorname{arctg} 75 / (\pi \cdot 10,86) = 2,9^\circ$;

$\rho = 5^\circ$ - кут тертя;

$f = 0,15$ - коефіцієнт тертя;

$R_{cp} = 0,012$ мм - радіус гайки;

$$M_p = 584,14 \cdot 10,86 / 2 \cdot 10^{-3} \cdot \operatorname{tg}(2,9^\circ + 5^\circ) = 0,94 \text{ Н м;}$$

$$M_f = 0,15 \cdot 584,14 \cdot 0,012 = 2,05 \text{ Н м;}$$

$$M_{кл} = 0,94 + 2,05 = 2,99 \text{ Нм.}$$

Тоді зусилля робітника рівне:

$$F_{np} = 2,99 / 0,2 \approx 15 \text{ Н.}$$

Загальний опис конструкції та роботи пристрою.

Заготовка в процесі оброблення базується на плити 5 (установча база), дві опори 4 (напрямна база) і планку 6 (упорна база).

Опора 3 забезпечує відсутність зміщення заготовки вздовж плити 5.

В даному пристрою затиск заготовки здійснюється вручну за допомогою

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

гайкового ключа. Зусилля робітника, яке слід прикласти до ключа із плечем 200мм, складає 15 Н.

3.3. Проектування пристрою для контролю перпендикулярності площин

Даний пристрій складається з корпусу, повзуна, напрямних, втулок, азбестових прокладок, шпильки, рукоятки, п'яти, індикаторної головки, штифтів, гвинтів, опор.

Пристрій встановлюється на один з країв деталі. Потім індикатор виставляється на нуль. Плавно переміщаючи повзун 2 по напрямних 3 з крайнього лівого положення у крайнє праве, визначається відхилення перпендикулярності. Аналогічно проводиться вимірювання ще для чотирьох положень пристрою, переміщаючи його почергово на відстані 95 мм, 190 мм, 285 мм, 380 мм від його початкового положення.

Відхилення перпендикулярності - не більше 0,006 мм.

Зусилля затиску деталі п'яткою 11 складає 50 Н, а зусилля переміщення повзуна 2 - 20 Н.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Характеристика ділянок механічного оброблення деталі з точки зору техніки безпеки

4.1.1. Внутрішній план ділянки з врахуванням вимог безпеки праці, санітарних та пожежних вимог.

Згідно завдання необхідно було розробити ділянку механічної обробки корпусу ШЛ-1032/1 - пристрою для шліфування. Для розробки внутрішнього плану ділянки початковими даними є: модернізований технологічний процес механічної обробки корпусу; номенклатура обладнання, кількість та габарити обладнання; річна програма випуску деталей.

Цех та розміщення обладнання на ділянці відбувається згідно норм та вимог при розробці та проектуванні механічних цехів за СНіП-11-92-86, а також згідно інших джерел [5-6].

На ділянці мехобробки корпусу технологічне обладнання розміщують по виконанні технологічного процесу. Верстати будуть встановлені в лінію, а по проходу вони будуть розташовані під кутом. Ділянки, що зайняті обладнанням, повинні займати мінімальну площу. Відстані між обладнанням, стінами і колонами приміщення підбираємо згідно рекомендацій [6]. Відстані вибираються залежно від габаритів машин, що в середньому складає 2000×4000 мм. Тому при плануванні ділянки використовуються настакіупні параметри:

- $v = 1500$ мм - віддаль між верстатами (при розміщенні в “потилицю”);
- $e = 800$ мм - віддаль від стін чи колон будівлі до задньої або бокової сторони машини;
- $A = 3000$ мм - ширина між рядами обладнання [6];
- $B = 3500$ мм - відстань між рядами обладнання.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.2. Санітарно-гігієнічні параметри умов праці на дільниці та порівняння з нормативними.

Фізична праця на дільниці стосується робіт середньої категорії важкості - 2-а, за ГОСТ 12.1.005-88.

Для забезпечення належних метеорологічних умов в робочій зоні виробничого приміщення визначені норми метеорологічних умов, що включені в санітарні норми при проектуванні промислових підприємств. Норми (табл. 4.1.) враховують як пору року, так і характер виробничого приміщення і міру важкості виконуваних робіт при створенні належних умов праці.

Покращення освітлення робочої поверхні підвищує контрастну чутливість, гостроту розрізняння, швидкість розрізняння і період ясного бачення, що позитивно впливають на ріст продуктивності праці і якості виконуваних операцій.

Таблиця 4.1. - Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій ділянці виробничих приміщень (категорія робіт 2а)

Період року	Оптимальна темп.	Температура, °С				Відносна вологість, у %		Швидкість руху повітря, у %	
		Допустима							
		Верхня зона		Нижня зона		Оптимальна	Допустима на робочих місцях	Оптимальна	Допустима на робочих місцях
		На робочому місці							
Постійний	Не постійний	Постійний	Не постійний						
Холодний	18-20	22	24	18	16	40-60	75	0,2	0,30
Теплий	21-23	27	29	17	17	40-60	65 при 27°	0,3	0,2÷0,4

Параметри освітлення, що є важливими при створенні нормальних умов, визначаються згідно з СНП П-4-89.

На характер і якість зорової роботи найбільший вплив мають розміри виробу, можливість розрізнення на контрольних операціях. Так як у нас дрібносерійний тип виробництва і основними засобами контролю є універсальний інструмент (штангенциркуль) і калібри (скоби, шаблони і контршаблони), то для дільниці обробки корпусу визначено розряд зорових робіт - 4а.

Джерелом шуму у виробничій зоні є технологічне обладнання і машини. Шум виникає в процесі пружних коливань хвиль звукових, що створюються обладнанням і деякими його частинами.

Виробничий шум в зоні обробки відноситься до другого класу. Середня частота шуму дорівнює 60 - 120 Гц, який створюється від обладнання неударної дії. Згідно ГОСТ 12.1.003-83 рівень звуку і шуму не повинен перевищувати 85 дБ.

Вібрація теж шкідливо діє на організм людини. Рівень вібрації має відповідати ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ.

4.2. Заходи з покращення умов роботи

4.2.1. Розробка заходів організаційного і конструкторського характеру в боротьбі із вібраціями та шумом.

Захист працюючих від шуму можна здійснювати як колективними засобами і методами, так й індивідуальними. Більш ефективним заходом є зменшення шуму та вібрації у джерелі його виникнення.

Основним джерелом появи на дільниці механічного шуму є зубчаті передачі, різні підшипники та інші рухомі металеві елементи обладнання. Зменшити шум зубчастих коліс можна збільшивши їх точність, замінивши металеві шестерні неметалевими, а також за використання компенсаторів та косозубих і шевронних шестерень.

Величина шуму від підшипників залежить: від якості їх виготовлення, від характеру посадки на вал та в отвори корпусів, від мастил та присадок. Самий незначний шум створюють підшипники ковзання.

Шум при різанні металів залежить від матеріалу різця, форми ріжучої частини, а тому зменшити його можна, використовуючи різці з твёрдосплавними та швидкорізальними пластинами.

Для підвищення віброізоляції стаціонарних машин з вертикально діючим зусиллям в матеріалообробці використовують віброізолюючі опори, типу пружних прокладок чи пружин (рис. 4.2).

Пружні віброізолятори порівняно з резиновими прокладками мають деякі переваги. Вони можуть використовуватись для подолання коливань як низьких,

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

так і високих частот, довгий час зберігають свої пружні властивості, добре протидіють дії масел і температури, та є невеликими за розмірами.

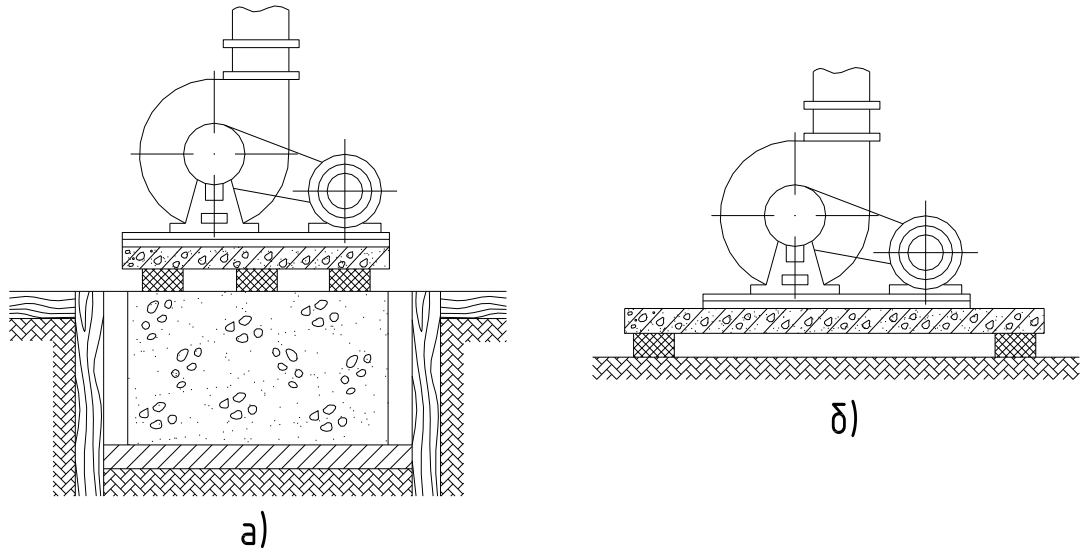


Рисунок 4.1 - Схеми установки обладнання: а - на фундаменті та ґрунті; б - на перекритті

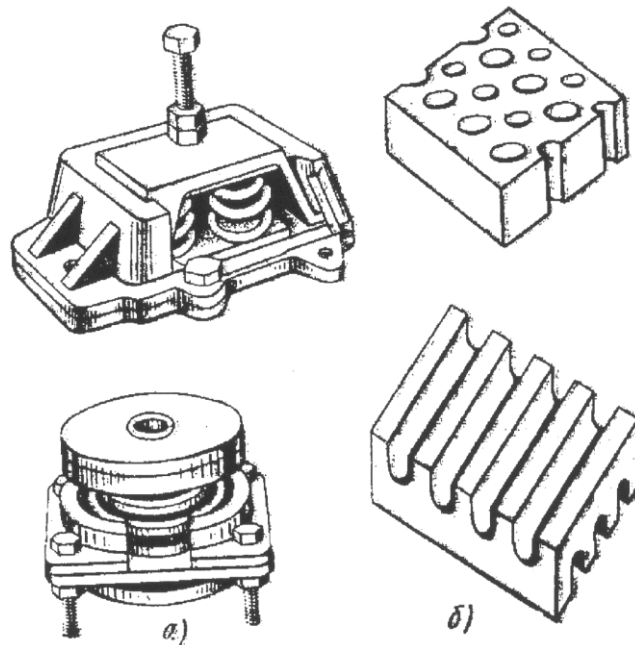


Рисунок 4.2 – Види віброізоляційних опор: а - пружинні; б - резинові

4.2.2. Розробка заходів із забезпечення зниження запиленості повітря у робочих зонах цеху.

Виробничі процеси поділяють на 4 групи за характером і ступенем дії на робочих. Техпроцес на дільниці механічного оброблення деталей з сірого чавуну СЧ-21-40, що за ГОСТ 1412-90, відноситься до 1 групи виробничих процесів, що протікають за нормальних метеоумов.

						018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

При інтенсивній обробці і пилоутворенні найбільш ефективним пристроєм є кожух з відсосом пилюки, який повністю закриває джерело пилоутворення.

Такими кожухами з відсосом обладнують верстати, де обробка матеріалів супроводжується великою пилюкою і великим відлітанням частинок матеріалу, і які можуть нанести травму працівнику (рис. 4.3, а). Це є шліфувальні, обдирочні верстати та інші.

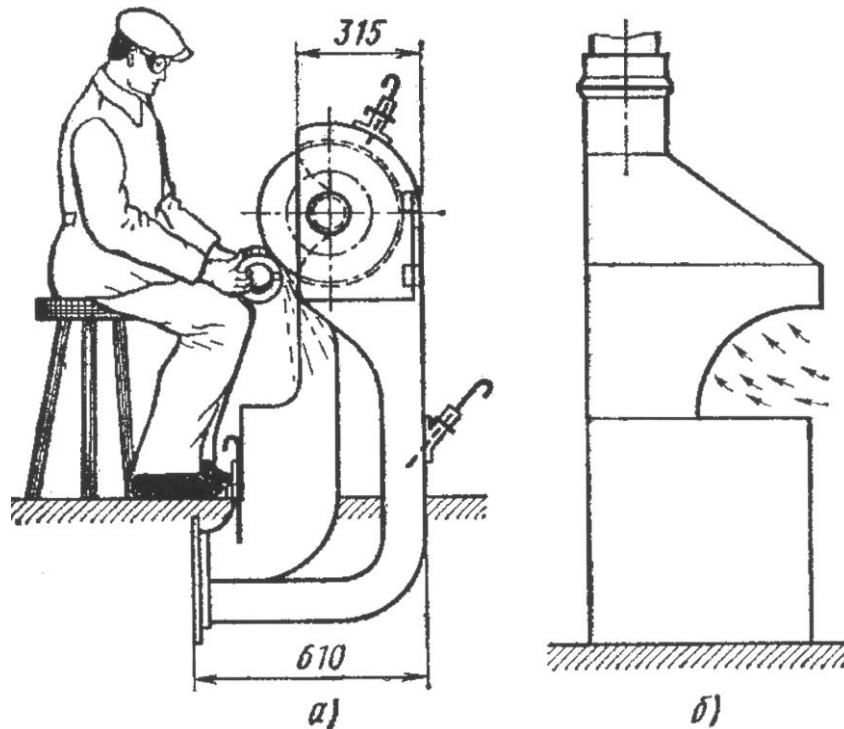


Рисунок 4.3 – Схема кожуха і витяжної шафи

Шкідливим фактором, що негативно впливає на працюючих цеху, може бути виробнича пилюка, джерелом виникнення якої є дільниця заточувальних верстатів, а також шліфувальні верстати. На заточувальній дільниці заточують спрацьований різальний інструмент. На даній дільниці передбачена місцева витяжна вентиляція у формі витяжних шаф (рис. 4.3, б). Швидкість повітря через робочий отвір складає 0,5...0,7 м/с. За особливо шкідливих випарів швидкість повітря становить 1...1,5 м/с.

4.3. Пожежна профілактика

4.3.1 Характеристика цеху за ступенем пожежної безпеки

Залежно від фізико-хімічних властивостей речовин, які використовують у

									Арк.
									76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

виробничому процесі, можна наперед визначити ймовірність виникнення і поширення пожежі або вибуху, а також визначити приблизні розміри і їх наслідки. Тому основним показником тут є властивості речовин для можливості поділу виробництва за ступенем їх пожежної безпеки.

Згідно з протипожежними нормами виробництва поділяють на 5 категорій: А, Б, В, Г і Д.

Приміщення спроектованого цеху з позиції пожежної безпеки відносять до категорії Д – що є пожежно безпечні. Згідно СНиП 2.09.02-85 до цієї категорії відносяться виробництва, де обробляються негорючі речовини - що в холодному стані.

Важливою є допустима площа поверху в межах пожежного відсіку. Вона визначається згідно СНиП 2.09.02-85, і наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. - Допустиму число поверхів і їх площа в межах відліку споруд

Допустиме число поверхів	Ступінь вогнестійкості споруд	Площа поверху в межах пожежного відсіку споруд, м ²		
		Одноповерхових	Багатоповерхових	
			Два поверхи	Два поверхи і більше
10	I і II	Не обмежена		
3	III	7800	6500	3500
6	III	Не обмежена		
1	III	2500	6500	–
2	IV	3500	2600	–
2	V	2600	1500	–

4.3.2. Способи евакуації людей.

В цеху передбачені евакуаційні шляхи, які забезпечують евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщенні (рис. 4.4).

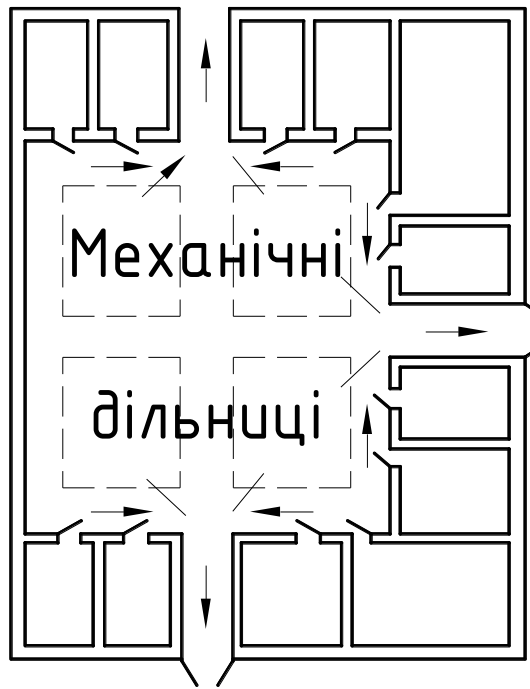


Рисунок 4.4 - План евакуації робочих цеху

Обов'язковими правилами, яких необхідно дотримуватись при евакуації під час пожежі, є такі правила: забезпечена найкоротша віддаль до виходу з приміщення, забезпечений мінімальний час для виходу з будівлі і забезпечені заходи з безпеки руху людей.

В розробленій ділянці усі будівлі виробничого, допоміжного і загального призначення є достатньо забезпечені евакуаційними виходами.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В даній дипломній роботі, згідно з завданням, спроектовано верстатні пристосування і розроблено технологічний процес для виготовлення корпусу 1032/1.

Також наведено характеристику службового призначення деталі і технічних вимог, здійснено аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталей. Встановлено тип і організаційну форму виробництва, розраховано і економічно обґрунтовано спосіб отримання заготовки, здійснено структурний аналіз та синтез декількох варіантів технологічного процесу, а також встановлено оптимальний ТП.

При детальній розробці технологічного процесу визначені припуски та міжопераційні розміри, здійснено розмірний аналіз, визначені режими різання та виконано проектування і розрахунок технологічного оснащення, додано контрольні, допоміжні та транспортні операції, проведено нормування ТП.

В роботі спроектовані пристрій для фрезерування площини 145×440 мм на розмір 60 мм, контрольний пристрій для можливості контролю перпендикулярності вищевказаної площини відносно базової, а також пристрій для свердління групи отворів. Розроблені організаційні питання та заходи з охорони праці в цеху і безпеки життєдіяльності.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
3. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління; 2-е видання– Луцьк: Вежа-Друк, 2014. — 428 с.
4. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
5. Технологічна оснастка: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
6. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: Навчально-методичний посібник для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І.М. Пижов. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – 91 с.
7. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
8. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.
9. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
- 10.ГОСТ 3.1107 – 81. Опори, затискні та установочні пристрої.

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					018Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		