

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення
стола 6520ФЗ-36.21.00.016 з дослідженням технологічної
спадковості при точінні

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи МТ_м-61
напряму підготовки (спеціальності) _____

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	<u>Мізюк В.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Паньків М.Р.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Ткаченко І.Г.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2019

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технології машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри професор Пилипець М.І.

2019р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Мізюк Віталій Мирославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи). Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення стола 6520ФЗ-36.21.00.016 з дослідженням технологічної спадковості при точінні

Керівник проекту (роботи) Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 27 вересня 2019 року № 4/7-855

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Базовий ТП виготовлення деталі.

2. Програма випуску – 20 000 шт/рік. 3. Креслення стола 6520ФЗ-36.21.00.016, технічні вимоги на виготовлення, 4. Нормативні документи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина. 2. Науково-дослідна частина. 3. Технологічна частина.

4. Конструкторська частина. 5. Спеціальна частина. 6. Проектна частина. 7. Обґрунтування економічної ефективності. 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

9. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Карти технологічних наладок, креслення верстатних пристроїв, креслення контрольного пристосування, креслення заготовки, креслення дільниці механоскладального цеху, результати виконання науково-дослідної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	<i>К.т.н, доц. Паньків М.Р.</i>		
Обґрунтування економічної ефективності	<i>К.т.н, доц. Дячун А.Є.</i>		
Охорона праці	<i>К.т.н, доц. Ткаченко І.Г.</i>		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	<i>Ст. викл. Клепчик В.М.</i>		
Екологія	<i>К.т.н, доц. Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина		
2	Науково-дослідна частина		
3	Технологічна частина		
4	Конструкторська частина		
5	Спеціальна частина		
6	Проектна частина		
7	Обґрунтування економічної ефективності		
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
9	Екологія		
10	Графічна частина		
11	Захист дипломної роботи		

Студент _____
(підпис)

Мізюк В.М.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Паньків М.Р.
_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота передбачає проектування технологічного процесу механічної обробки стола 6520ФЗ-36.21.00.016 з річною програмою випуску 20000 шт, технологічного оснащення для її виготовлення (пристрої, наладки, різальний та вимірювальний інструменти), проектування механічного цеху, розробку заходів по охороні праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також техніко-економічне обґрунтування прийнятих конструктивно-технологічних рішень.

В ході роботи проведено:

1. Описання конструкції деталі і її службове призначення.
2. Технологічний контроль креслення і аналіз деталі по технології.
3. Попередній вибір типу виробництва і його характеристики.
4. Розрахунок економічного обґрунтування вибору і метод отримання заготовки.
5. Проектування технологічного процесу виготовлення деталі з попереднім вибором обробки елементарних поверхонь деталі.
6. Розрахунок загальних і операційних припусків і міжопераційних допусків.
7. Розрахунок режимів різання.
8. Розрахунок норм часу і уточнення типу виробництва по K_{30} .
9. Розрахунок техніко – економічного обґрунтування вибору одного із верстатів технологічної операції.
10. Вибір і розрахунок пристроїв.
11. Вибір і розрахунок ріжучих інструментів.

Об'єм графічної частини дипломного проекту становить листів формату А1 та А2. Об'єм пояснювальної записки складає друкованих сторінок.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мізюк				РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків							
Консульт								
Н. конт.	Ткаченко							
Затв.	Пилипеш							
						<i>ТНТУ, каф. КМ, гр. МТ_м- 61</i>		6

ЗМІСТ

	РЕФЕРАТ	3
	ВСТУП	6
1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1	Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами	7
1.2	Методи вирішення поставленої проблеми	9
1.3	Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра	12
2	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	14
2.1	Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень	14
2.2	Оброблення результатів досліджень	17
3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
3.1	Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення	22
3.2	Аналіз базового технологічного процесу	23
3.3	Сучасні досягнення в галузі технології виготовлення подібних виробів, порівняльний аналіз	25
3.4	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу	26
3.5	Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва	29
3.6	Відпрацювання деталі на технологічність	31
3.7	Відпрацювання деталі на технологічність	35

					<i>ДР 18-106.00.00</i>					
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЗМІСТ			<i>Лім</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Мізюк</i>						4	2	
<i>Перевір.</i>		<i>Паньків</i>								
<i>Консульт.</i>										
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко</i>						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ_{мз}-61</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Пилипець</i>			7					

3.8	Вибір методів обробки поверхонь (за коефіцієнтами уточнень)	36
3.9	Вибір та розрахункове обґрунтування баз	39
3.10	Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу	44
4	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	61
4.1	Вибір верстатного пристрою для фрезерування	61
4.1.1	Вибір і обґрунтування принципу дії та структурної схеми	61
4.1.2	Розрахунок пристрою на точність	64
4.1.3	Силовий розрахунок параметрів приводу	67
3.1.4	Опис конструкції та роботи пристрою	69
3.1.5	Загальний опис конструкції контрольного пристрою, принцип дії	67
4.2	Пристрій агрегатний	70
4.3	Пристрій для контролю паралельності напрямки	71
5	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	73
5.1	Основні задачі системи автоматизованого проектування	73
5.2	Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей з допомогою пакету прикладних програм «ТП САПР»	74
5.4	Підготовка вихідної інформації	75
5.5	Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу	75
6	ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	78
6.1	Визначення приведеної програми	78

6.2	Розрахунок р'ячної кількості робочих місць	84
6.3	Вибір виду приміщення та площ	87
6.4	Вибір типу приміщення, компоновка уеху, планування дільниці	93
7	ОБГРУНТУВННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	94
7.1	Обгрунтуваня виробничої програми цеху	94
7.2	Техніко-економічні показники	96
7.3	Обгрунтування кількості основних робітників	106
8	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	125
8.1	Дія вібрації на організм людини і розробка заходів для зменшення вібрації	125
8.2	Вибір і обгрунтування заходів і засобів, направлених на зменшення впливу виявлених небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників цеху	127
8.3	Розрахунок параметрів захисного екрана від механічного травмування при експлуатації повздовжньо-фрезерного верстата	128
9	ЕКОЛОГІЯ	132
9.1	Актуальність охорони навколишнього середовища	132
9.2	Забруднення довкілля, що виникне в результаті реалізації технологічного процесу виготовлення деталі	133
9.3	Заходи для зменшення забруднення довкілля	134
8	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	135
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	136
	ДОДАТКИ	137

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		9

ВСТУП

Роль машин у народному господарстві незаперечна. Тому машинобудуванню приділяють велику увагу, постійно піклуються про його безперервний розвиток.

Технологія в значній мірі окреслює стан і розвиток виробництва. Від її рівня розвитку залежить рівень виробництва, економічність матеріальних витрат і енергетичних ресурсів, якість продукції, що випускається та багато інших показників.

Важлива роль в прискоренні науково-технологічного процесу в машинобудівних виробництвах, в покращенні старих і розробці нових способів виготовлення і контролю продукції належить методиці проектування прогресивних технологічних процесів.

При виконанні роботи прийняття рішень по вибору варіанту технологічного процесу, обладнання, оснастки, методів отримання заготовки проводиться на основі техніко-економічних розрахунків, що дає можливість запропонувати оптимальний варіант.

Основним завданням магістерської роботи є розробка нового технологічного процесу механічної обробки стола 6520ФЗ-36.21.00.016 внаслідок удосконалення існуючого технологічного процесу механічної обробки деталі, який би при використанні вибраного технологічного обладнання дав би мінімальні витрати енерго- і матеріалоресурсів та затрат праці на виготовлення даної деталі.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>		
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Мізюк</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Паньків</i>						
<i>Консульт</i>					<i>ВСТУП</i>		
<i>Н. конт.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>ТНТУ, каф. КМ, гр. МТ_м- 61</i>		
					10		

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Експлуатаційні властивості деталей машин залежать від багатьох факторів, а зокрема від конструктивних форм, точності виготовлення деталей, матеріалу та його фізико-механічних властивостей, від стану поверхневого шару, що сформувався в процесі механічної обробки.

Зміна видів обробки та параметрів режимів різання впливає на властивості поверхневого шару, а значить і на експлуатаційні властивості деталей. У цьому аспекті ми можемо вести мову про технологічну спадковість поверхневого шару та експлуатаційних властивостей деталей, що визначається ним, починаючи від окремих технологічних операцій і закінчуючи технологічним процесом їх виготовлення. Технологічною спадковістю називається перенесення на готову деталь у процесі її обробки похибок, механічних і фізико-хімічних властивостей вихідної заготовки чи властивостей і похибок, що сформувалися у заготовці на окремих операціях виготовлення деталі.[11]

Технологічна спадковість залежить не тільки від виду і режимів обробки, які застосовуємо при чистових операціях. Вона може також проявитися у зміні властивостей чи у зміні точності форми готової деталі в процесі її експлуатації враховуючи вплив елементів стану поверхневого шару, які спостерігаються у поверхневому шарі деталі при її чорновій обробці.

Технологічна спадковість – це перехід властивостей відновлюваних деталей від операції до операції. На відміну від виготовлення деталей, при відновленні дане явище включає також, експлуатаційну спадковість, тобто переніс властивостей деталей, які отримуються в результаті впливу на них різних процесів при експлуатації, на властивості відновлених деталей.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Мізюк				Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків						
Консульт					АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА		
Н. конт.	Ткаченко				<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ_{мз}- 61</i>		
Затв.	Гевко				11		

Носієм спадкової інформації є матеріал заготовки та її геометричні параметри. Залишкові явища руйнівних процесів для де-яких деталей усунути практично неможливо в період їхнього відновлення, а тому вони впливають на якість технологічних операцій і, відповідно, на залишкову якість відновлених деталей. Наприклад, на поверхні зношеної деталі завжди є дефектний шар товщиною приблизно до 200 мкм. Він містить дефекти кристалічної структури, що утворилися в результаті фазових перетворень, появу вторинних структур, рекристалізації, наклепу та ін. Утворений дефектний шар погано впливає на втомлювану міцність деталей, тому що він містить концентратори напружень, та зменшує міцність зчеплення покриттів з металом, знижує показники якості поверхні. Багато дефектів деталей машин, що володіють властивостями поверхнево-активними речовинами, знижують поверхневу енергію матеріалу деталей та сприяють пластичній дисперсії поверхні. Питання ще ускладнюється ще тим, що на один і той самий технологічний процес відновлення надходять зношені деталі, які працюють у різних умовах експлуатації, що мають різну ступень зношування. Отже, у технологічному процесі відновлення мають бути передбачені операції, що зменшують експлуатаційну спадковість, зокрема очищення забруднень, видалення корозії, усунення дефектного шару. Великий вплив на якість відновлених деталей мають фінішні операції. В машинобудуванні існують операції, що виконують роль своєрідних "заборон" для спадковості. До них відносяться операції термічної або зміцнюючої обробки. При відновленні деталей машин різноманітними методами нанесення металу на поверхню виникає неоднорідність властивостей отриманого покриття по товщині, що залежить від способу відновлення. Так, наприклад, при газотермічному напилюванні глибина дефектного шару складає 0,02-1,0 мм, при наплавленні 0,2-2,4 мм, при електролітичному осадженні 0,02-0,05 мм, при заливанні рідкого металу 1,0-1,5 мм. Дефектний шар впливає на наступну механічну обробку і її похибки. Наприклад, при відновленні поршневих пальців тракторних двигунів способом гідротермічного оброблення, після шліфування в 30% деталей з'являється брак - чорноти по зовнішній циліндричній поверхні пальців [11]

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		12

Наприклад, при відновленні поршневих пальців тракторних двигунів способом гідротермічного оброблення, після шліфування в 30% деталей з'являється брак - чорноти по зовнішній циліндричній поверхні пальців. Причиною дефекту є низька надійність попередньої операції - роздачі пальця. У результаті охолодження поршневих пальців прямим потоком після роздачі вони приймають корсетоподібну форму, і, як наслідок, утворюється нерівномірний припуск на шліфування. У випадку застосування більш сучасного способу охолодження „спрейєрного” - області розподілу приростів зовнішнього діаметра поршневого пальця зміщується в бік збільшення приростів. У результаті чого надійність технологічного процесу відновлення збільшується. Явище технологічної спадковості існує і для додаткових матеріалів, що застосовуються в процесі відновлення. Наприклад, вихідна структура і властивості металевих порошків, які використовуються для нанесення покриттів, в залежності від способу відновлення можуть успадковуватися на поверхні деталі або значно змінюватися. При нанесенні покриттів у температурному режимі (0,4...0,9)Тпл порошкового матеріалу, електроімпульсним припіканням, параметри матеріалу зберігаються такими, якими вони були в найбільш сприятливих умовах виробництва порошку. У шарах же, отриманих розплавленням порошкоподібних матеріалів, властивості багатьох видів порошків зберігаються не цілком.

Прояв технологічної спадковості може призвести як до покращення, так і до погіршення експлуатаційних властивостей деталей машин. Для доцільного використання явищ технологічної спадковості необхідно встановити безпосередні зв'язки між експлуатаційними характеристиками деталей (втомленою міцністю, зносостійкістю тощо) і режимами обробки заготовок при основних методах їх виготовлення. Прояв технологічної спадковості може призвести як до покращення, так і до погіршення експлуатаційних властивостей деталей машин. Для доцільного використання явищ технологічної спадковості необхідно встановити безпосередні зв'язки між експлуатаційними характеристиками деталей і режимами обробки заготовок при основних методах їх виготовлення.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

технологічної спадковості в процесі механічного оброблення заготовок деталей машин. Це означає, що всі операції технологічного процесу слід розглядати не вадокремлено, а у взаємозв'язку, тому що, кінцеві характеристики оброблюваних поверхонь утворюються під впливом всіх технологічних операцій вцілому. Зміна експлуатаційних властивостей характеризується технологічними методами і режимами, що використовуються на окремих операціях термічного і механічного оброблення, видом і станом ріжучого інструменту, умовами охолодження, а також розмірами операційних припусків, послідовністю та структурою. Одержання залежностей з урахуванням фактора технологічної спадковості є основою нового підходу до вирішення проблеми забезпечення якості деталі, в процесі механічної обробки. Вцілому структуру технологічного процесу можна зобразити як багатофункціональну систему, в якій на вхід надходять різні характеристики заготовки ($R_{10}, R_{20} \dots R_{m0}$), а на виході забезпечується відповідний набір характеристик для готової деталі ($R_{1p}, R_{2p} \dots R_{mp}$). Ці зміни визначаються дією сукупності технологічних факторів ($t_{11}, t_{11} \dots t_{ln}, \dots$) для кожної операції φ_i ТП [11] (рис. 1.2).

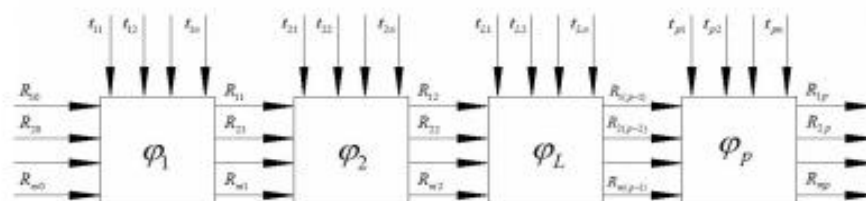


Рисунок 2.1 – Структурна схема технологічного процесу

Якщо математична модель ТП представлена графом, тодф, для опису впливу технологічної спадковості на зміну характеристики шорсткості R_a можемо скористатися формулою :

$$R_a = aR_a^b \quad (1.1)$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

де a, b — коефіцієнти технологічної спадковості,

X — характеристики якості.

Коефіцієнти a і b можуть бути визначені на основі багатофакторного експерименту для різних методів оброблення з отриманням рівняння регресії. Можна зробити висновок, що кількісні зв'язки технологічної спадковості, напряду залежать від вибору методу обробки деталей та визначаються з формули (1.1) коефіцієнтом b , а основні умови обробки безпосередньо всередині цього методу — коефіцієнтом a . Слід зазначити, що коефіцієнт a може враховувати зміни, що відбуваються безпосередньо в процесі попереднього оброблення. Отже, технологічний спадковий зв'язок проявляється не тільки в зміні однакових характеристик, але і у взаємодії характеристик, на перший погляд не пов'язаних кореляційним зв'язком між собою.

Для автоматизації проектування ТП слід побудувати математичні моделі, які б описували основні функціональні зв'язки між технологічними факторами і параметрами якості поверхні та точністю оброблення. Під час проектування ТП треба врахувати закономірності зміни основних параметрів від однієї операції до іншої. Із літературних джерел відомо [2], що подібні закономірності можуть бути описані у вигляді коефіцієнтів технологічної спадковості, що описуються перетворенням регресійних залежностей, що знайдені на основі метододів планування експериментів.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		16

1.3 Висновки та постановка завдання на дипломну роботу

Модернізація механічного оброблення стола 6520ФЗ-36.21.00.016 полягає в наступному:

1. Зміна структури технологічного процесу;
2. Заміна швидкорізального інструменту на більш прогресивний твердосплавний;
3. Вибір оптимального, з точки зору мінімальної собівартості і максимальної продуктивності технологічного обладнання;
4. Вибір заготовки з мінімальною собівартістю отримання;
5. Розроблення технологічного оснащення для збільшення продуктивності і зменшення собівартості оброблення;
6. Розрахунок і компоновка цеху з врахуванням змін в технологічному процесі
7. Дослідження впливу параметрів ТОС і процесу різання на технологічну спадковість.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		17

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень

При реалізації сучасних методів механічного оброблення деталей машин та їх складання потрібно забезпечити високий рівень технічних вимог до виробів при мінімально можливій собівартості [6]. Проте конкурентоздатність виробів машинобудування залежить не лише від якісно-економічних показників, а й від характеристики надійності, які можна спостерігати під час експлуатації виробів [6]. Силкові, теплові та хімічні впливи на заготовки деталей машин та матеріали з яких вони виготовлені, в окремих випадках спричиняють невідповідності продукції вимогам нормативної документації. Необхідність комплексного забезпечення якості деталей зумовила потребу аналогічного підходу і до їх робочих поверхонь, що сформувало новий напрямок досліджень – інженерію поверхні [6]. При забезпеченні показників якості поверхні важливу роль відіграє спадковість - перенесення властивостей оброблюваного об'єкту (заготовки) від попередніх етапів проектування до наступних, що відображається на експлуатаційних характеристиках кінцевого виробу



Рисунок 2.1- Види спадковостей у життєвому циклі деталей машин

					ДР 18-106.00.00		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мізюк			Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.		Паньків					
Консульт					НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТНТУ, каф. КМ, гр. МТ _м - 61		
Н. конт.		Ткаченко					
Затв.		Пилипець					
					18		

Встановити зв'язок між вхідними, поточними і вихідними параметрами запропонованого технологічного процесу та показниками надійності досить складно (рис. 2). Показники надійності пов'язані не тільки з вхідними параметрами технологічного процесу, а також з експлуатаційними властивостями виробів, а саме зносостійкістю, втомною міцністю, корозійною стійкістю та теплостійкістю. Залежність експлуатаційних властивостей деталей від показників їх якості є складною задачею тому що [4, 9]:

1) процес втрати працездатності, що має фізичну природу, підчиняється закономірностям випадкових функцій через змінність умов експлуатації та нестабільність технологічного процесу;

2) через складність проектування технологічних процесів важко виявити всі параметри, які мають впливають на експлуатаційні властивості виробів. Для цього потрібно дослідити та вивчити фізичні процеси руйнування матеріалів, слід врахувати, що експлуатаційні властивості виробу тісно пов'язані з показниками надійності складними емпіричними залежностями [6].

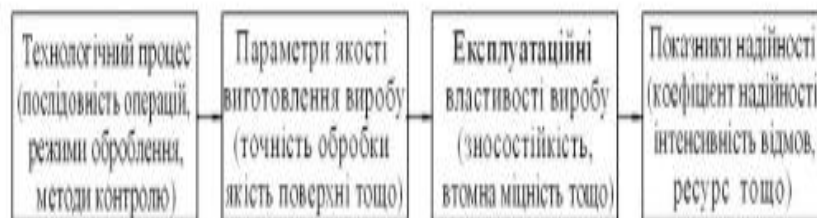


Рисунок 2.1 - Схема залежності показників надійності від рівня технологічного процесу

Отже, основне призначення металорізальних верстатів є обробка виробів із заданою точністю та якістю поверхні. Про те, за розробленими методиками оцінки якості, не приймаються у якості їх вихідних параметрів, тому що залежать не тільки від металорізального верстата, а всієї технологічної оброблювальної системи (ТОС). До ТОС входять інструмент, заготовка, пристрій, режим різання. Нова концепція оцінки точності виготовлення деталей враховує вплив ТОС на точність обробки, але створена автоматизована система дослідження точності

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		19

деталі базується на статичних залежностях, а динамічні явища представляються у вигляді експериментально отриманих траєкторій биття вісі шпинделя у різних перерізах.

Експериментальним шляхом та розрахунковими методами доведено, що відносне положення інструменту і деталі, що забезпечує формоутворення, залежить від динамічних факторів, що діють у ТОС під час обробки. Особливого значення це набуває при обробці заготовок з нерівномірним припуском, а особливо при спеціальних видах токарної обробки, а саме при токарно-копіювальній обробці. Слід зазначити, що ТОС знаходиться під дією періодичних збурень, наприклад зміни глибини припуску у поперечному перерізі заготовки [9].

Тобто для уточнення прогнозування точності виготовлення деталей машин необхідно враховувати динамічні характеристики ТОС під час обробки, які створюють загальну технологічну спадковість від пружних деформацій та змінюються за координатою формоутворюючого руху. У першому наближенні ТОС токарного верстата розглядаємо як одномасову систему деформації (рис.2.3).

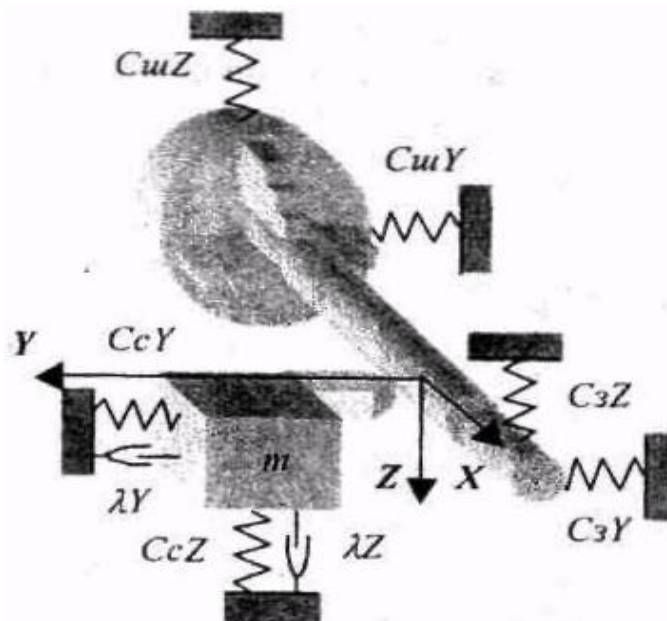


Рисунок 2.3 - Динамічна модель

У відповідності до прийнятої моделі, динамічні властивості ТОС представлені приведеними жорсткостями C_y і C_z , приведеною масою m та коефіцієнтами в'язкого тертя λ_y і λ_z . При точінні змінюється координата x вздовж оброблювальної поверхні і тому приведені жорсткості C_y і C_z не залишаються постійними і можуть бути розраховані в функції від поточної координати x з урахуванням жорсткості деталі. При закріпленні заготовки в патроні зі схеми за рис.2.3 при $C_{3z}=0$ і $C_{3y}=0$ з використанням класичних залежностей теорії пружності отримуємо приведену жорсткість ТОС за координатою Y у точці обробки з координатою x :

$$C_y = \frac{C_{uy}C_{cy}3EJ}{3EJ(C_{uy}+C_{cy})+x^3C_{uy}C_{cy}} \quad (2.1)$$

де E - модуль пружності матеріалу деталі; $J = \pi d_c^2/64$ - момент інерції деталі (d_c - середній діаметр); x - поточна координата; решта позначень зі схеми за рис.2.3.

При закріпленні заготовки в патроні і задньому центрі приведену жорсткість ТОС за рис.2.3 знаходиться наступним чином. Спочатку, вважаючи заготовку абсолютно жорсткою, визначають сумарну податливість системи у точці обробки. Потім, сумують її з податливістю деталі і отримують приведену податливість всієї системи. Приведену жорсткість визначають як величину, зворотну податливості:

$$C_y = \frac{l_d^2 C_{uy} C_{cy} 3EJ}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

де $a_1 = (l_d - x)^2 C_{cy} C_{3y} 3EJ$

$$a_2 = x^2 C_{uy} C_{cy} 3EJ$$

$$a_3 = l_d^2 C_{uy} C_{3y} 3EJ$$

$$a_4 = x^2 (l_d - x)^2 l_d C_{uy} C_{cy} C_{3y}$$

Приведена жорсткість, за координатою Z визначається за аналогічними залежностями, але в них змінюються індекси при відповідних жорсткостях у формулах (2.1) і (2.2).

						<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			21

Деформація пружної системи за координатою Y безпосередньо впливає на фактичну глибину різання, з вплив деформації δ_z за координатою Z може бути визначений за аналітичною залежністю. Математична модель процесу різання будується з урахуванням замкненості пружної ТОС [9].

Оскільки технологічна спадковість, що визначає точність деталі, залежить не тільки від частотних характеристик верстату, а й від таких характеристик ТОС, які змінюються в залежності від координати x формоутворюючого руху за довжиною заготовки, її прогнозування повинно передбачати визначення відповідної родини частотних характеристик, що побудовані в функції цієї координати.

Для визначення впливу такої зміни припуску на технологічну спадковість, що, в свою чергу, визначає похибку форми деталі потрібно діяти за алгоритмом, схема якого показана на рис.2.4[9].



Рисунок 2.4 - Схема алгоритму визначення похибки формоутворення

У відповідності до алгоритму, кожна гармоніка розкладу збурення у ряд Фур'є перетворюється у складову гармоніку похибки, іншими словами технологічної спадковості, трансформуючись через частотну передаточну функцію ТОС, що представлена амплітудно-фазовою частотною характеристикою (АФЧХ) системи.

Як бачимо, завдання визначення технологічної спадковості є досить складною задачею, а при спробі врахувати зміну динамічних властивостей ТОС за координатою формоутворення завдання ще ускладнюється, так як вимагається визначення частотних характеристик ТОС у функції такої координати [13].

Тому, для прогнозування технологічної спадковості пропонується прикладна програма, то ураховує всі відмічені раніше закономірності утворення похибки форми при токарній обробці.

2.1 Оброблення результатів досліджень

Об'єкт дослідження – зміна форми поверхонь заготовок при зміні параметрів технологічного процесу точіння. Мета дослідження полягає в дослідженні впливу параметрів ТОС і процесу різання на технологічну спадковість.

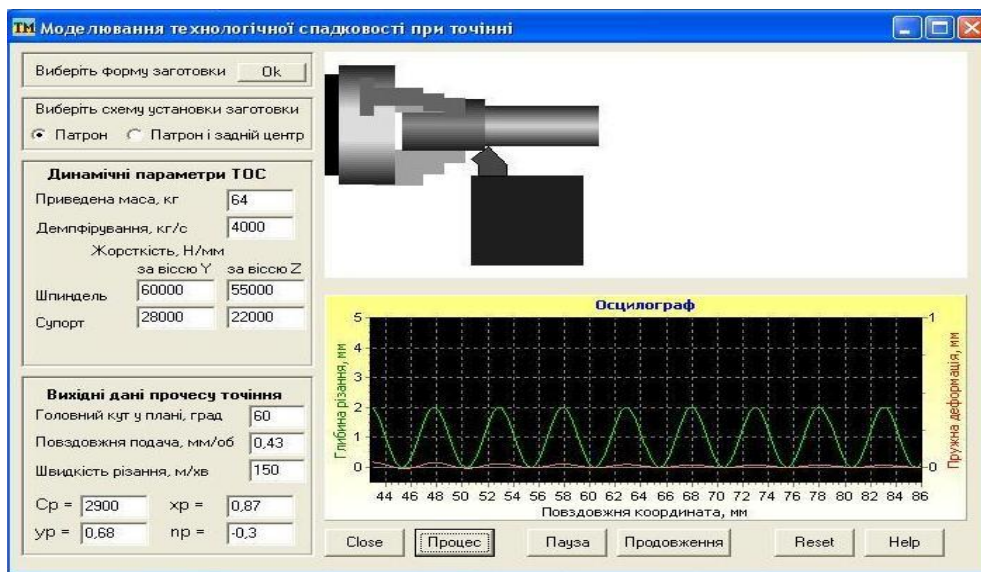


Рисунок 2.5 - Результати моделювання при швидкості різання 100 м/хв

Побудувати графіків залежності максимального δ_{\max} мінімального δ_{\min} відхилення форми, а також фазового кута φ зсуву від швидкості різання при двох значеннях головного кута у плані різання 40° і 60° . Швидкість різання змінюється у діапазоні 20 - 200 м/хв. Для кожної величини швидкості різання у відповідності з обраним кроком її зміни, провести моделювання і визначити необхідні параметри з інтерфейсу круглограм поперечних перетинів віртуальної деталі [7], [11].

Вихідні дані для проведення досліджень

Таблиця 2.1 Вихідні дані

Заготовка			Установка	
Діаметр, мм	Довжина, мм	Форма	Патрон	Патрон і задній центр
20	80	e=1,0мм	+	

Таблиця 2.2 Вихідні дані

Технологічна оброблювальна система								Процес різання				
Приведені		Жорсткість, 10^3 Н/мм						S, мм/об	C _p	X _p	Y _p	n _p
		Шпиндель		Супорт		Задній центр						
Маса, кг	Демпфірування, кг/с	C _y	C _z	C _y	C _z	C _y	C _z					
64	4000	60	55	28	22	24	22	0,43	2900	0,87	0,68	-0,3

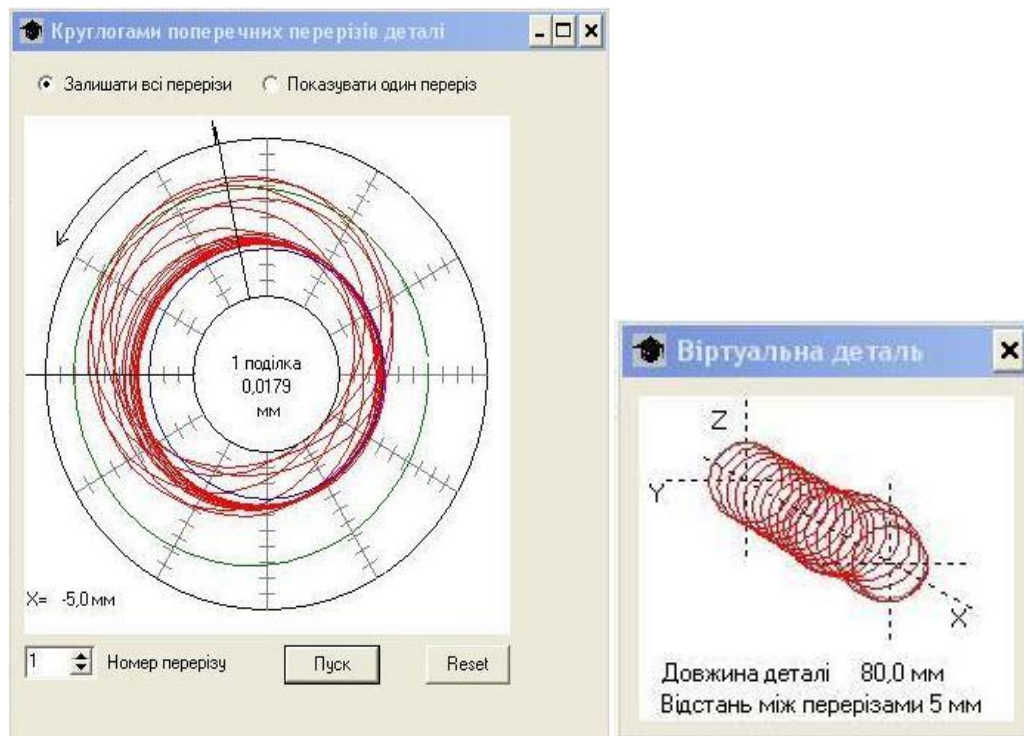


Рисунок 2.6 – Круглогома поперечних перерізів деталі

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ДР 18-106.00.00

Арк

24

За одержаними експериментальними даними побудуємо графічні залежності

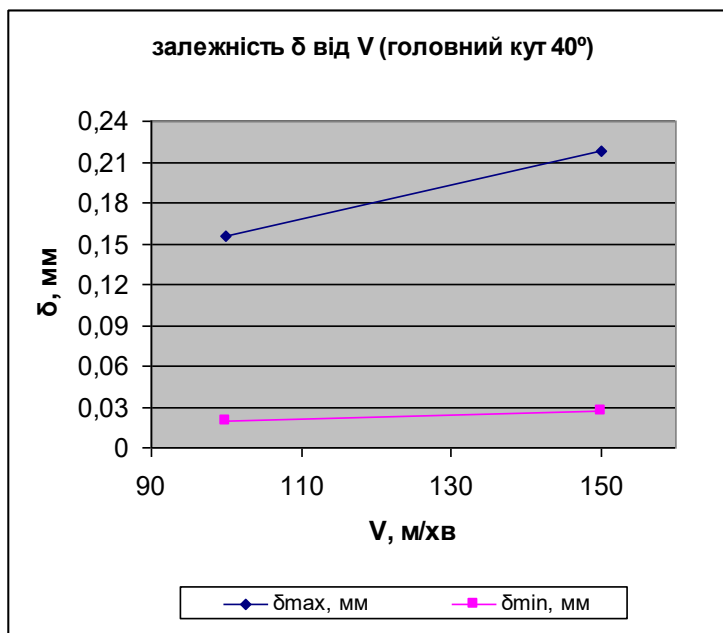


Рисунок 2.7 – Графічна залежність відхилення форми δ від швидкості різання V

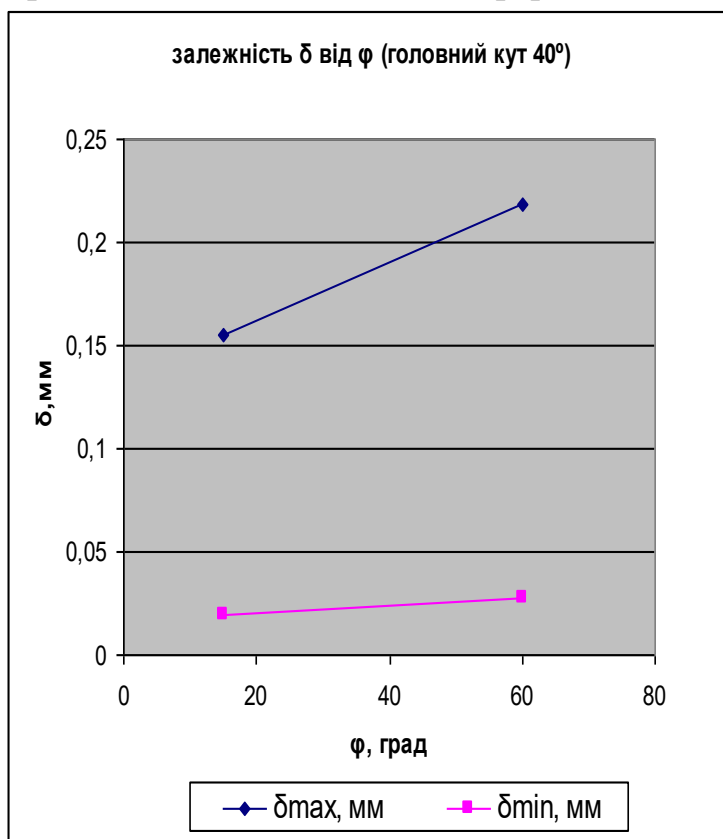


Рисунок 2.8 - Графічна залежність відхилення форми δ від фазового кута φ

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ДР 18-106.00.00

Арк

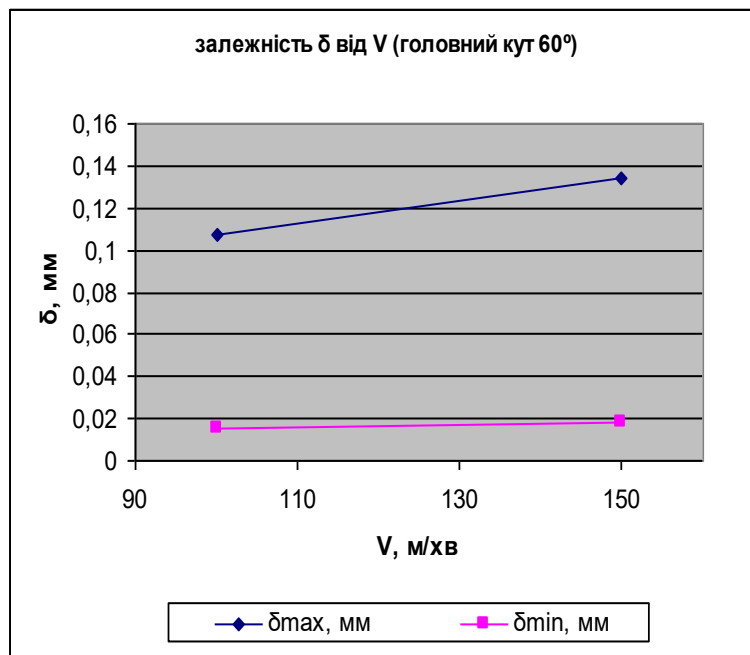


Рисунок 2.9 – Графічна залежність відхилення форми δ від швидкості різання V

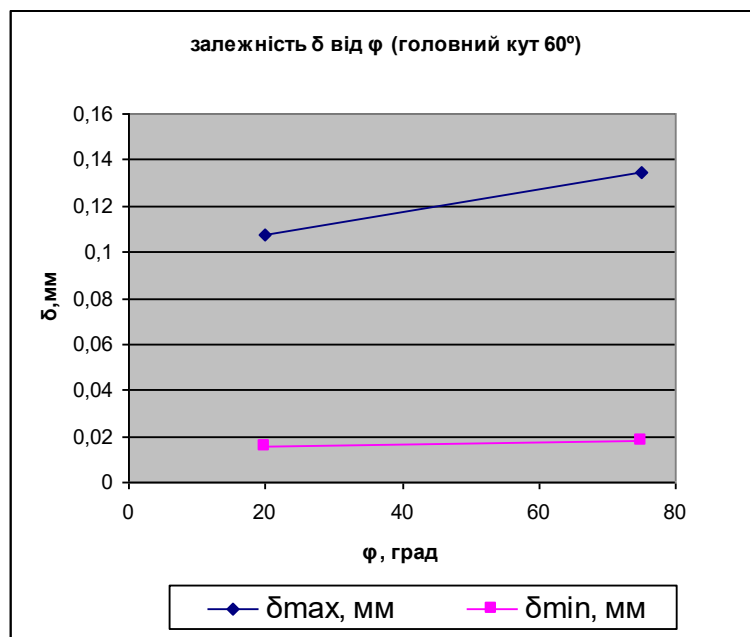


Рисунок 2.10 - Графічна залежність відхилення форми δ від фазового кута φ

Отже, технологічна спадковість, яка визначатиме форму обробленої деталі, залежить від динамічних параметрів пружної ТОС, її частотних характеристик, а значить залежить від режимів різання, що визначають частоту зміни збурень у вигляді припуску.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення

Об'єктом виробництва стіл 6520ФЗ-36.21.00.016, який призначений для монтування верстатних пристроїв. Закріплення цих пристроїв здійснюється за допомогою трьох Т-подібних пазів у верхній частині ("дзеркалі") стола. Рух стола по координатах "x", "y", "z" відбувається за рахунок переміщення салазок, до яких кріпиться сам сі іл. Базування стола у салазках забезпечується за рахунок напрямної типу – "ластівчин хвіст". Кріплення відбувається за допомогою різцевих отворів на площинах стола.

Матеріал для виготовлення деталі - сірий чавун СЧ 20 [14].

Хімічний склад:

- вуглець – 2,5...4%;
- кремній – 0,5...4,5%;
- марганець – 0,4...0,6%;
- сірка – до 0,15%;
- фосфор – до 1%.

Механічні властивості:

- межа міцності на розтяг $\sigma_{np.} = 198 \text{ Н/мм}^2$;
- межа міцності на згин $\sigma_{зг.} = 392 \text{ Н/мм}^2$;
- твердість за Брінелем $\text{НВ} = 170...241$.

Проаналізувавши технічні вимоги на деталь "Стіл 6520ФЗ-36.21.00.016", можна зробити висновок, що вони повністю відповідають службовому призначенню даної деталі.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мізюк				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків							
Консульт								
Н. конт.	Ткаченко					ТНТУ, каф. КМ, гр. МТ _м - 61		
Затв.	Пилипець							27

Робоча поверхня стола виконує основне призначення, як деталі зокрема, так і вузла в цілому. Тому технологічний процес виготовлення передбачає підвищенні вимоги до якості оброблення деталі:

- 1) поверхні типу "ластівчин хвіст" оброблюються до шорсткості 1,25 мкм;
- 2) відхилення від площинності поверхонь напрямних - не більше 0,01 мм на 1000 мм довжини напрямних;
- 3) відхилення від паралельності поверхонь напрямних - не більше 0,016мм;
- 4) відхилення від прямолінійності робочої поверхні стола - не більше 0,01мм; у поперечному напрямі - не більше 0,007 мм.
- 5) відхилення від прямолінійності Т-подібних пазів - не більше 0,04 мм.

3.2 Аналіз базового технологічного процесу

Базовий (заводський) технологічний процес механічного оброблення стола 6520ФЗ-36.21.00.016 зорієнтований на дрібносерійне виробництво і передбачає такі операції:

005. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4, 5 начорно одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 1,8$ хв.

010. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пов. 15, 26 одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 8,2$ хв.

015. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пов. 6, 7, 8 начорно одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 12,2$ хв.

020. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пази 10, 11, фаски 20, 21 одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 6,4$ хв.

025. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пов. 2, 3, 4, 5 начисто одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 12,2$ хв.

030. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пов. 6 начисто, фаски 18, 19 одночасно Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.} = 11,4$ хв.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		28

035. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пази 9 одночасно. Верстат мод. 6606.

$T_{шт.-к.}=9,4$ хв.

040. Вертикально - фрезерна. 1.Фрезерувати паз 22. 2.Фрезерувати паз 23. Верстат мод. 6P13Б. $T_{шт.-к.}=6,2$ хв.

045. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пази 12, 13 одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.}=6,3$ хв.

050. Поздовжньо - фрезерна. Калібрувати пази 9 одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.}=5,1$ хв.

055. Поздовжньо - фрезерна. Фрезерувати пази 14 одночасно. Верстат мод. 6606. $T_{шт.-к.}=12,3$ хв.

060. Поздовжньо - стругальна. Стругати пази 24, 25 одночасно. Верстат мод. 7110. $T_{шт.-к.}=6,4$ хв.

065. Вертикально - фрезерна. 1.Фрезерувати паз 16. 2.Фрезерувати паз 39. Верстат мод. 6P13Б. $T_{шт.-к.}=9,9$ хв.

070. Вертикально - фрезерна з ЧПК. 1.Фрезерувати пов. 33. 2.Свердлити 2 отв. 28. 3.Зенкувати 2 фаски 29. 4.Нарізати різь в 2 отв.28. Верстат мод. 6P13Ф3-01. $T_{шт.-к.}=5,5$ хв.

075. Горизонтально - розточувальна. 1.Свердлити 7 отв. 40. 2.Зенкувати 7 фасок 41. 3.Нарізати різь в 7 отв. 40. Верстат мод. 2А622Ф2. $T_{шт.-к.}=5,6$ хв.

080. Горизонтально - розточувальна. 1.Свердлити 7 отв. 42. 2.Зенкувати 7 фасок 43. 3.Нарізати різь в 7 отв. 42. Верстат мод. 2А622Ф2. $T_{шт.-к.}=5,6$ хв.

085. Горизонтально - розточувальна. 1.Свердлити 4 отв. 44. 2.Зенкувати 4 фаски 45. 3.Нарізати різь в 4 отв. 44. Верстат мод. 2А622Ф2. $T_{шт.-к.}=3,6$ хв.

090. Поздовжньо - шліфувальна. Шліфувати пов. 6 попередньо. Верстат мод. 3510. $T_{шт.-к.}=9,2$ хв.

095. Поздовжньо - шліфувальна. Шліфувати пов. 2, 3, 4, 5 одночасно. Верстат мод. 3510. $T_{шт.-к.}=16,4$ хв.

100. Поздовжньо - шліфувальна. Шліфувати пов. 6 кінцево. Верстат мод. 3510. $T_{шт.-к.}=14,4$ хв.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		29

Проаналізувавши даний ТП, робимо висновки про те, що:

1. Метод отримання заготовки (литво у земляні форми) є раціональним з огляду на існуюче серійне виробництво.
2. Чорнові, чистові та проміжні бази вибрано вірно. Правило єдності і спадковості баз зберігається.
3. Послідовність операцій встановлено правильно.
4. Ступінь концентрації операцій є середнім.
5. Припуски на механічне оброблення прийнято дещо завищеними.
6. Режими різання, прийняті в даному ТП не є прогресивними, їх можна прийняти більш жорсткими, застосувавши інструмент, оснащений твердим сплавом чи мінералокерамікою.
7. Потужність встановленого обладнання на окремих операціях значно перевищує максимальну потужність різання.
8. Якість оброблення деталі є задовільною, технічні вимоги виконуються.

3.3 Сучасні досягнення в галузі технології виготовлення подібних виробів, порівняльний аналіз

Досягнення високих показників у машинобудуванні ґрунтується на врахуванні та використанні основних напрямів технології й організації виробництва [14]:

1. Вдосконалення форм і методів організації технологічних процесів на основі використання досягнень науки і техніки, наукової організації праці, комплексної механізації та автоматизації.
2. Максимальне скорочення процесів оброблення металів за рахунок використання заготовок, що за формами, розмірами і якістю поверхонь наближаються до готових деталей. Такі заготовки підвищують техніко-економічну ефективність за рахунок зменшення витрати металу, зниження трудомісткості механічного оброблення і зменшення потреби у верстатах та

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		30

електроенергії, металорізальному інструменті, що знижує собівартість виготовлення виробів.

3. Застосування для механічного оброблення високопродуктивного технологічного обладнання і оснащення: агрегатних і багато позиційних верстатів; верстатів з ЧПК: металокерамічного та алмазного інструменту; інструменту із звичайних інструментальних матеріалів з різноманітними покриттями, стійкими проти спрацювання; швидкодіючих пристроїв та інших технічних нововведень, спрямованих на інтенсифікацію режимів оброблення.

4. Пошуки засобів і методів підвищення точності форм і розмірів деталей та якості їх поверхонь з метою підвищення надійності і довговічності продукції, яка виготовляється.

3.4 Характеристика проектного варіанту технологічного процесу

Розроблено два варіанти технологічного процесу з метою вибору більш ефективного, з меншою трудомісткістю. Перший варіант - заводський технологічний процес.

В даний варіант вносимо наступні зміни і вдосконалення:

1. Горизонтально-розточні з ЧПК операції 075, 080, 085 по причині великої кількості переходів переведемо на агрегатний верстат.

Вибір варіанту технологічного маршруту для заданих умов обробки здійснюється на основі співставлення варіантів по собівартості, трудомісткості.

У відповідності з положенням по оцінці ефективності нової техніки признається найвигіднішим той варіант, у якого сума поточних і приведених витрат на одиницю продукції буде мінімальною.

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

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		31

Величина приведених годинних витрат ст.41, [1]:

$$C_{п.з.} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.з.} + E_H(K_C + K_3), \quad (3.1)$$

де, C_3 – основна і додаткова заробітна плата, а також нарахування на соцстрах оператору і налагоджувальнику за фізичну годину роботи обслуговування машини, коп/год.

M – коефіцієнт багатостатності;

$C_{ч.з.}$ – годинні витрати на експлуатацію робочого місця;

E_H – нормативний коефіцієнт;

$E_H = 0,2$;

K_C – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

K_3 – питомі годинні капітальні вкладення в будівлі.

$$C_3 = C_{Т.Ф.} \cdot 1,53 \cdot K, \quad (3.2)$$

де, $C_{Т.Ф.}$ – годинна тарифна ставка верстатника, коп/год

$C_{Т.Ф.} = 15,0$ грн

K – коефіцієнт, що враховує заробітну плату налагоджувальника

$K = 1,1 - 1,15$

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{Б.У.} \cdot K_M, \quad (3.3)$$

де, $C_{ч.з.}^{Б.У.}$ – практично скоректовані годинні витрати на базовому робочому місці;

K_M – машино-коефіцієнт.

$$K_C = \frac{Ц \cdot 100}{3200},$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200},$$

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

F – виробнича площа, яку займає верстат, м².

Так як базовий і проектний варіанти відрізняються між собою операціями 005, 010, 020 то співставлення проводимо тільки по цих операціях.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						32
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Базовий варіант

Операція 075 – Горизонтально-розточна з ЧПК, верстат – 2А622Ф2

$$K_M = 1,70 \quad \text{ст. 173 [1]}$$

$$Ц = 22000 \text{ грн};$$

$$F = 60 \text{ м}^2;$$

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 252 \text{ коп/год}$$

$$C_{ч.з.} = 252 \cdot 1,70 = 429,2 \text{ коп/год}$$

$$K_C = \frac{22000 \cdot 4 \cdot 100}{3200} = 2750 \text{ коп/год}$$

$$K_3 = \frac{60 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 140,6 \text{ коп/год}$$

$$C_{п.з.1} = \frac{252}{2} + 429,2 + 0,2(2750 + 140,6) = 1708,5 \text{ коп/год}$$

Вартість механічної обробки по цих операціях базового технологічного процесу становить:

$$C_{O1} = \frac{C_{п.з.1} \cdot T_{шт.1}}{60} = \frac{1708,5 \cdot 13,6}{60} \cdot 3 = 987,14 \text{ коп}$$

Проектний варіант

Операції 075 – агрегатна, верстат – 2А1378

$$K_M = 1,60 \quad \text{ст. 173 [1]}$$

$$Ц = 55000 \text{ грн};$$

$$F = 20 \text{ м}^2;$$

$$C_3 = 150 \cdot 1,53 \cdot 1,10 = 252 \text{ коп/год}$$

$$C_{ч.з.} = 252 \cdot 1,60 = 403,9 \text{ коп/год}$$

$$K_C = \frac{55000 \cdot 100}{3200} = 1718,8 \text{ коп/год}$$

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

$$C_{п.з.3} = \frac{252}{2} + 403,9 + 0,2(1718,8 + 46,9) = 883,3 \text{ коп/год}$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк. 33
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Вартість механічної обробки по цих операціях проектного технологічного процесу становить:

$$C_{O2} = \frac{C_{п.з.з} \cdot T_{шт.з}}{60} = \frac{883,3 \cdot 8,45}{60} = 150,77 \text{ коп}$$

Економічний ефект на річну програму випуску деталей становить:

$$E_M = \frac{(C_{O1} - C_{O2}) \cdot N}{100} = \frac{(987,14 - 150,77) \cdot 20000}{100} = 202200 \text{ грн.}$$

3.5 Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва встановлюємо за коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum C_{пр}}, \quad (3.4)$$

де $\sum O$ – кількість всіх операцій, які підлягають виконанню;

$\sum C_{пр}$ – прийнята кількість робочих місць на дільниці.

$$O = \frac{\eta_{з.норм}}{\eta_{з.факт}}, \quad (3.5)$$

де $\eta_{з.норм}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (приймаємо

$\eta_{з.норм} = 0,75$);

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

$$\eta_{з.факт} = \frac{m_p}{C_{пр}}, \quad (3.6)$$

де m_p – розрахункова кількість устаткування;

Розрахункова кількість устаткування:

$$m_p = \frac{T_{шт.} \cdot N}{60 \cdot \Phi_\delta}, \quad (3.7)$$

де $T_{шт.}$ - штучно час на операції;

N - річна програма випуску, шт.;

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						34
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Φ_0 - річний фонд час роботи устаткування у задану кількість змін (прийmemo рівним 4055 год для двозмінного режиму роботи).

Результати розрахунків зведені у таблицю 3.1.

$$K_{з.о.} = \frac{41}{27} = 1,52;$$

За умови $1 < K_{з.о.} \leq 10$, маємо великосерійний тип виробництва.

Таблиця 3.1- Попереднє встановлення типу виробництва

№ оп.	Назва операції	$T_{ум.},$ хв	m_p	C_{np}	$\eta_{з.факт}$	O
05	Вертикально-фрезерна	9,2	0,38	1	0,38	2
10	Вертикально-фрезерна	12,0	0,49	1	0,49	2
15	Вертикально-фрезерна	24,0	0,9	1	0,9	1
20	Горизонтально-фрезерна	8,6	0,35	1	0,35	3
25	Горизонтально-фрезерна	8,6	0,35	1	0,35	3
30	Вертикально-фрезерна	15,2	0,62	1	0,62	1
35	Вертикально-фрезерна	16,1	0,66	1	0,66	1
40	Плоскошліфувальна	8,7	0,36	1	0,36	3
45	Горизонтально-розточна	32,2	1,32	2	0,66	1
50	Горизонтально-розточна	22,0	0,9	1	0,90	1
55	Токарно-гвинторізна	10,6	0,43	1	0,43	2
60	Вертикально-свердлильна	50,0	2,1	3	0,7	1
65	Вертикально-свердлильна	26,0	1,06	2	0,53	2
70	Вертикально-свердлильна	18,0	0,74	1	0,74	1
75	Притирочна	42,0	1,72	2	0,86	1
	Всього	303	12,38	20	0,62	25

Визначаємо організаційну форму виробництва

Організаційна форма виробництва, визначається за коефіцієнтом потоковості R , при $R \geq 0,6$ маємо потокову форму, при $R < 0,6$ - групову.

$$R = \frac{T_{ум.с}}{\tau_в}, \quad (3.8)$$

										Арк.
										35
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ДР 18-106.00.00					

де $T_{шт.с}$ - середній штучний час на операцію, хв.;

$\tau_{с.}$ - такт випуску, хв..

$$\tau_{с.} = \frac{\Phi_{д} \cdot 60}{N}, \quad (3.9)$$

$$\tau_{с.} = \frac{4055 \cdot 60}{20000} = 12,165 \text{ хв.}$$

Штучний час, згідно з табл. 2.1, рівний:

$$T_{шт.с} = \frac{18/2 + 8,2 + 12,2/2 + 6,4 + 12,2/2 + 11,4/2 + 9,4 + 6,2 + 5,1 + 12,3/2}{20} + \frac{+ 6,4 + 9,9 + 5,5 + 5,6 + 5,6 + 3,6 + 9,2 + 16,4/2 + 14,4/2}{20} = 6,79 \text{ хв.}$$

$$\text{Тоді: } R = \frac{6,79}{12,165} = 0,56,$$

Так, як $R = 0,56 < 0,6$, отримаємо групову форму організації виробництва.

Попередньо підраховуємо розмір партії запуску Π_0 . Добове завдання:

$$\Pi_{д.} = \frac{N}{\Phi_{д.дн.}}, \quad (3.10)$$

Де $\Phi_{д.дн.}$ - дійсний річний фонд часу роботи устаткування у днях.

$$\Pi_{д.} = \frac{20000}{254} = 78,7.$$

Приймаємо $\Pi_{д.} = 79 \text{ дет}$

Розмір партії деталей:

$$\Pi_0 = \Pi_{д.} \cdot a = 79 \cdot 6 = 474 \text{ дет},$$

де $a=6$ – періодичність запуску партії у днях.

Знаходимо кількість змін Z_0 , необхідних для оброблення партії деталей

Π_0 :

$$Z_0 = \frac{T_{шт.с.} \cdot \Pi_0}{F_{доб.} \cdot \eta_{з.норм.}} = \frac{6,79 \cdot 474}{476 \cdot 0,85} = 7,95;$$

де $F_{доб.} = 476$ - добовий фонд часу роботи устаткування в одну зміну, хв.:

$$Z_{\phi} = 8 \text{ змін.}$$

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36

Розраховуємо фактичну кількість деталей у партії:

$$P_{\phi.} = \frac{F_{\text{доб}} \cdot \eta_{\text{з.норм}}}{T_{\text{шт.с.}}} \cdot Z_{\phi} = \frac{476 \cdot 0,85}{6,79} \cdot 8 = 476,7 \text{дет.}$$

Приймаємо $P_{\phi.} = 477 \text{дет.}$

3.6 Відпрацювання деталі на технологічність

Відпрацювання деталі на технологічність передбачає внесення змін до конструкторської та технологічної документації з метою використання найбільш ефективних засобів обробки та побудови оптимальних технологічних процесів. При конструюванні виробу необхідно не тільки забезпечити його експлуатаційні характеристики, а й вимоги до їх найбільш економічного виготовлення. Чим менша працемісткість і собівартість виготовлення виробу, тим більш технологічним він вважається [1].

Відпрацювання конструкції виробу на технологічність включає в себе оцінку технологічності і конструкції на якісному і кількісному рівнях.

Якісні показники технологічності

1. Деталь має просту і правильну геометричну форму, що полегшує її базування в процесі механічного оброблення, а також спрощує процес отримання заготовки.

2. Фізико-хімічні і механічні властивості матеріалу деталі, її форма та розміри відповідають вимогам технології виготовлення.

3. Показники базових поверхонь (точність, шорсткість) деталі забезпечують можливість застосування типового технологічного процесу її виготовлення.

4. Оброблення основних поверхонь забезпечується на прохід і допускає застосування високопродуктивного устаткування.

5. Деталь має стандартні базові поверхні для початкового оброблення а також чистові бази.

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		37

6. Конструкція деталі дозволяє застосовувати граничні калібри для контролю поверхонь: не вимагає застосування унікальних вимірювальних пристроїв та інструментів.

7. Для паза 9 14Н8 на дзеркалі столу передбачено однократне фрезерування і однократне калібрування.

Кількісні показники технологічності

Для розрахунків кількісних показників технологічності скористаємося даними, наведеними у таблиці 2.2.

1) Коефіцієнт точності:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (3.11)$$

де T_{cp} – середній квалітет точності.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n}{\sum n}, \quad (3.12)$$

де T_i - квалітет точності i -тої поверхні;

n - кількість поверхонь даного квалітету.

$$T_{cp} = \frac{1 \cdot 8 + 2 \cdot 11 + 20 \cdot 12 + 48 \cdot 14}{71} = 13,27.$$

Отже коефіцієнт точності буде:

$$K_m = 1 - \frac{1}{13,27} = 0,92.$$

$$K_{m.норм} = 0,88.$$

$K_m > K_{m.норм}$ - деталь технологічна за точністю.

2) Коефіцієнт шорсткості:

$$K_u = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (3.13)$$

де $Ш_{cp}$ - середня шорсткість оброблюваних поверхонь

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						38
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5
44	4	12	12,5	+
45	4	14	12,5	+

$$Ш_{cp} = \frac{1,25 \cdot 5 + 2,5 \cdot 3 + 12,5 + 63}{71} = 11,29.$$

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{11,29} = 0,91.$$

$$K_{ш.норм} = 0,86$$

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

3) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.} = \frac{n_{уніф}}{n_{заг}}, \quad (3.15)$$

де $n_{уніф}$ - кількість уніфікованих розмірів;

$n_{заг}$ - загальна кількість розмірів.

$$K_{y.} = \frac{64}{71} = 0,90.$$

$$K_{y.норм} = 0,86$$

Оскільки $K_{y.} > K_{y.норм}$ - деталь технологічна за ступенем уніфікації.

4) Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}, \quad (3.16)$$

де $m_{дет}$ - маса деталі, кг;

$m_{заг}$ - маса заготовки, кг.

$$K_{в.м.} = \frac{245}{298} = 0,82.$$

$$K_{в.м.норм} = 0,75$$

					ДР 18-106.00.00	Арк.
						40
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$K_{в.м.} > K_{в.м.норм.}$ - деталь технологічна за коефіцієнтом використання матеріалу.

3.7 Вибір способу одержання заготовки

Заготовку даної деталі можна отримати такими способами [14]:

- 1) литво в піщанисті форми;
- 2) литво в кокіль.

Загальні вихідні дані:

- матеріал деталі – СЧ20 ГОСТ 1412-85
- маса деталі – 245 кг
- тип виробництва – великосерійний.

Вартість штучної заготовки визначимо за формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (3.17)$$

де S - базова вартість 1 т заготовки, грн.;

Q - маса заготовки;

q - маса готової деталі;

$S_{відх}$ - ціна 1 т відходів, грн.;

K_T - коефіцієнт, який залежить від точності відливки;

K_C - коефіцієнт, який залежить від групи складності відливки;

K_B - коефіцієнт, який залежить від маси відливки;

K_M - коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

K_{II} - коефіцієнт, який залежить від об'єму виробництва.

першого варіанту:

$$S_{заг1} = \left(\frac{380}{1000} \cdot 298 \cdot 1,15 \cdot 0,82 \cdot 0,9 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (298 - 245) \frac{80}{1000} = 95,71 \text{ грн};$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						41

ДР 18-106.00.00

Для другого варіанту:

$$S_{заг2} = \left(\frac{395}{1000} \cdot 272 \cdot 1,07 \cdot 0,82 \cdot 0,9 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (272 - 245) \frac{80}{1000} = 86,07 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.3- Вибір способу отримання заготовки

Назва показника	1 варіант	2 варіант
1. Вид заготовки	Литво в піщано-глиняні форми	Литво в кокіль
2. Клас точності розмірів і мас.	8	8
3. Група серійності	3	3
4. Група складності	2	2
5. Вартість 1т заготовок S, грн./т	760	840
6. Вартість 1т заготовок S _{відх} , грн./т	80	80
7. Маса заготовки Q, кг	17,5	15,3

Таким чином, оптимальним варіантом буде литво в кокіль, як більш раціональний метод отримання заготовки. Економічний ефект отриманий при цьому визначається за формулою:

$$E = (S_{заг.2} - S_{заг.1}) \cdot N = (95,71 - 86,07) \cdot 20000 = 192800 \text{ грн.}$$

3.8 Вибір методів обробки поверхонь (за коефіцієнтами уточнень)

В основу методики вибору методу оброблення поверхонь покладено гіпотезу послідовного уточнення розміру поверхні заготовки економічно доцільними методами до точності розміру поверхні деталі [1]. Заготовці необхідно надати уточнення $\varepsilon_{узг.}$:

$$\varepsilon_{узг.} = \frac{T_{заг.}}{T_{дет.}}, \quad (3.18)$$

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

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

Поверхня обробляється послідовно чорновими, чистовими та викінчувальними методами, тобто оброблення поверхні в загальному випадку проходить в кілька етапів, на кожному з яких поверхня уточнюється на величину

$$\varepsilon_y = \frac{T_{i+1}}{T_i}, \quad (3.19)$$

де T_{i+1}, T_i - допуски відповідно на попереднє і поточне оброблення, мкм.

Розрахункове уточнення може бути забезпечене різними методами оброблення, кожний і яких має свою величину уточнення. Заготовка яка підлягала всім методам обробки має загальне уточнення, яке дорівнює добутку ε_{yi} – уточнень, отриманих на кожному переході.

$$\varepsilon_y = \prod_{i=1} \varepsilon_{yi}, \quad (3.20)$$

Ознакою того, що кількість методів обробки поверхні деталі вибрано вірно є нерівність:

$$\varepsilon_{yзаг} \geq \varepsilon_y, \quad (3.21)$$

Коефіцієнт уточнення визначає кількість методів оброблення n :

$$n = \frac{\lg \varepsilon_{yзаг}}{0,46}, \quad (3.22)$$

Порядок вибору методів оброблення покажемо на прикладі.

Необхідно обробити паз 9°. Розмір пазу 14Н8 ($^{+0,027}$), шорсткість - 2,5 мкм; допуск паралельності – 0,61 мм на довжині 500 мм.

Метод отримання заготовки - литво у кокіль - дозволяє отримати даний паз на заготівельній операції з допуском по 14-15 квалітету і шорсткістю в межах 80-120 мкм.

Загальне уточнення складе:

$$\varepsilon_{yзаг.} = \frac{600}{27} = 22,22;$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

Крім поверхонь з високим ступенем точності, деталь має ряд поверхонь з високим ступенем шорсткості при відносно низькій точності. Для таких поверхонь призначаємо:

1) пов. 6 - шорсткість 1,25 мкм - однократне фрезерування і двократне шліфування;

2) пов. 2, 3, 4, 5 - шорсткість 1,25 мкм, допуск паралельності - 0,01 мм на довжині 1000 мм; допуск площинності - 0,01 мм на довжині 1000 мм - двократне фрезерування і однократне шліфування.

На всі інші поверхні призначаємо однократне оброблення.

3.9 Вибір та розрахункове обґрунтування баз

При виборі технологічних баз керуємося правилом "шести точок" та принципами єдності, постійності і спадковості баз.

Вибір технологічних баз включає в себе три етапи:

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

1 етап. Аналіз функціонального призначення різних поверхонь деталі.

В результаті аналізу виявляємо основні та допоміжні бази деталі. Основними базами вважаються поверхні, які визначають положення деталі відносно інших деталей у вузлі. У даному випадку це поверхня типу "ластівчин хвіст" (пов. 1, 2, 3, 4, 5).

Допоміжними базами є поверхні, які визначають положення всіх інших деталей, що приєднуються до даної, займаючи визначене положення відносно основних баз. У даному випадку це пази 9, 9', 16, 39, а також отвори 40, 42, 44.

Решта поверхонь (оброблюваних і необроблюваних) відносяться до вільних.

2 етап. Вибір чистових баз.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						45
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Виходячи із службового призначення деталі, аналізу технічних вимог, з метою досягнення необхідної точності деталі за чистові технологічні бази вибираємо поверхні, від яких задано положення виконавчих поверхонь.

Оскільки основна база (поверхня типу "ластівчин хвіст" - пов. 2, 3, 4, 5) та пов. 6 ("дзеркало стола") оброблюються трикратно (фрезерування і двократне шліфування), то в якості чистових баз необхідно вибирати саме їх, поперемінне чергуючи для забезпечення принципу спадковості баз. Відповідні схеми базування у цьому випадку матимуть вигляд:

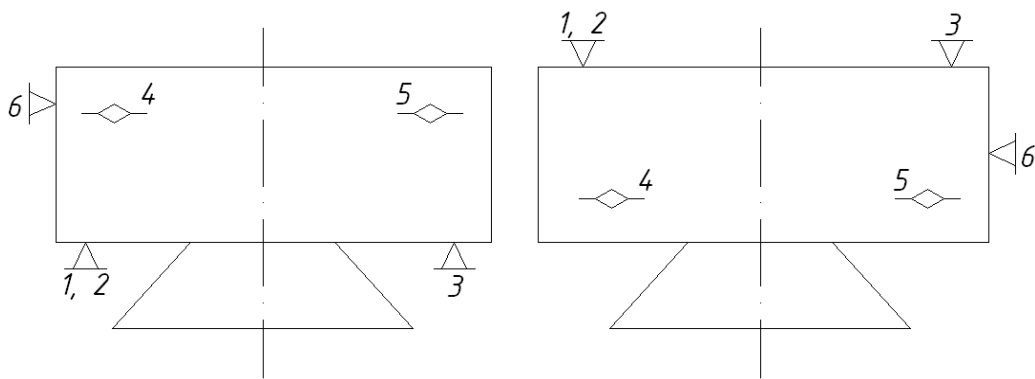


Рисунок 3.1. - Теоретичні схеми базування при обробленні поверхонь типу «ластівчин хвіст» та «дзеркало стола»

Для оброблення пазів 9 і 9' можливою схемою базування заготовки буде така.

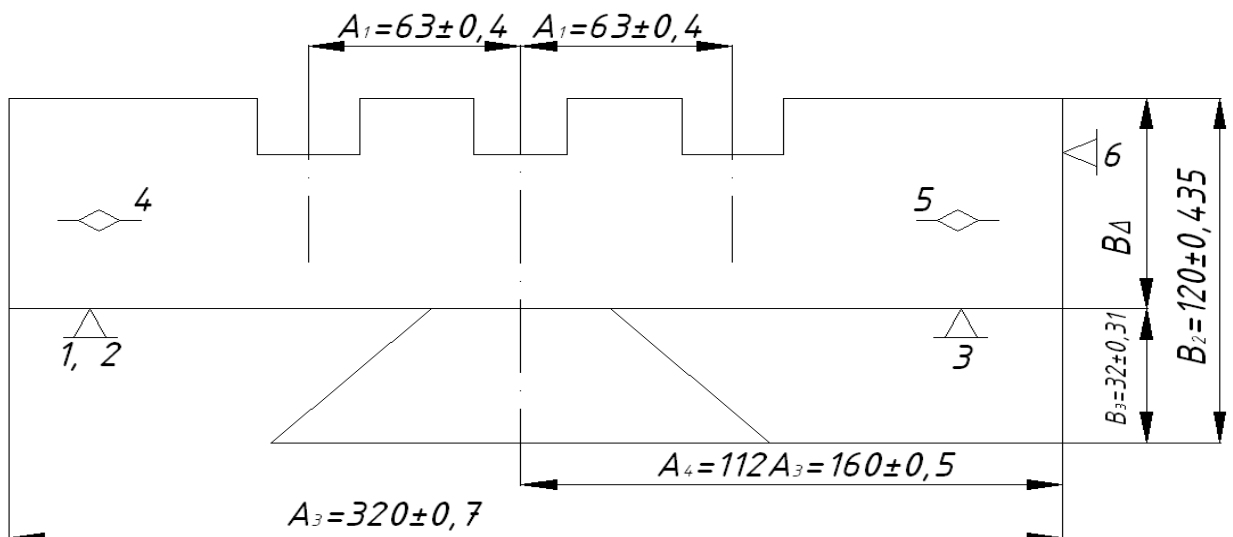


Рисунок 3.2 - Теоретична схема базування при обробці Т-подібних пазів

Розміри A_1 , A_2 і A_4 забезпечуються, оскільки досягаються обробленням набором фрез, попередньо встановленим на дані розміри. Похибка базування при досягненні розміру B_1 становитиме:

$$\varepsilon_{\bar{b}} = \varepsilon_{B\Delta} = \varepsilon_{B_1} + \varepsilon_{B_2} + \varepsilon_{B_3} = TB_1 + TB_2 + TB_3 ;$$

Технологічні допуски після оброблення відповідних поверхонь складуть:

$$TB_1 \approx IT 11 = 130 \text{ мкм};$$

$$TB_2 \approx IT 12 = 175 \text{ мкм};$$

$$TB_3 \approx IT 12 = 125 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\bar{b}} = 130 + 175 + 125 = 430 \text{ мкм} = 0,43 \text{ мм}.$$

Конструкторський допуск на розмір B_1 складає 0,52мм; таким чином розмір B_1 отримується при застосуванні даної схеми базування.

Для оброблення шпонкового паза можливими схемами базування є наступне:

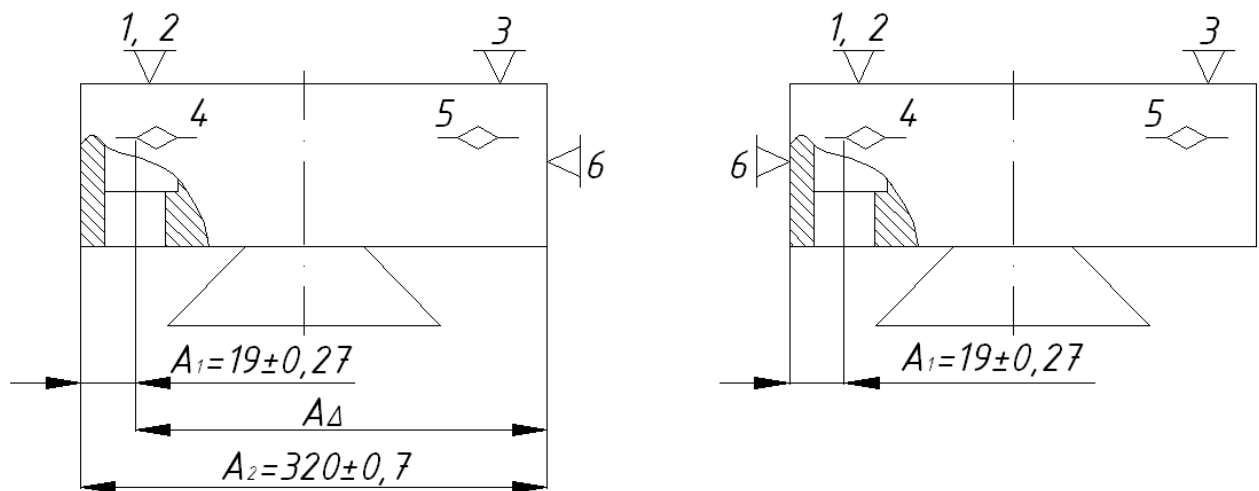


Рисунок 3.3 - Теоретична схема базування при обробленні шпонкового паза 16

Згідно з першим варіантом:

$$\varepsilon_{\bar{b}} = \varepsilon_{A\Delta} = \varepsilon_{A_1} + \varepsilon_{A_2} = TA_1 + TA_2 = 0,54 + 1,4 = 1,94 \text{ мм};$$

Згідно з другим варіантом, $\varepsilon_{\bar{b}} = 0$, оскільки конструкторська і технологічна бази співпадають.

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Схеми базування для оброблення різевих отворів 44 наведено на рис. 3.4.
 Згідно з варіантом 1) конструкторська і технологічна бази співпадають,
 тому:

$$\varepsilon_{\delta A} = 0;$$

$$\varepsilon_{\delta B} = 0.$$

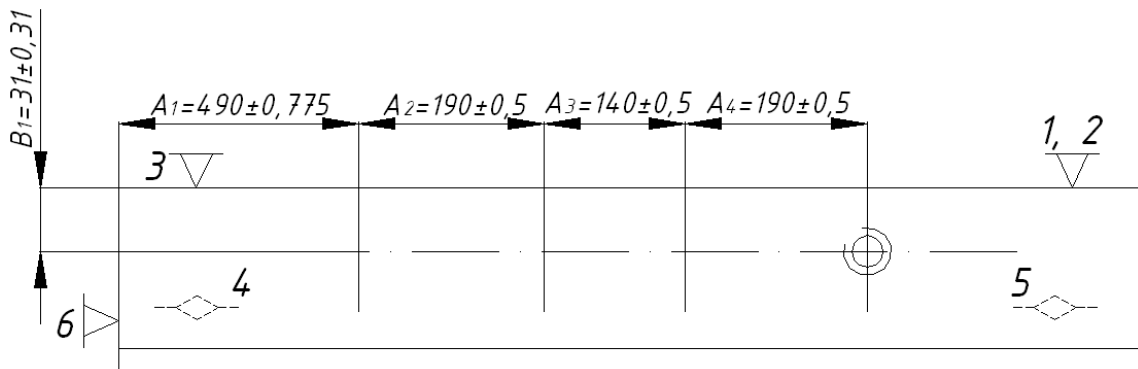
Згідно з варіантом 2):

$$\varepsilon_{\delta} = \varepsilon_{A\Delta} = \varepsilon_{A1} + \varepsilon_{A2} + \varepsilon_{A3} + \varepsilon_{A4} + \varepsilon_{A5} = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 = ,$$

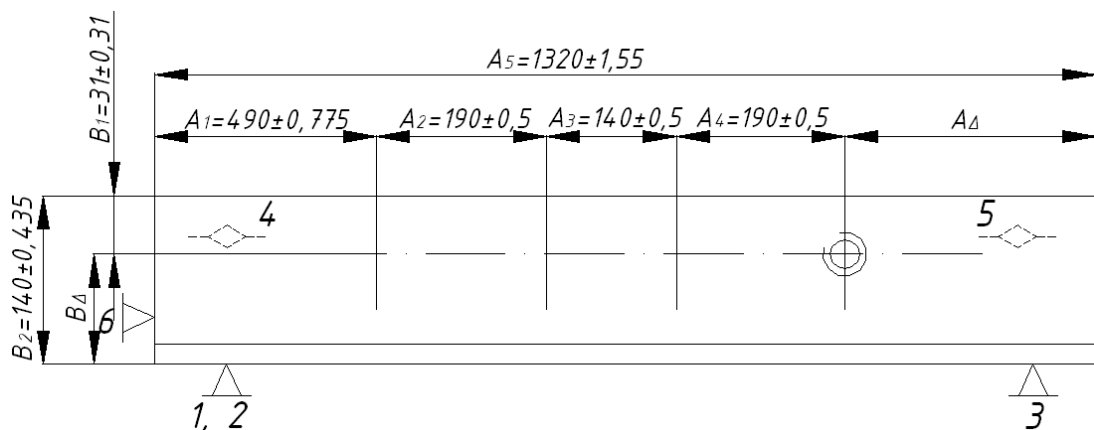
$$= 1,55 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 3,1 = 7,65 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta} = \varepsilon_{B\Delta} = \varepsilon_{B1} + \varepsilon_{B2} = TB_1 + TB_2 = 0,62 + 0,87 = 1,49 \text{ мм}.$$

За аналогією з рис. 2.4., схемами базування для оброблення отворів 40 і 42 буде такий вигляд (на прикладі отв. 40 – отв. 42 розташовані у дзеркальному відображенні).



Варіант 1



Варіант 2

Рисунок 3.4 - Теоретичні схеми базування при обробленні отворів 44

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

Згідно з рисунком 2.5:

$$\varepsilon_{6A} = 0;$$

$$\varepsilon_{6B} = 0.$$

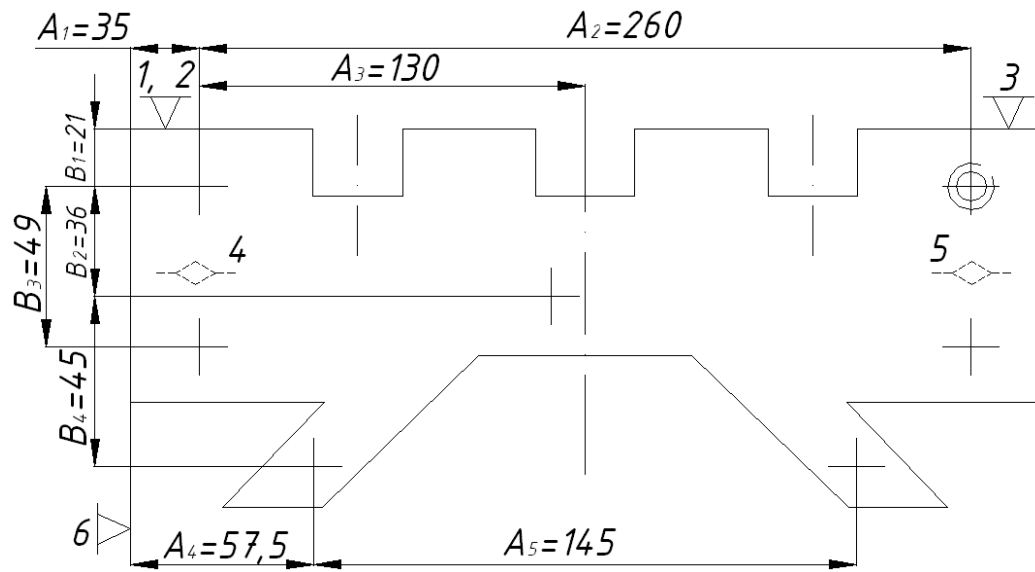


Рисунок 3.5 - Схеми базування для оброблення отворів 40 і 42

3 етап. Вибір чорнових баз.

Для оброблення чорнових баз (поверхонь 1, 2, 3, 4, 5) схемою базування вибираємо наступну:

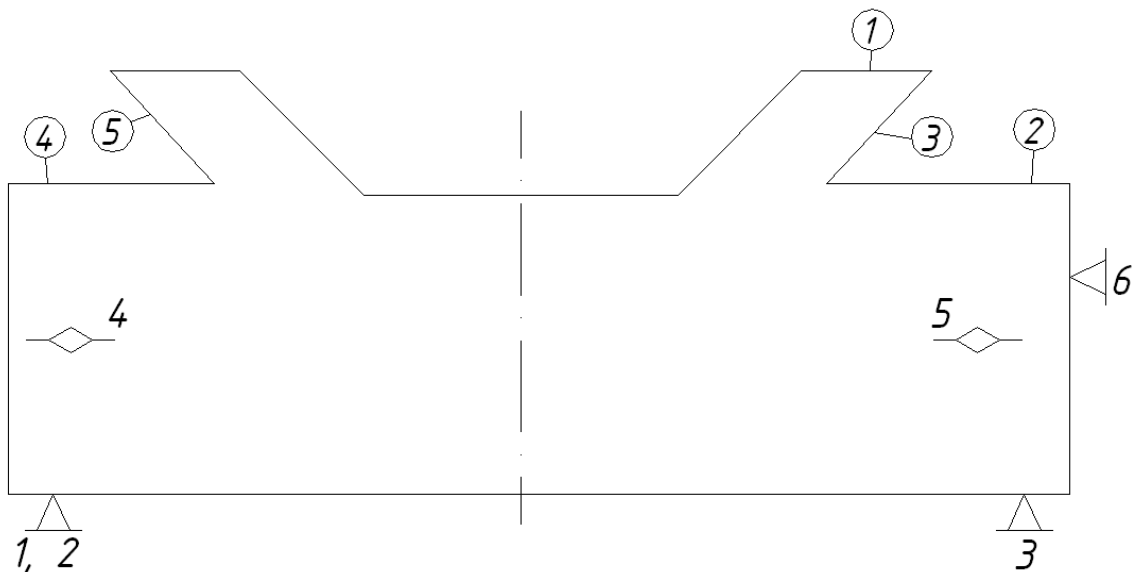


Рисунок 3.6 - Теоретична схема базування при обробці чорнових баз

3.10 Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу

3.10.1 Визначення допусків, припусків та міжопераційних розмірів

Значення мінімального значення припуску визначимо за формулою [15]:

$$Z_{\min i} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (3.23)$$

де $R_{Z_{i-1}}$ - шорсткість, мкм, досягнута на попередньому переході;

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

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

ε_i - похибки встановлення, мкм, на поточному переході.

Заготовка даної деталі - виліток у кокіль, 8-го класу точності розмірів і мас; маса -272 кг.

Технологічний маршрут оброблення пов.б складається з таких переходів:

- фрезерування чорнове;
- фрезерування чистове;
- шліфування.

Переходи виконуються на різних операціях. Схема базування заготовки наведена на рис.3.7.

Розрахунок припусків на оброблення пов.б наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.- Розрахунок припусків на оброблення поверхні б.

Технологічні переходи оброблення отвору $\varnothing 80^{+0,06}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничне значення розміру, мм		Граничне значення припуску, мм	
	R_Z	T	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	400	500	2904	-	-	92,433	1400	92,43	93,83	-	-
Фрезерування чорнове	40	50	174	510	4314	88,119	350	88,12	88,47	4,31	5,36
Фрезерування чистове	10	-	116	118	382	87,737	140	87,74	87,88	0,38	0,59
Шліфування попереднє	5	-	44	55	172	87,565	54	87,56	87,61	0,18	0,27
Всього:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,87	6,22

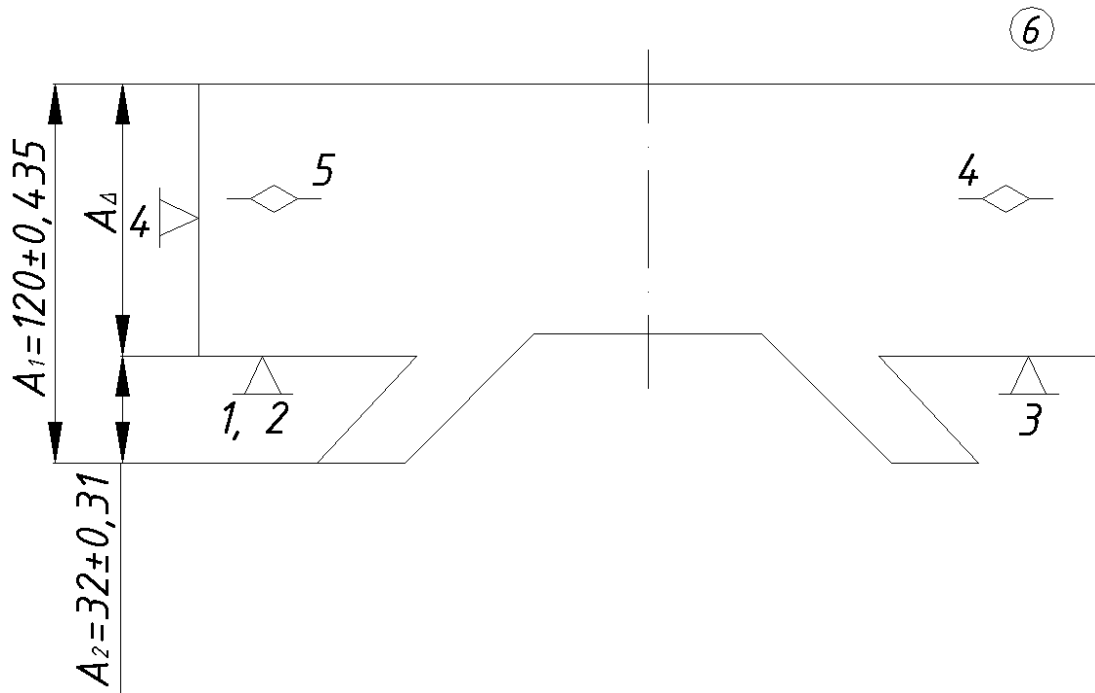


Рисунок 3.7- Схема базування заготовки при обробленні пов.б

Значення просторового відхилення для заготовки даного типу:

$$\rho_{\text{заг}} = \Delta_{\text{к}} \cdot A, \quad (3.24)$$

де $\Delta_{\text{к}}$ - питома кривизна заготовки, мкм, на 1 мм довжини;

A - найбільший розмір заготовки, мм.

$$\rho_{\text{заг}} = 2,2 \cdot 1320 = 2904 \text{ мкм.}$$

Для переходів механічного оброблення просторове відхилення приймаємо рівним:

- чорнове фрезерування - 6% від $\rho_{\text{заг}}$;

- числове фрезерування - 4% від $\rho_{\text{заг}}$;

- шліфування - 0,5% від $\rho_{\text{заг}}$.

$$\rho_1 = 2904 \cdot 0,06 = 174 \text{ мкм;}$$

$$\rho_2 = 2904 \cdot 0,04 = 116 \text{ мкм;}$$

$$\rho_3 = 2904 \cdot 0,005 = 44 \text{ мкм.}$$

Похибку встановлення приймаємо рівною:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{закр.}}^2 + \varepsilon_{\text{пр.}}^2}, \quad (3.25)$$

де $\varepsilon_{\text{б}}$ - похибка базування;

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

$\varepsilon_{закр.}$ - похибка закріплення;

$\varepsilon_{пр.}$ - похибка положення заготовки у пристрої.

Похибка базування, згідно з рис.2.9, визначимо як :

$$\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{A\Delta} = \varepsilon_{A1} + \varepsilon_{A2} = TA_1 + TA_2;$$

На операції чорнового фрезерування:

$$\varepsilon_{\sigma 1} = 740 + 520 = 1260 \text{ мкм.}$$

На операції чистового фрезерування:

$$\varepsilon_{\sigma 2} = 190 + 130 = 320 \text{ мкм.}$$

На операції шліфування:

$$\varepsilon_{\sigma 3} = 30 + 21 = 51 \text{ мкм.}$$

Похибку закріплення заготовки у пристрої при автоматизованому закріпленні приймаємо рівною 0.

Похибку положення заготовки у пристрою приймаємо рівною 20 мкм.

$$\varepsilon_1 = \sqrt{510^2 + 0^2 + 20^2} = 510 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_2 = \sqrt{116^2 + 0^2 + 20^2} = 118 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3 = \sqrt{51^2 + 0^2 + 20^2} = 55 \text{ мкм.}$$

Визначаємо мінімальні припуски:

$$Z_{\min 1} = 400 + 500 + 2904 + 510 = 4314 \text{ мкм;}$$

$$Z_{\min 2} = 40 + 50 + 174 + 118 = 382 \text{ мкм;}$$

$$Z_{\min 3} = 10 + 116 + 55 = 172 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір після останнього переходу (шліфування)
(див.рис.2.9):

$$A_{p3} = A_{p3\min} = 87,565 \text{ мкм;}$$

$$A_{p3} = A_{pi+1} + Z_{\min i+1};$$

$$A_{p2} = 87,565 + 0,172 = 87,737 \text{ мм;}$$

$$A_{p1} = 87,737 + 0,382 = 88,119 \text{ мм;}$$

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

$$A_{\text{рзг.}} = 88,119 + 4,314 = 92,433 \text{ мм};$$

Розміри допусків приймаємо рівними:

- для заготовки: $T_{\text{заг.}} = IT15 = 1400 \text{ мкм};$
- для чорнового фрезерування: $T_1 = IT12 = 350 \text{ мкм};$
- для чистового фрезерування: $T_2 = IT10 = 140 \text{ мкм};$
- для шліфування: $T_3 = IT8 = 54 \text{ мкм}.$

Максимальні розміри визначимо як:

$$A_{\text{max } i} = A_{\text{min } i} + \delta_i, \quad (3.26)$$

де $A_{\text{min } i}$ - мінімальні розміри по переходах, які приймаємо рівними розрахунковим розмірам, заокругленим до 0,01 мм.

$$A_{\text{max заг}} = 92,43 + 1,4 = 93,83 \text{ мм};$$

$$A_{\text{max } 1} = 88,12 + 0,35 = 88,47 \text{ мм};$$

$$A_{\text{max } 2} = 87,74 + 0,14 = 87,88 \text{ мм};$$

$$A_{\text{max } 3} = 87,56 + 0,054 = 87,61 \text{ мм}.$$

Граничні припуски $Z_{\text{max}}^{\text{рп}}$ і $Z_{\text{min}}^{\text{рп}}$ визначимо як:

$$Z_{\text{max}}^{\text{рп}} = A_{\text{max } i-1} - A_{\text{max } i};$$

$$Z_{\text{min}}^{\text{рп}} = A_{\text{min } i-1} - A_{\text{min } i};$$

$$Z_{\text{max } 1}^{\text{рп}} = 93,83 - 88,47 = 5,36;$$

$$Z_{\text{min } 1}^{\text{рп}} = 92,43 - 88,12 = 4,31;$$

$$Z_{\text{max } 2}^{\text{рп}} = 88,47 - 87,88 = 0,59;$$

$$Z_{\text{min } 2}^{\text{рп}} = 88,12 - 87,74 = 0,38;$$

$$Z_{\text{max } 3}^{\text{рп}} = 87,88 - 87,61 = 0,27;$$

$$Z_{\text{min } 3}^{\text{рп}} = 87,74 - 87,56 = 0,18;$$

$$Z_{\text{max } \Sigma}^{\text{рп}} = \sum Z_{\text{max } i}^{\text{рп}} = 6,22;$$

$$Z_{\text{min } \Sigma}^{\text{рп}} = \sum Z_{\text{min } i}^{\text{рп}} = 4,87.$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		53

Перевірка правильності розрахунку:

$$Z_{\min}^{zp} - Z_{\max}^{zp} = \delta_{заг} - \delta_1$$

$$5,36 - 4,31 = 1,400 - 0,35;$$

$$1,05 = 1,05$$

Номинальний розрахунковий припуск:

$$Z_{ном} = Z_{\min\Sigma}^{zp} + ES_{заг} - EI_{дет};$$

$$Z_{ном} = 4,87 + 1,0 - 0,435 \approx 5,44 \text{ мм.}$$

Номинальний розмір заготовки:

$$A_{заг.ном.} = A_{дет.ном.} + Z_{ном};$$

$$A_{заг.ном.} = 88 + 5,44 = 93,44 \text{ мм.}$$

Схему розташування припусків і допусків на оброблення поверхні 6 наведено на рис. 2.8.

Припуски і допуски на інші оброблювані поверхні призначаємо, згідно з ГОСТ 26645-85.

Для вилівка заданої деталі приймаємо :

- клас точності розмірів і мас - 8;
- ряд припусків - 3.

Таблиця 3.7-Припуски і допуски на оброблювані поверхні

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1-6	120	2,4	±0,8
2-6	88	3,2	±0,7
3-6	88	3,2	±0,7
4-5	160±0,2	2·2,4	±0,8
7-8	320	2·2,8	±1,0
9	14 H11	2·2,0	±0,45
9'	14 H18	2·2,8	+0,2 -0,7
12	26	2·2,2	±0,55
13	26	2·2,2	±0,55
15-26	1320	2·3,6	±1,4
22	20	2·2,0	±0,5
23	320	2·2,0	±0,5

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		54

На поверхні, не вказаній в таблиці 3.7, призначаємо напуски.

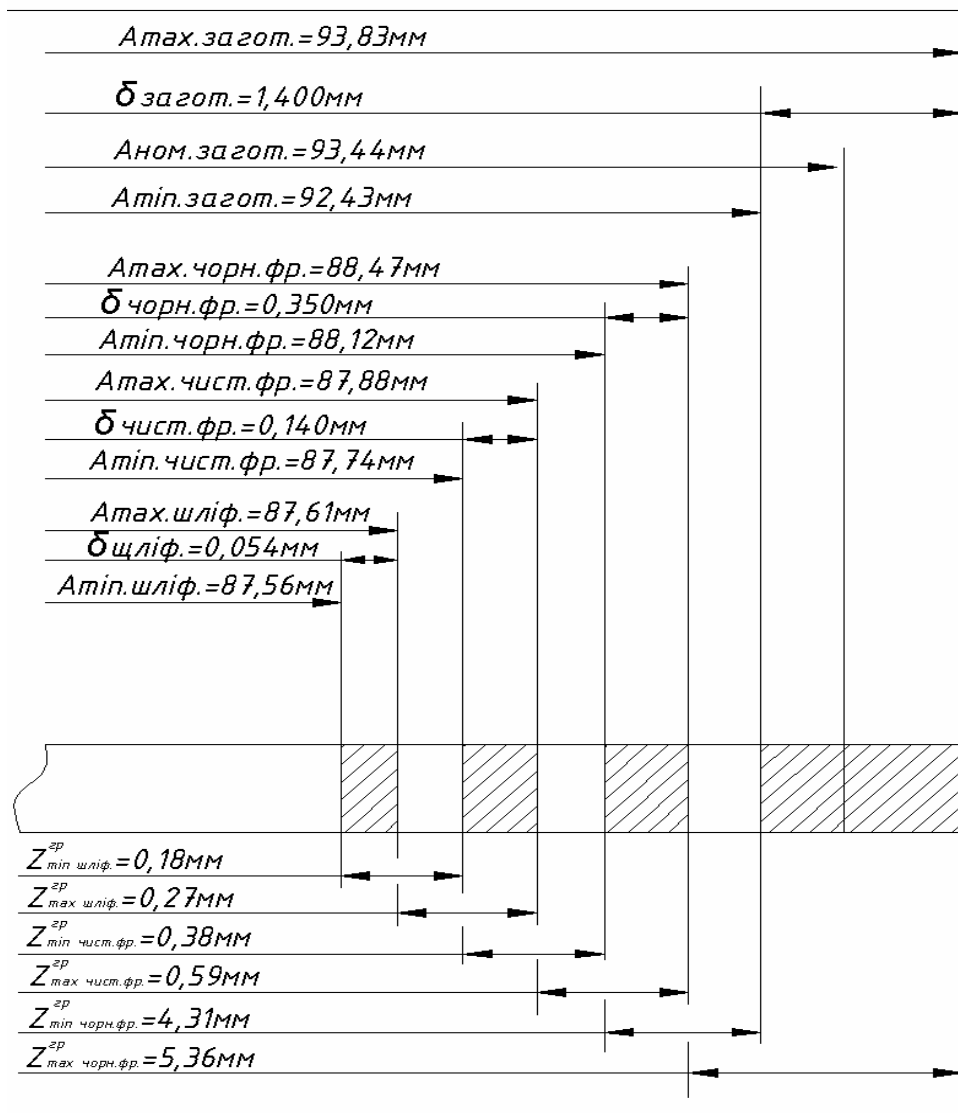


Рисунок 3.8-Схема графічного розташування припусків і допусків на оброблення поверхні б

3.10.2 Визначення режимів різання та технологічного обладнання

Призначення режимів різання і вибір верстата аналітичним способом покажемо на прикладі операції фрезерування [1].

Операція 015. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов.6, 7, 8 начорно одночасно.

1. Характер оброблення - чорновий.
2. Інструмент:

- для оброблення поверхні основи – пов.6 – фреза торцева насадна з насадними ножами ГОСТ 24359-80 (пластини з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 5348-60), D=400 мм, d=125мм, z=24;

- для бокових поверхонь 7, 8 - фрези торцеві насадні д вставними ножами ГОСТ 25359-80 (пластини з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 5348-60), D=125 мм, d=40мм, z=12 (2шт.).

4. Максимальна глибина різання $t = 4$ мм.
5. Подача на зуб $S_z = 0,5$ мм/зуб.
6. Середнє значення стійкості фрези $T = 240$ хв.
7. Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (3.27)$$

де D - діаметр фрези, мм;
 T - стійкість інструменту, хв;
 t - глибина різання, мм;
 S_z - подача на зуб;
 B - ширина фрезерування;
 Z - кількість зубів фрези;
 C_v - коефіцієнт, що дає поправку на швидкість різання;
 q, m, x, y, u, p - показники степенів.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання K_v , знаходимо по формулі:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (3.28)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, який залежить від якості оброблюваного матеріалу.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,25} = 1;$$

K_{nv} - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки, приймаємо $K_{nv} = 1,0$.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

K_{uv} - коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал, приймаємо $K_{uv} = 1,4$.

$$K_v = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,66.$$

Отже:

$$V = \frac{445 \cdot 400^{0,2}}{400^{0,32} \cdot 3,2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 320^{0,2} \cdot 24^0} \cdot 0,66 = 98,1 \text{ м/хв.}$$

8. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 66,6}{3,14 \cdot 400} = 53,0 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n = 53,0 \text{ хв}^{-1}$.

9. Сила різання:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^X \cdot S_z^Y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (3.29)$$

де C_p - поправочний коефіцієнт на силу різання;

K_{mp} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу.

$$K_{mp} = 1;$$

Приймаємо: $C_p = 54,5$; $X = 0,9$; $Y = 0,74$; $u = 1,0$; $q = 1,0$; $w = 0$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 4^{0,9} \cdot 3,2^{0,74} \cdot 0,20^1 \cdot 24}{400^1 \cdot 53,0^0} \cdot 1 = 9,059 \text{ кН.}$$

10. Ефективна потужність різання:

$$N_{ef} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (3.30)$$

$$N_{ef} = \frac{9059,3 \cdot 66,6}{1020 \cdot 60} = 9,86 \text{ кВт.}$$

Для бокових фрез:

$$n_{\phi} = \frac{S}{S_z \cdot S_{\phi}} = \frac{254,4}{0,20 \cdot 12} = 106 \text{ хв}^{-1};$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

де $S = 254,4 \text{ мм/хв}$ - дійсна хвилинна подача ($S = S_z \cdot z \cdot n = 0,20 \cdot 24 \cdot 53,0 = 254,4 \text{ хв}^{-1}$).

$$V_0 = \frac{\pi \cdot 125 \cdot 106}{1000} = 41,6 \text{ хв}^{-1};$$

$$P_{z0} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,2^{0,9} \cdot 0,20^{0,74} \cdot 88^1 \cdot 12}{125^1 \cdot 106^0} \cdot 1 = 7972,2 \text{ Н};$$

$$N_{\text{эф.б.}} = 2 \cdot \frac{7972,2 \cdot 41,6}{1020 \cdot 60} = 10,84 \text{ кВт}.$$

Сумарна ефективна потужність:

$$N_{\text{эф.}\Sigma} = 9,86 + 10,84 = 20,70 \text{ кВт}.$$

Сумарна дійсна необхідна потужність:

$$N_{\text{д.}\Sigma} = \frac{N_{\text{эф.}\Sigma}}{\eta}, \quad (3.31)$$

де $\eta = 0,83$ - ККД верстата.

$$N_{\text{д.}\Sigma} = \frac{20,70}{0,83} = 24,94 \text{ кВт}.$$

Вибираємо поздовжньо-фрезерний верстат мод. 6Г610 з потужністю головного приводу 28,5 кВт.

Згідно з паспортними даними верстата, приймаємо: $S=250 \text{ мм/хв.}$; $n_{\text{осн.}}=50 \text{ хв}^{-1}$; $n_0=100 \text{ хв}^{-1}$.

Оскільки паспортні режими верстата виявились меншими за розрахункові, проводити перевірку правильності вибору верстата за потужністю нема потреби.

На всі інші операції режими різання призначаємо табличним способом. Усі розрахунки зводимо у табл.3.8.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

Таблиця 3.8- Призначення режимів різання табличним способом

Назва і зміст операції	Розрахункові значення				Верстат	
	t, мм	n, хв. ⁻¹	v, м/хв	S, мм/хв	Модель	Потужність приводу, кВт
1	2	3	4	5	6	7
005. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4, 5 начорно	3,2	100	67,2	250	6Г610	28,5
010. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 15, 26 одночасно	2,8	100	66,4	200	6605	22,0
015. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 6, 7, 8 начорно	2,8	50; 100	63; 40	250	6Г610	28,5
020. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 2, 3, 4, 5 начисто	0,5	125	87	315	6Г608	13,0
025. Поздовжньо-стругальна Стругати пази 24, 25	3	---	90	---	7212Г	26,0
030. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 10, 11, фаски 20, 21	2	200 200	103 72	315	6Г608	13,0
035. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 12, 13 одночасно	4,2	250	64	500	6606	11,0
040. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 9, паз 9' начорно	6,5	200	68	250	6Г610	28,5
045. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 14 одночасно	4,5	100	62	250	6606	11,0
045. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 14 одночасно	4,5	100	62	250	6606	11,0
045. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 14 одночасно	4,5	100	62	250	6606	11,0
050. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 9, паз 9' начисто	0,4	300	85	630	6606	11,0
055. Поздовжньо-фрезерна. Калібрувати пази 9, паз 9' одночасно	0,1	350	97	680	6606	11,0
060. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 22, 23, фаски 18, 19	1 2	250 200	80 72	400	6604	8,0
065. Агрегатна						
1. Фрезерувати пов. 33	2	250	64	315	спец.	12,5
2. Фрезерувати паз. 16	10	380	18	260		
3. Свердлити 2 отв. 28	2,5	900	15	0,4 мм/об		
4. Зенкувати 2 фаски 29	0,5	900	15	0,4 мм/об		
5. Нарізати різь в 2 отв. 28	0,5	480	9	1 мм/об		
						Арк.
<i>ДР 18-106.00.00</i>						
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		59

070. Вертикально-фрезерна. Фрезерувати паз. 39	2	500	19	420	6P13	11,0
075. Агрегатна						
Поз. 1. 1. Свердлити 7 отв. 40.	2,5	900	15	0,4 мм/об	спец.	16,0
2. Свердлити 7 отв. 42.	2,5	900	15	0,4 мм/об		
3. Свердлити 7 отв. 44.	2,5	900	15	0,4 мм/об		
Поз. 2. 1. Зенкувати 7 фасок 41.	0,5	900	15	0,4 мм/об		
2. Зенкувати 7 фасок 43.	0,5	900	15	0,4 мм/об		
3. Зенкувати 7 фасок 45.	0,5	900	15	0,4 мм/об		
Поз. 3. 1. Нарізати різь в 7 отв. 40.	2,5	480	9	1 мм/об		
2. Нарізати різь в 7 отв. 42.	2,5	480	9	1 мм/об		
3. Нарізати різь в 7 отв. 44.	2,5	480	9	1 мм/об		
080. Поздовжньо-шліфувальна. Шліфувати пов. 2, 3, 4, 5 одночасно.	0,05	1200	25,1 м/с	600	3508	41,8
080. Поздовжньо-шліфувальна. Шліфувати пов. 6.	0,05	1200	25,1 м/с	600	3508	41,8

3.10.3 Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій

Правила вибору засобів технологічного оснащення процесів технічного контролю регламентовані стандартами. У відповідності з даним стандартом, вибір засобів контролю ґрунтується на забезпеченні заданих показників процесу контролю і аналізу затрат на його реалізацію [1].

Окремі операції контролю:

1. Вхідний контроль - заготовка деталі перевіряється на дотримання технічних умов, викладених у кресленні заготовки. Проводиться візуально.

2. Вихідний контроль - деталь перевіряється у відповідності з технічними вимогами. Проводиться вибірково - контролюється одна з 10 деталей.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

Крім того, в процесі оброблення деталі контроль здійснюється робітником. Найбільший вплив на відхилення від заданих розмірів має похибка несуміщення баз заготовки. Похибка закріплення практично відсутня, так як використовуються автоматизовані пневматичні затискачі. Статичне настроювання верстата здійснюється з достатньою точністю за допомогою універсальних вимірювальних засобів. Похибка динамічного настроювання невелика, так як всі верстати через свої відносно невеликі габарити мають високу жорсткість і короткі розмірні і кінематичні ланцюги. Тому в даному випадку можна обмежитись вибіркоvim контролем, наприклад, контролювати одну деталь з 10 оброблених і, крім того, здійснювати контроль після кожного підналагодження верстата.

Враховуючи все, вище сказане, для операційного контролю доцільно застосовувати наступні засоби:

- калібр-пробки гладкі ГОСТ 14.812-75;
- калібр-пробки різеві;
- зразки шорсткості ГОСТ 9378-75;
- спеціальні шаблони.

До допоміжних операцій технологічного процесу можна віднести наступні операції;

- промивання;
- сушіння;
- фарбування;
- консервування;
- пакування;

Слід відзначити, що останні дві операції (консервування і пакування) необхідно виконувати лише для тієї частини деталей, яка призначена для комплекту запасних частин і пристроїв (ЗЧП).

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						61
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

До транспортних операцій відносяться:

- підвезення заготовок на дільницю механічного оброблення (здійснюється за допомогою автотранспорту);
- транспортування заготовок по робочих місцях (здійснюється за допомогою (проводиться стрічкового конвеєра);
- транспортування готових деталей у складальний цех (здійснюється за допомогою автотранспорту).

3.10.4 Нормування технологічного процесу

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

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{доп} + T_{об} + T_{в}, \quad (3.33)$$

де, $T_{осн}$ - основний час, хв.;

$T_{доп}$ - допоміжний час, хв.;

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

$T_{в}$ - час на відпочинок та фізичні потреби, хв.

$$T_{доп} = T_{в.з.} + T_{зв} + T_{к} + T_{вим}$$

де, $T_{в.з.}$ - час на встановлення заготовки і знімання обробленої деталі;

$T_{зв}$ - час на закріплення заготовки та відкріплення обробленої деталі;

$T_{к}$ - час на прийом керування верстатом;

$T_{вим}$ - час на вимірювання.

Сумарний час на обслуговування робочого місця та час на відпочинок, природні потреби приймаємо рівним 8% від $T_{осн}$.

$$T_{об} + T_{в} = 0,08T_{осн};$$

$$T_{осн} = T_{осн} + T_{доп}.$$

Нормування технологічного процесу показано на прикладі операції 015.

Операція 015 - поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 6, 7, 8 начорнео одночасно.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
						62
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Основний час оброблення:

$$T_{осн} = L / S_{хе}, \quad (3.34)$$

де L - розрахункова довжина робочого ходу визначається з рис. 2.9;

$$L = l + l_{вр.} + l_{пр.} + D_{фр.} - \text{розрахункова величина робочого ходу, мм};$$

де l - довжина оброблювальної поверхні;

$l_{вр.}$ - довжина врізання;

$l_{пр.}$ - довжина перебігу;

$D_{фр.}$ - діаметр фрези.

$$L = 1320 + 12 + 14 + 400 = 1746 \text{ мм};$$

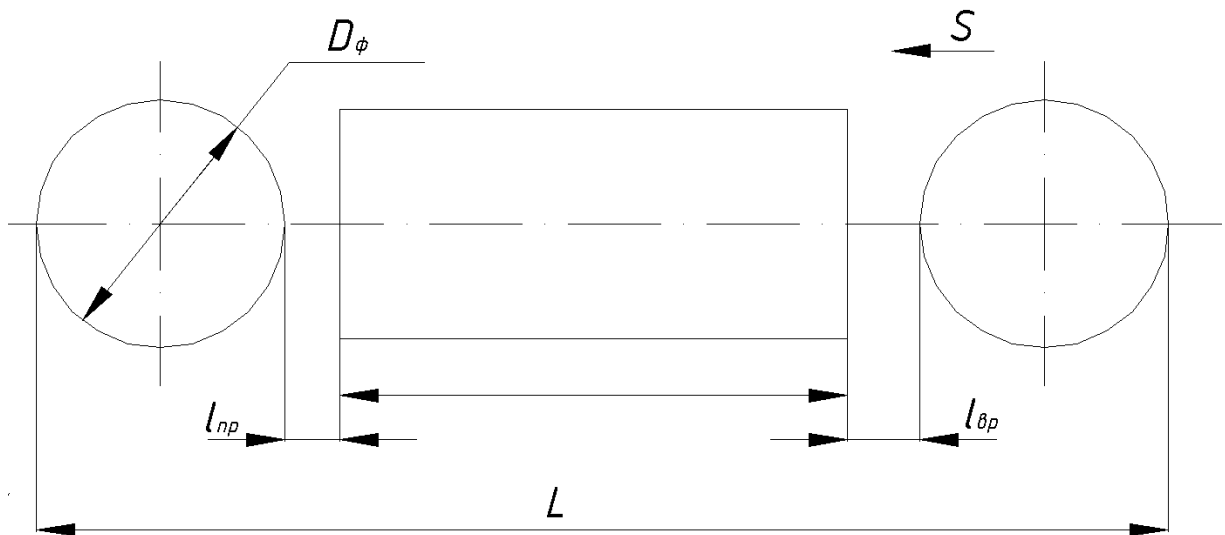


Рисунок 3.9- Схема для визначення розрахункової довжини робочого ходу L

$$T_0 = 1746 / 250 = 6,77 \text{ хв.}$$

Час на встановлення і зняття обробленої деталі за допомогою вантажопідіймального механізму:

$$T_{в.з.} = 2 \cdot 2,14 = 4,28 \text{ хв.}$$

Час на закріплення і відкріплення обробленої деталі за допомогою автоматизованого пристрою:

$$T_{з.в.} = 2 \cdot 0,05 = 0,10 \text{ хв.}$$

					ДР 18-106.00.00	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		63

Час на вимірювання деталі шаблоном:

$$T_{\text{вим}} = 0,16 \text{ хв.}$$

Час на прийом керування верстатом:

ввімкнути і вимкнути верстат кнопкою: $T_{\text{к.1}} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ хв.};$

підвести і відвести стіл: $T_{\text{к.2}} = 2 \cdot 0,24 = 0,48 \text{ хв.}; T_{\text{к}} = 0,04 + 0,48 = 0,52 \text{ хв.}$

Загальний допоміжний час: $T_{\text{о}} = 4,28 + 0,10 + 0,16 + 0,52 = 5,06 \text{ хв.}$

Операційний час: $T_{\text{оп}} = 6,77 + 5,06 = 11,83 \text{ хв.}$

Сумарний час на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби: $T_{\text{об}} + T_{\text{с}} = 0,08 \cdot 11,83 = 0,95 \text{ хв.}$

Загальний штучний час: $T_{\text{шт}} = 11,83 + 0,95 = 12,78 \text{ хв.}$

Норми часу на цю та всі інші операції зводимо в табл..2.9.

Таблиця 3.9 - Технічні норми часу, хв.

Назва та зміст операції	T _о	T _д					T _{оп.}	T _{обол.+ +T_{в.}}	T _{шт.}
		T _{в.з.}	T _{з.в.}	T _{к.}	T _{вим}	T _{дс.}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4, 5 начорно	6,77	4,28	0,10	0,52	0,32	5,22	11,99	0,96	12,95
010. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 15, 26 одночасно	2,35	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	7,41	0,59	8,0
015. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 6, 7, 8 начорно	6,77	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	11,83	0,95	12,78
020. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пов. 2, 3, 4, 5 начисто	5,54	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	10,60	0,85	11,45
025. Поздовжньо-стругальна Стругати пази 24, 25	2,30	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	7,36	0,59	7,95
030. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 10, 11, фаски 20, 21	5,38	4,28	0,10	0,52	0,32	5,22	10,60	0,85	11,45
035. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 12, 13 одночасно	2,69	4,28	0,10	0,52	0,32	5,22	7,91	0,63	8,54

										Арк.
										64
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ДР 18-106.00.00					

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
040. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 9, паз 9' начорно	5,88	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	10,94	0,88	11,82
045. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 14 одночасно	5,38	4,28	0,10	0,52	0,48	5,38	10,76	0,86	11,62
050. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 9, паз 9' начисто	2,22	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	7,28	0,58	7,86
055. Поздовжньо-фрезерна. Калібрувати пази 9, паз 9' одночасно	2,06	4,28	0,10	0,52	0,48	5,38	7,44	0,60	8,04
060. Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати пази 22, 23, фаски 18, 19	3,37	4,28	0,10	0,52	0,32	5,22	8,59	0,69	9,28
065. Агрегатна. 1. Фрезерувати пов. 33. 2. Фрезерувати паз 16. 3. Свердлити 2 отв. 28. 4. Зенкувати 2 фаски 29. 5. Нарізати різь в 2 отв. 28.	0,95 1,82 0,12 0,06 0,06	2,14 2,14	0,005 0,05	0,07 0,12 0,12 0,12 0,19	0,16 0,16 0,12	2,42 0,38 0,12 0,12 2,50			
Разом по операції 065	1,82	4,28	0,10	0,62	0,44	5,64	7,46	0,60	8,06
070. Вертикально-фрезерна. Фрезерувати паз 39.	2,17	4,48	0,10	0,52	0,16	5,26	7,43	0,59	8,02
075. Агрегатна Поз. 1. 1. Свердлити 7 отв. 40. 2. Свердлити 7 отв. 42. 3. Свердлити 7 отв. 44.	0,68 0,68 0,33	2,14 ---	0,05 ---	0,07 0,12 0,12	---	2,26 0,12 0,12			
Разом по позиції 1	1,69	2,14	0,05	0,31	---	2,50	4,19	0,34	4,53
Поз. 2. 1. Зенкувати 7 фасок 41. 2. Зенкувати 7 фасок 43. 3. Зенкувати 7 фасок 45.	0,21 0,21 0,12	---	---	0,12 0,12 0,12	---	0,12 0,12 0,12			
Разом по позиції 2	0,54	---	---	0,36	---	0,36	0,90	0,07	0,97
Поз. 3. 1. Нарізати різь в 7 отв. 40. 2. Нарізати різь в 7 отв. 42. 3. Нарізати різь в 7 отв. 44.	0,44 0,44 0,21	2,14	0,05	0,12 0,12 0,19	0,12 0,12	0,24 0,24 2,50			
Разом по позиції 3	1,09	2,14	0,05	0,43	0,36	2,98	4,07	0,33	4,40
Разом по операції 075	1,69	4,28	0,10	1,01	0,36	5,84	7,53	0,60	8,13
080. Поздовжньо- шліфувальна. Шліфувати пов. 2, 3, 4, 5.	2,91	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	7,97	0,64	8,61

Продовження таблиці 3.9

ДР 18-106.00.00

Арк.

65

Зам. Арк. № документа Підпис Дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
085. Поздовжньо-шліфувальна. Шліфувати пов. 6	2,91	4,28	0,10	0,52	0,16	5,06	7,97	0,64	8,61
Разом по технологічному процесу	62,91	72,76	1,70	9,52	4,48	88,46	150,6 7	12,05	162,72

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		66

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір верстатного пристрою для фрезерування

4.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії та структурної схеми

Відповідно до розрахунків розділів попередніх розділів, тип виробництва - великосерійний і тому виникає необхідність у проектуванні спеціальних верстатних пристроїв [8], [18].

Даний пристрій використовується при виконанні операції 040 - поздовжньо-фрезерної для оброблення пазів 9, 9'.

Оптимальною буде схема базування, при якій заготовка встановлюється у координатний кут. Схема базування заготовки на операції 040 наведена на рисунку 4.2.

В якості силового елемента використовується пневмоциліндр, вмонтований у корпус пристрою, що дає змогу зменшити габарити і масу самого пристрою. Пневмоциліндр має просту конструкцію, він не складний у виготовленні і має незначну собівартість. Це значно здешевлює процес виготовлення пристрою.

Переваги даного пристрою:

- просте і зручне базування заготовки;
- скорочення штучного часу за рахунок зменшення допоміжного;
- постійність силового затиску, що забезпечує мінімальну похибку встановлення;
- зменшення собівартості отримання деталі.

Недоліки пристрою:

- необхідність оснащення робочого місця пневмомережею;
- необхідність використання допоміжного робітника - налагоджувача.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мізюк				КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків							
Консульт								
Н. конт.	Ткаченко					ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ _м - 61		
Затв.	Пилипець					67		

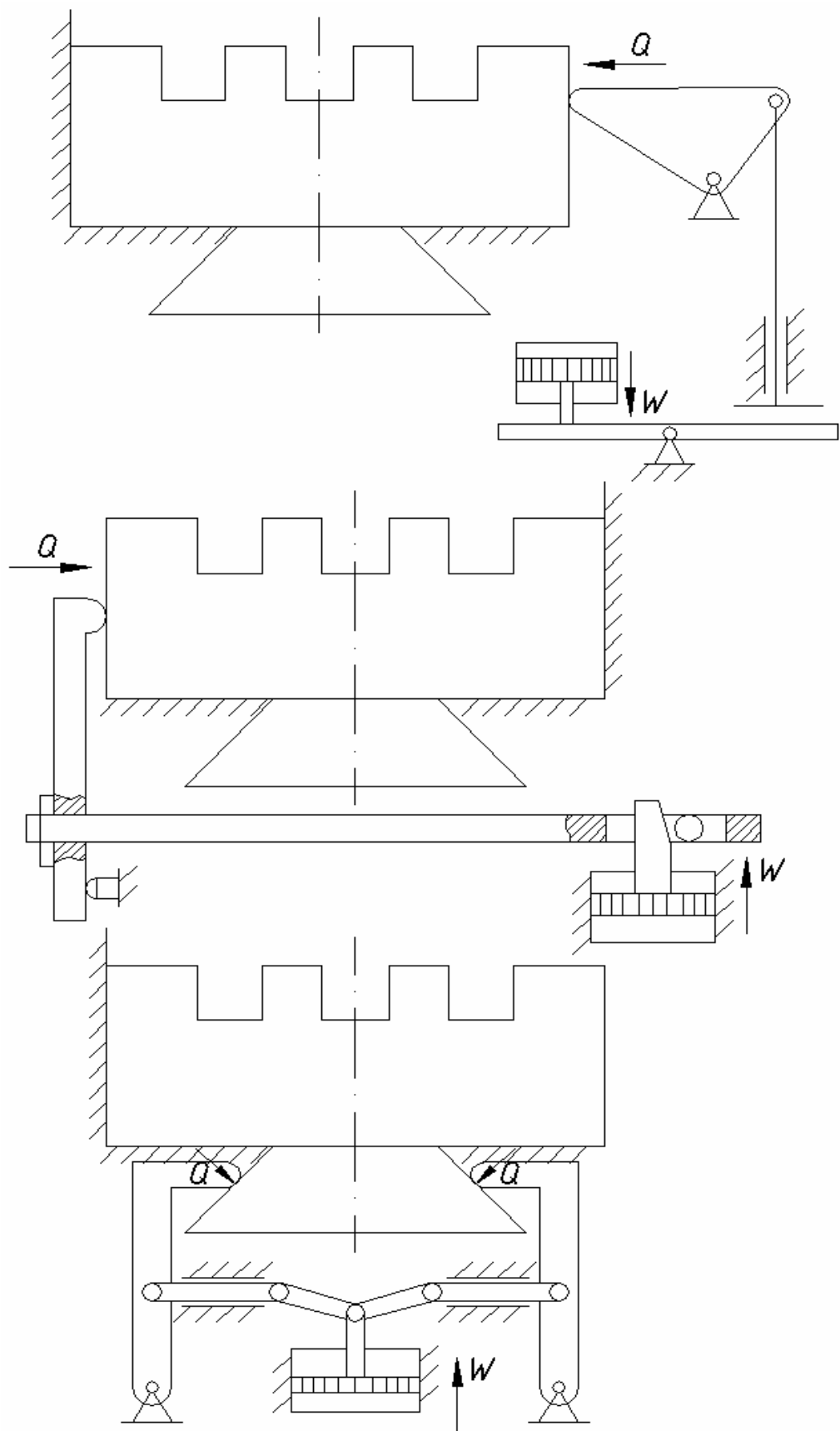


Рисунок 4.1- Можливі компоновки пристрою для виконання операції 040

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ДР 18-106.00.00

4.1.2 Розрахунок пристрою на точність

На точність оброблення впливає ряд факторів, яку викликає сумарну похибку Δ_{Σ} :

$$\Delta_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \Delta_{\epsilon_y})^2 + (K_2 \Delta_y)^2 + (K_3 \Delta_n)^2 + (K_4 \Delta_i)^2 + (K_5 \sum \Delta_{\epsilon})^2 + (K_6 \sum \Delta_t)^2}, \quad (4.2)$$

де K - коефіцієнт відносного розсіювання вихідного параметру (коефіцієнт ризику); при заданій гарантованій надійності пристрою $K = 0,683$;

$K_1 - K_6$ - коефіцієнти, що враховують відповідні закони розподілу похибок;

$$K_1 = K_2 = K_3 = 1,0;$$

$$K_4 = K_5 = K_6 = 1,73.$$

Δ_{ϵ_y} - похибка встановлення заготовки;

Δ_y - похибка оброблення заготовки, яка виникає внаслідок зміщення елементів технологічної системи під дією сил різання;

Δ_n - похибка налагодження технологічної системи;

Δ_i - похибка, яка виникає внаслідок зношення різального інструменту;

$\sum \Delta_{\epsilon}$ - сумарна похибка верстата, яка виникає внаслідок його зношення за період експлуатації;

$\sum \Delta_t$ - сумарна температура похибка.

1. Похибка встановлення Δ_{ϵ_y} являє собою відхилення фактичного положення закріплення деталі від необхідного теоретичного:

$$\Delta_{\epsilon_y} = \sqrt{\epsilon_{\delta}^2 + \epsilon_z^2 + \epsilon_{np}^2}, \quad (4.2)$$

де ϵ_{δ} - похибка базування заготовки у пристрої;

ϵ_z - похибка закріплення заготовка;

ϵ_{np} - похибка положення заготовки у пристрої.

- 1.1. Похибка базування визначається з наступної схеми.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		70

5. Сумарну похибку верстата $\sum \Delta_e$, яка виникає внаслідок його зношення за період експлуатації, приймаємо рівною 12мкм.

6. Сумарну температурну похибку $\sum \Delta_t$, приймаємо рівною 10...15% від Δ_Σ .

Сумарна похибка (без врахування температурної похибки):

$$\Delta_\Sigma = \frac{1}{0,683} \sqrt{(248)^2 + (15)^2 + (28)^2 + (1,73 \cdot 25)^2 + (1,73 \cdot 12)^2} = 373 \text{ мкм};$$

$$\sum \Delta_t = 373 \cdot 0,15 = 56 \text{ мкм}.$$

Загальна похибка:

$$\Delta_\Sigma = \frac{1}{0,683} \sqrt{(0,683 \cdot 373)^2 + (1,73 \cdot 56)^2} = 399 \text{ мкм}.$$

Мінімальний допуск на оброблення заданої поверхні, згідно з кресленням, становить 520мкм. Таким чином, умова $\Delta_\Sigma \leq TA$ виконується.

4.1.3 Силовий розрахунок параметрів приводу

Для забезпечення надійності сили затиску введемо коефіцієнт запасу K [8]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (4.8)$$

де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 - коефіцієнт, який враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки;

K_2 - коефіцієнт, який залежить від прогресуючого затуплення різального інструменту;

K_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

K_4 - коефіцієнт, який характеризує затискний механізм з точки зору постійності сил, які він розвиває;

					ДР 18-106.00.00	Арк
						73
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок необхідної сили затиску проводиться за умови не повертання заготовки навколо осі OO' під дією крутного моменту $M_{кр}$:

$$\sum M_{крOO'} = 0;$$

$$kM_{кр} + R \cdot 1/2 - F_{мп2} \cdot 1/2 - Q \cdot 1/2 = 0.$$

Приймаючи:

$$F_{мп1} = Q \cdot f_1;$$

$$F_{мп2} = R \cdot f_2;$$

$$R = Q.$$

Отримаємо:

$$kM_{кр} = Q \cdot f_2 \cdot 1/2 + Q \cdot 1/2 + Q \cdot f_1 \cdot 1/2 - Q \cdot 1/2.$$

Звідси:

$$Q = \frac{2 \cdot kM_{кр}}{l \cdot (f_1 + f_2)}, \quad (4.9)$$

При силі різання $P_z = 4046,7H$, необхідна сила затиску:

$$Q = \frac{1,95 \cdot 4046,7 \cdot 100}{320 \cdot (0,15 + 0,15)} = 8219,88H.$$

Зусилля на штоці:

$$W = Q \cdot \frac{a}{b} = 8219,88 \cdot \frac{50}{45} = 9133,2H.$$

Діаметр поршня пневмоциліндра визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9133,2}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 147,4\text{мм};$$

де $p = 0,63\text{МПа}$ - тиск повітря в пневмосистемі;

$\eta = 0,85$ - ККД пневмоциліндра.

Приймаємо $D = 150\text{мм}$.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						75
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

4.1.4. Опис конструкції та роботи пристрою

В процесі оброблення заготовка базується на опорі 11, опорні пластини 26 та опори 24. Затиск здійснюється за допомогою прихвата 9. Прихват приводиться в рух за допомогою тяги 8, яка зв'язана через ролик 6 з штоком 5 клинової форми. Зусилля затиску передається від вбудованого пневмоциліндру. При подачі повітря у нижню порожнину циліндра шток 5 переміщується вгору, його клиноподібний кінець діє на ролик 6, який з'єднаний з тягою 8. Тяга рухається вправо і переміщаючи прихват 9, затискає заготовку. Розтиск обробленої деталі здійснюється у зворотній послідовності.

4.2 Пристрій агрегатний

Даний пристрій призначений для оброблення пазу 16 та різцевих отворів 28 на агрегатній операції 065.

Розрахунок сили затиску проводиться за двох умов:

1. Заготовка не повинна провертатися навколо своєї осі під дією крутного моменту.

2. Заготовка не повинна зміщуватися вздовж осі під дією осьової сили.

Згідно з першою умовою:

$$\sum M_{O_1 O_1} = 0, \quad (4.10)$$

$$-kM + \bar{F}_{mp2} \cdot d + \bar{F}_{mp4} \cdot c + \bar{F}_{mp1} \cdot d + \bar{F}_{mp3} \cdot c = 0;$$

$$\bar{F}_{mp1} = N_1 \cdot f;$$

$$\bar{F}_{mp2} = N_2 \cdot f;$$

$$\bar{F}_{mp3} = Q/2 \cdot f;$$

$$\bar{F}_{mp4} = Q/2 \cdot f.$$

Оскільки $N_1 = N_2 = Q/2$, то отримаємо:

$$kM = Q/2 \cdot f \cdot d + Q/2 \cdot f \cdot c + Q/2 \cdot f \cdot d + Q/2 \cdot f \cdot c = 0;$$

$$kM = 4Q \cdot f \cdot (c + d).$$

Оскільки $M_{кр} = P_z \cdot D/2$, то кінцево отримаємо:

					ДР 18-106.00.00	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		76

$$Q = \frac{k \cdot P_z \cdot D}{8f \cdot (c + d)}, \quad (4.11)$$

Згідно з другою умовою:

$$\begin{aligned} \sum P_{o_i o_i} &= 0; \\ -kP_x - \bar{F}_{mp4} - \bar{F}_{mp2} + \bar{F}_{mp1} + \bar{F}_{mp3} &= 0; \\ kP_x = Q/2 \cdot f - Q/2 \cdot f + Q/2 \cdot f - Q/2 \cdot f &= 0; \\ kP_x &= 0. \end{aligned}$$

Таким чином, розрахунок ведемо за формулою:

$$Q = \frac{3,09 \cdot 6044,7 \cdot 50}{8 \cdot 0,15 \cdot (115 + 100)} = 3619,8H.$$

Зусилля на штоці пневмокамери:

$$2[W/2 \cdot b] = 2[Q/2 \cdot a];$$

$$W = Q \cdot \frac{a}{b};$$

$$W = 3619,8 \cdot \frac{40}{20} = 7239,6H.$$

Робочий діаметр мембрани:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7239,6}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 131,2mm, \quad (4.12)$$

Приймаємо $D = 160mm$.

Заготовка в процесі оброблення базується на опорі 17 і опорах 16. Затиск здійснюється за допомогою вбудованої пневмокамери 2. При подачі повітря стисненого повітря у нижню порожнину камери шток з приєднаним до нього осетримачем 15 передає зусилля на коромисло 7 і через нього на тяги 6, і далі - на прихвати 5. При подачі повітря у верхню порожнину камери відбувається звільнення обробленої деталі.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		77

4.3 Пристрій для контролю паралельності напрямних

Даним пристроєм контролюється відхилення напрямних типу "ластівчин хвіст". Допуск непаралельності, згідно з кресленням, становить не більше 0,04/1000 мм. Пристрій встановлюється на контрольовану деталь таким чином, щоб основа 18 дотикалася до поверхні, яка підлягає контролю. Пристрій фіксується за допомогою ручки 11 і ролика 10. Індикатор встановлюється на нуль. Пристрій пересувається на краї напрямних. Різниця двох показів індикатора (на краях деталі) дає значення максимального відхилення від паралельності.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		78

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Огляд програмного забезпечення, яке використовується при виконанні роботи

Сьогодні важко представити сучасне промислове підприємство чи конструкторське бюро де б не було встановлено декілька комп'ютерів і якихось пакетів автоматизованого проектування. Нові комп'ютерні технології стають незамінними при роботі конструкторів, технологів. Вони реально допомагають скоротити цикл проектування і виготовлення виробів, підвищити їх якість і конкурентноспроможність, значно зекономити фінансові ресурси.

Система КОМПАС - 3D LT призначена для виконання проектно-конструкторських робіт у різних сферах діяльності. Система КОМПАС - 3D LT є продуктом російської компанії "Аскон".

У порівнянні з традиційними Windows-програмами у КОМПАС - 3D LT є обмеження на одночасну роботу з декількома документами. Тобто, в головному вікні системи може бути відкритий тільки один документ: креслення, фрагмент або деталь.

Система КОМПАС - 3D LT складається із двох підсистем – креслярсько-конструкторського редактора КОМПАС – ГРАФІК і редактор трьохмірних моделей КОМПАС – 3D.

Основними графічними документами в системі КОМПАС - 3D LT є лист креслення. Креслення зберігається в окремому файлі спеціального формату (розширення файлу *.cdw). Якщо конструкторська документація (наприклад, складальне креслення) складається із декількох листів, то вони створюються і розробляються окремо (в різних файлах).

					<i>ДР 18-106.00.00</i>					
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА					
<i>Розроб.</i>	<i>Мізюк</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Паньків</i>									
<i>Консульт</i>	<i>Паньків</i>									
<i>Н. конт.</i>	<i>Ткаченко</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>				<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТ_м - 61</i>					
					79					

шорсткості, технічних вимог. Фрагмент ідеально підходить для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як лист креслення. Крім цього у фрагменті зручно зберігати створені типові рішення і конструкції для подальшого використання в інших документах.

Основна задача, яка вирішується з допомогою будь-якої креслярської системи – створення різної графічної документації. Швидкість вирішення цієї задачі, а отже і ефективність роботи з системою в основному визначається тим, наскільки зручні засоби вводу і редагування об'єктів. Розробляючи креслення з допомогою КОМПАС - 3D LT, ми можемо застосовувати самі різні прийоми створення і редагування об'єктів. Наприклад, при створенні відрізка виконується послідовна фіксація його початкової, а потім кінцевої точки. Для позиціювання у потрібну точку ми можемо використовувати всі запропоновані у КОМПАС - 3D LT функції прив'язок.

Кожен креслярський об'єкт, який ми створюємо при роботі з КОМПАС - 3D LT, володіє деяким набором характеристик, чи параметрів. Наприклад, параметрами відрізка прямої лінії є координати X і Y її початкової і кінцевої точок. Слід зауважити, що крім значень координат граничних точок, відрізок має інші характеристики – довжину і кут нахилу. Можна однозначно визначити відрізок, задавши координати його початкової точки з довжиною і кутом нахилу, при цьому координати кінцевої точки розраховуються автоматично. Для інших об'єктів кількість параметрів може бути значно більше (наприклад, у випадку вводу еліпса). Таким чином, можливі різні комбінації параметрів при побудові чи редагуванні об'єктів. Звичайно, що одночасне управління всіма цими параметрами дозволяє легко змінювати креслярські примітиви.

Існує декілька способів введення значень у поля “Строка параметрів об'єктів”. Опишемо їх на прикладі побудови відрізка.

1. Якщо потрібно перемістити курсор в точку, яка буде початком відрізка, і зафіксуємо її в полі $p1$, то автоматично будуть винесені значення

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		80

2. координат вказаної точки.

3. Для того, щоб ввести значення в поле параметра потрібно натиснути на ньому лівою кlawішею миші. Поле стане доступним для редагування. Тоді ми зможемо набрати потрібне число. Іншим способом доступу до поля параметрів є нажимання кlawіші <Alt>. Після вводу значення в поле параметра потрібно натиснути кlawішу <Enter>.

Ми можемо вводити значення параметрів, беручи їх з уже створених об'єктів. Для цього в КОМПАС - 3D LT є потужний апарат "Геометричного калькулятора". В якості простішого прикладу застосування геометричного калькулятора, розглянемо побудову відрізка, який паралельний іншому відрізку. Встановлюємо курсор на поле кута нахилу відрізка у строці параметрів (поле α) і нажимаємо правою кlawішею миші. На екрані з'явиться меню з різними командами вибору параметрів. Набір команд різний при виборі різних типів параметрів (координати, лінійні величини, кутові величини). Вибираємо в меню команду "Напрямок прямої/відрізка" і вказуємо курсором відрізок, паралельно якому потрібно виконати побудову. Значення кута нахилу буде внесено в поле параметра і зафіксовано, тому, наступне переміщення курсора буде приводити до зміни тільки довжини відрізка зі збереженням кута нахилу.

Любий із параметрів об'єкта, який вводимо, можна зафіксувати. При цьому значення даного параметра буде незмінним. Інші параметри залишаться доступними для змінювання. Признаком того, що параметр зафіксований є зображення перехрестя на кнопці поряд із полем параметра.

Ескіз може розміщатися в одній із ортогональній площині координат на плоскій грані існуючого тіла чи на допоміжній площині, положення якої задано користувачем. Ескіз зображається на площині стандартними засобами креслярсько-графічного редактора. При цьому доступні всі команди побудови і редагування зображення. Ескіз може вміщувати текст. В ескіз можна перенести зображення із раніше створеного в КОМПАС - 3D LT креслення чи фрагмента. Це дозволяє при створенні трьохмірної моделі опиратися на існуючу конструкторську документацію.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		81

Можливе винекнення і інших небажаних для користувача ситуацій, які пов'язані з тим, що установлені системи використовують один і той самий тип файлів.

Характеристики комп'ютерів, які рекомендуються для ефективної роботи з системою КОМПАС - 3D LT:

1. Процесор Pentium 113 і вище.
2. Оперативна пам'ять 32 Мб.
3. Графічний адаптер SVGA з відеопам'ятю 1 Мб або більше, який підтримує розширення не менше 800×600×256 кольорів.
4. Кольоровий монітор SVGA з розміром діагоналі екрану 17'' і більше.

Для одержання паперових копій документів можуть використовуватися любі моделі принтерів і плотерів. Для того, щоб процес установки не був складний в комплект системи КОМПАС - 3D LT входить спеціальна інсталяційна програма Setup.exe.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		84

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1 Визначення приведеної програми

Верстатомісткість всіх деталей, які входять у вузол, визначаємо за верстатомісткістю основної деталі з врахуванням їх різниці за масою, серійністю та складністю механічної обробки. Різниця за кожним параметром оцінюється відповідним коефіцієнтом приведення [4]:

$$T_i = T \cdot K_o; \quad (6.1)$$

де T_i - верстатомісткість і-тої деталі вузла н. год;

T - верстатомісткість основної деталі-представника, н. год;

K_o - коефіцієнт приведення, який визначається за формулою:

$$K_o = K_M \cdot K_{сер} \cdot K_{скл}; \quad (6.2)$$

де K_M - коефіцієнт приведення за масою;

$K_{сер}$ - коефіцієнт приведення за серійністю;

$K_{скл}$ - коефіцієнт приведення за складністю.

За специфікаціями і кресленнями деталі, які входять у вузол, визначаємо їх масу, виробничу програму, кількість оброблюваних поверхонь і розраховуємо коефіцієнти приведення за масою, серійністю, складністю і загальний.

Коефіцієнт приведення основної деталі приймаємо за 1.

Коефіцієнт приведення за масою K_M визначається за формулою:

$$K_M = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2}; \quad (6.3)$$

де Q - маса виробу представника, кг;

Q_x - маса приведенного виробу, кг.

Коефіцієнт приведення за серійністю $K_{сер}$:

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мізюк				ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків						78	16
Консульт						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ _м - 61 85		
Н. конт.	Ткаченко							
Затв.	Паньків							

$$K_{сер} = \left(\frac{N_x}{N} \right)^{0,2}; \quad (6.4)$$

де N - виробнича програма деталі-представника;

N_x - виробнича програма приведеної деталі.

Коефіцієнт приведення за складністю визначається за формулою:

$$K_{скл} = \sqrt{\frac{H_x}{H}}; \quad (6.5)$$

де H_x - кількість оброблюваних поверхонь приведеної деталі;

H - кількість оброблюваних поверхонь деталі-представника.

Маючи загальну верстатомісткість механічного оброблення всіх деталей виробу і виробничу програму, визначаємо загальну кількість виробничого обладнання для виготовлення всіх деталей і виробу вцілому:

$$C = \frac{T_в}{\Phi_о \cdot \eta_{з.норм}}; \quad (6.6)$$

де $T_в$ - річна верстатомісткість всіх деталей, год;

$\eta_{з.норм}$ - нормативний коефіцієнт завантаження верстата, приймаємо $\eta_{з.н.} = 0,85$.

$$C = \frac{9034,79}{4015 \cdot 0,85} = 2,65;$$

Приймаємо $C_{пр} = 3$ верстати.

Так як в цеху не може бути менше 60 верстатів, прийmemo $C_{пр} = 60$. З цієї кількості 23 верстати обслуговують дільницю механічного оброблення столу 6520Ф3-36.21.00.016; 3 - дільницю механічного оброблення інших деталей вузла «Стіл 6520Ф3-36.21.00.000».

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						86
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1- Розрахунок річної верстатомісткості для виготовлення деталей виробу

№ п/п	Назва деталі	Маса деталі, кг	K_M	Річна програма, шт	$K_{сер}$	К-сть обр. поверхонь	$K_{скл}$	K_o	Верстатомісткість, в.-год
1	Стіл	245	1,0	20000	1,0	71	1,0	1,0	54390,01
2	Каретка	7,8	0,10	20000	1,0	18	0,50	0,051	2750,92
3	Консоль	8,2	0,10	20000	1,0	15	0,46	0,048	2596,38
4	Планка	1,2	0,03	20000	1,0	6	0,29	0,008	456,01
5	Планка	0,8	0,02	20000	1,0	6	0,29	0,006	348,00
6	Щиток	0,5	0,01	20000	1,0	7	0,31	0,005	274,77
7	Щиток	0,3	0,01	20000	1,0	7	0,31	0,004	195,47
8	Щиток	0,3	0,01	20000	1,0	7	0,31	0,004	195,47
9	Щиток	0,2	0,01	20000	1,0	8	0,34	0,003	159,47
10	Щиток	0,2	0,01	20000	1,0	8	0,34	0,003	159,47
11	Щиток	0,3	0,01	20000	1,0	6	0,29	0,004	180,97
12	Кронштейн	0,4	0,01	20000	1,0	8	0,34	0,005	253,14
13	Гайка	0,4	0,01	20000	1,0	8	0,34	0,005	253,14
14	Гайка	0,5	0,03	20000	1,0	7	0,31	0,005	274,77
15	Гайка	0,4	0,01	20000	1,0	6	0,29	0,004	219,23
16	Щиток	0,5	0,02	20000	1,0	3	0,21	0,003	179,88
17	Щиток	0,1	0,01	60000	1,25	5	0,27	0,002	98,94
18	Прокладка	0,2	0,01	20000	1,0	8	0,34	0,003	159,47
19	Ніпель	0,1	0,01	40000	1,15	7	0,31	0,002	107,94
20	Рукоятка	0,2	0,01	40000	1,15	7	0,31	0,003	171,35
	Всього:	267,6	-	-	-	-	-	-	9034,79

Отриману кількість верстатів (37) розбиваємо в процентному відношенні від загальної кількості, користуючись даними типових заводів:

- де T_g - річна верстатомісткість всіх деталей, год;
- $\eta_{з.норм}$ - нормативний коефіцієнт завантаження верстата, приймаємо $\eta_{з.н.} = 0,85$.

$$- C = \frac{9034,79}{4015 \cdot 0,85} = 2,65;$$

- Приймаємо $C_{np} = 3$ верстати.
- токарні – 9 одиниць (24%);
- свердлильні – 6 одиниць (17,5%);
- шліфувальні – 4 одиниць (12%);
- зубооброблювальні – 2 одиниці (6%);
- фрезерні – 6 одиниць (15%);
- протяжні – 1 одиниця (1%);
- довбальні – 1 одиниця (1%);
- строгальні – 1 одиниця (5%);
- спеціальні – 7 одиниць.

На допоміжних дільницях не виготовляється основна продукція, але вони необхідні для нормальної роботи основних. До їх складу входять: заточувальна дільниця, дільниця по ремонту інструментів і пристосувань, цехова ремонтна база.

а) Заточувальна дільниця використовується для централізованого заточування різального інструменту. Розрахунок необхідної кількості заточувальних верстатів проводимо укрупнено. Необхідна кількість обладнання визначається в процентному відношенні від кількості металорізального обладнання цеху.

Для середньосерійного типу виробництва при кількості основного виробничого обладнання у цеху до 200 одиниць приймаємо 5% заточувальних верстатів.

$$C_{зат} = 0,05 \cdot C_n; \quad (6.7)$$

де C_n - загальна кількість необхідного обладнання для виготовлення всіх деталей і виробу в цілому.

$$C_{зат} = 0,05 \cdot 60 = 3.$$

Приймаємо $C_{зат} = 3$ верстати.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		88

Дільниця по ремонту інструменту і оснащення виконує середній і технічний ремонт інструменту і оснащення. Кількість обладнання визначається за нормами. Для великосерійного виробництва при кількості основного обладнання цеху до 60 одиниць, кількість верстатів дільниці ремонту складає 3 одиниці.

До складу даної дільниці, крім основного обладнання входить допоміжне, в кількості приблизно 40% від кількості основного обладнання, але не менше ніж 3 і не більше 11 одиниць:

$$C_{\text{рем.доп}} = 0,4 \cdot C_{\text{рем.осн.}} ; \quad (6.8)$$

$$C_{\text{рем.доп}} = 0,4 \cdot 3 = 1,2 ;$$

Приймаємо $C_{\text{рем.доп}} = 3$ верстати.

До допоміжного обладнання входять обдирочно-шліфувальні верстати, настільні свердлильні верстати, ручні та гідравлічні преси, електроерозійні верстати для витягування зламаного інструменту з отворів, та інше.

в) Цехова ремонтна база (ЦРБ) використовується для міжремонтного обслуговування виробничого обладнання, а також для проведення ремонтних робіт. Кількість верстатів для ЦРБ укрупнено може бути розрахована в залежності від кількості обладнання механічного цеху, яке обслуговується ремонтною базою. При кількості обладнання до 100 одиниць, кількість верстатів в ЦРБ складає 3 одиниці.

Визначаємо необхідну кількість всіх верстатів цеху:

Укрупнений розрахунок необхідної кількості виробничого персоналу:

а) Кількість основних робітників $P_{\text{осн}}$ приймаємо за кількістю одиниць основного технологічного обладнання з врахуванням двозмінного режиму роботи:

$$P_{\text{осн}} = 2C_{\text{пр.верста}} ; \quad C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{зат}} + C_{\text{рем.осн.}} + C_{\text{рем.доп}} + C_{\text{ЦРБ}} ;$$

$$P_{\text{осн}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{чол.} \quad C_{\text{заг}} = 60 + 3 + 3 + 3 + 3 = 72 \text{верстати.}$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		89

б) Кількість допоміжних робітників $P_{доп}$, приймаємо:

$$P_{доп} = (0,35...0,50) \cdot P_{осн};$$
$$P_{доп} = (0,35...0,50) \cdot 120 = (42...60)чол.$$

Приймаємо $P_{доп} = 51чол$.

б) Кількість допоміжних робітників $P_{доп}$, приймаємо:

$$P_{доп} = (0,35...0,50) \cdot P_{осн};$$
$$P_{доп} = (0,35...0,50) \cdot 120 = (42...60)чол.$$

Приймаємо $P_{доп} = 51чол$.

в) Кількість інженерно-технічних працівників:

$$P_{ІТТ} = (0,10...0,15)P_{осн};$$
$$P_{ІТТ} = (0,10...0,15) \cdot 120 = (12...18)чол.$$

Приймаємо $P_{ІТТ} = 15чол$.

г) Кількість рахувально-конторських працівників:

$$P_{РКП} = (0,03...0,04)P_{осн};$$
$$P_{РКП} = (0,03...0,04) \cdot 120 = (3,6...4,8)чол.$$

Приймаємо $P_{РКП} = 4чол$.

д) Кількість молодшого обслуговуючого персоналу:

$$P_{МОП} = (0,02...0,04)P_{осн};$$
$$P_{МОП} = (0,02...0,04) \cdot 120 = (2,4...4,8)чол.$$

Приймаємо $P_{МОП} = 4чол$.

е) Загальна кількість виробничого персоналу:

$$P_{заг} = P_{осн} + P_{доп} + P_{ІТТ} + P_{РКП} + P_{МОП};$$
$$P_{заг} = 120 + 51 + 15 + 4 + 4 = 194чол.$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		90

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4	5	6
015. Поздовжньо-фрезерна	12,78	1,06	2	0,53	2
020. Поздовжньо-фрезерна	11,45	0,95	2	0,48	2
025. Поздовжньо-стругальна	7,95	0,66	1	0,66	2
030. Поздовжньо-фрезерна	11,45	0,95	2	0,48	2
035. Поздовжньо-фрезерна	8,54	0,71	1	0,71	2
040. Поздовжньо-фрезерна	11,82	0,98	2	0,49	2
045. Поздовжньо-фрезерна	11,62	0,96	2	0,48	2
050. Поздовжньо-фрезерна	7,86	0,65	1	0,65	2
055. Поздовжньо-фрезерна	8,04	0,67	1	0,67	2
060. Поздовжньо-фрезерна	9,28	0,77	1	0,77	2
065. Агрегатна	8,06	0,67	1	0,67	2
070. Вертикально-фрезерна	8,02	0,67	1	0,67	2
075. Агрегатна	8,13	0,67	1	0,67	2
080. Поздовжньо-шліфувальна	8,61	0,71	1	0,71	2
085. Поздовжньо-шліфувальна	8,61	0,71	1	0,71	2
Всього	163,17	13,54	23	0,59	34

ДР 18-106.00.00

Арк

Зм Арк № докум Підпис Дата

92

Відповідно до таблиці 6.2. $K_{з.о.} = \frac{34}{23} = 1,48$; Оскільки $K_{з.о.}$ знаходиться в межах $10 < K_{з.о.} < 20$, то маємо середньосерійний тип виробництва.

Для уточнення організаційної форми виробництва користуємося коефіцієнтом потоковості R . Такт випуску рівний 12,165хв. Середній штучний час на операції:

$$T_{шт.с} = \frac{12,95/2 + 8,0 + 12,78/2 + 11,45/2 + 7,95 + 11,45/2 + 8,54 + 11,82/2 + 11,62/2 + 7,86 + 8,04 + 9,28 + 8,06 + 8,02 + 8,13 + 8,61 + 8,61}{17} = 7,48 \text{ хв.}$$

$$R = \frac{7,48}{12,165} = 0,61.$$

Так як $R > 0,6$, то маємо поточкову форму організації виробництва.

6.3 Визначення виду приміщення і площ

До складу механічного цеху, крім дільниці механічного оброблення входять також допоміжні відділення і комори, до числа яких можна віднести[4]:

- а) заточне відділення;
- б) контрольне відділення;
- в) ремонтне відділення (ремонтна база механіка цеху);
- г) майстерня для ремонту пристроїв та інструментів;
- д) майстерня енергетика цеху;
- е) відділення для приготування і роздачі ЗОР;
- є) відділення для перероблення стружки;
- ж) цехова комора матеріалів і заготовок;
- з) проміжна комора деталей;
- и) інструментально-роздавальна комора;
- і) комора пристроїв;
- ї) комора абразивів;
- й) комора мастил;
- к) комора допоміжних матеріалів.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		93

1. Площа ділянки механічного оброблення.

Приймаємо виробничу питому площу на один верстат $S_{\text{вир.в.}} = 20\text{м}^2 / \text{верстат}$.

Тоді площа ділянки механічного оброблення столу 6520Ф3-36.21.00.016 буде складати:

$$S_{11} = 23 \cdot 20 = 460\text{м}^2.$$

Тоді площа ділянок механічного оброблення інших деталей:

$$S_{12} = 37 \cdot 20 = 740\text{м}^2.$$

Загальна площа ділянок механічного оброблення:

$$S_1 = S_{11} + S_{12} = 460 + 740 = 1200\text{м}^2.$$

2. Площа заточного відділення.

В основу площі відділення входить площа, на якій розташоване заточне обладнання, у допоміжну – площа для зберігання креслень інструменту, що заточується і площа для зберігання абразивних кругів і пристроїв для верстатів ділянки. Питома загальна площа цього відділення складає 10-12 м² на один верстат. Загальна площа відділення:

$$S_2 = (10 \dots 12) \cdot 3 = (30 \dots 36)\text{м}^2.$$

Приймаємо $S_2 = 30\text{м}^2$.

Заточне відділення необхідно розміщувати суміжно з інструментальною коморою.

3. Контрольне відділення.

Контрольне відділення є частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. Площу контрольного відділення визначають укрупнено за процентним відношення до верстатної площі:

$$S_3 = (0,03 \dots 0,05) \cdot S_1;$$

$$S_3 = (0,03 \dots 0,05) \cdot 1200 = (36 \dots 60)\text{м}^2.$$

Приймаємо $S_3 = 60\text{м}^2$.

Контрольне відділення розміщується в цеху на шляху руху деталей в складальний цех, перед проміжною коморою.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						94
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

4. Ремонтне відділення.

Загальна площа ремонтного відділення визначається з розрахунку 27-30м² на один верстат відділення:

$$S_4 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^2.$$

Крім того, для комори запасних частин відводиться площа, яка рівна 10-15% від основної:

$$S_{41} = (0,10 \dots 0,15) \cdot 90 = (9 \dots 13,5) \text{ м}^2.$$

Прийmemo $S_{41} = 12 \text{ м}^2$.

Сумарна площа:

$$S_4 = 90 + 12 = 102 \text{ м}^2.$$

5. Майстерня енергетика цеху

Майстерня енергетика цеху входить у ремонтне відділення і складає 20% його площі:

$$S_5 = 0,2 \cdot S_4 = 0,2 \cdot 102 = 20,4 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_5 = 24 \text{ м}^2$.

6. Майстерня для ремонту пристроїв та інструменту

Загальна площа для верстатів і слюсарної роботи визначається з розрахунку 17-22 м² на один верстат майстерні включаючи допоміжну площу (для комори ремонтних пристроїв і запасних частин до них та інших приміщень):

$$S_6 = (17 \dots 22) \cdot 6 = (102 \dots 132) \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_6 = 132 \text{ м}^2$.

8. Відділення для приготування і роздачі МОР.

9. Приймаємо:

$$S_7 = 40 \text{ м}^2.$$

У цілях протипожежної безпеки, відділення розміщується біля зовнішньої стіни будівлі і має безпосередній вихід назовні.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		95

8. Відділення для переробки стружки.

Приймаємо:

$$S_8 = 75 \text{ м}^2.$$

9. Цехова комора матеріалів та заготовок.

Розрахунок площі комори та заготовок:

$$S_9 = \frac{Q \cdot t}{D_p \cdot q \cdot k}; \quad (6.11)$$

де Q - маса заготовок, які обробляються в цеху за рік, т;

t - норма запасу зберігання заготовок, днів;

D_p - кількість робочих днів у році;

q - норма середньої вантажонапруженості площі, т/м²;

k - коефіцієнт використання площі комори.

$$S_9 = \frac{267,6 \cdot 1000 \cdot 1,25 \cdot 20000 \cdot 5}{254 \cdot 4 \cdot 0,25} = 136,1 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_9 = 144 \text{ м}^2$.

10. Проміжна комора деталей.

Проміжна комора служить для накопичення і зберігання повністю оброблених деталей, які очікують відправки на складання і для постачання готовими деталями складального цеху:

$$S_{10} = \frac{267,6 \cdot 1000 \cdot 20000 \cdot 3}{254 \cdot 3,5 \cdot 0,35} = 51,6 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{10} = 54 \text{ м}^2$.

11. Інструментально-роздавальна комора.

Приймаємо:

$$S_{11} = 0,3 \cdot C_{np} = 0,3 \cdot 60 = 18 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{11} = 18 \text{ м}^2$.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		96

12. Комора пристроїв.

Приймаємо:

$$S_{12} = 0,2 \cdot C_{np} = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{12} = 12 \text{ м}^2$.

13. Комора абразивів.

Приймаємо:

$$S_{13} = 0,5 \cdot C_{np} = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{13} = 30 \text{ м}^2$.

14. Комора мастил.

Приймаємо:

$$S_{14} = 15 \text{ м}^2.$$

15. Комори допоміжних матеріалів.

Приймаємо:

$$S_{15} = 24 \text{ м}^2.$$

16. Загальна площа цеху (без врахування площі адміністративно-побутових приміщень):

$$S_{заг} = \sum S_i ;$$

де S_i - площа і-того приміщення цеху, згідно пунктами 1-15

$$S_{заг} = 1960 \text{ м}^2$$

17. Адміністративно-побутові приміщення.

Площу цих приміщень укрупнено визначаємо за формулою:

$$S_{17} = f \cdot n ;$$

де f - питома площа на одного працюючого, $\text{м}^2/\text{чол.}$;

n - кількість працюючих, чол.;

$$S_{17} = 3,2 \cdot 194 = 620,8 \text{ м}^2.$$

Прийmemo $S_{17} = 630 \text{ м}^2$.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		97

6.4 Вибір типу приміщення, компоновка дільниці, цеху

Під цех вибираємо приміщення, яке збирається із стандартних секцій, розміром 18x72 м і площею 1296 м².

Необхідну кількість секцій визначимо за формулою:

$$n = S_{\text{заг}} / S_{\text{сек}} = 1960 / 1296 = 1,51 \text{ секції};$$

Приймаємо $n = 2$ секції. На невикористаній частині площі (632 м²) розміщуємо дільницю по виготовленню іншої продукції.

Стіну полок приймаємо рівною 12x18 м.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		98

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМЧІНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Обґрунтування виробничої програми цеху

Розрахунок працемісткості річної програми по базовому варіанту представлено у таблиці 7.1, а по проектному у таблиці 7.2

Таблиця 7.1 – Працемісткість річної програми по базовому варіанту

N операції	Назва операції	Працемісткість, хв		% виконання	Працемісткість на програму з врахуванням переконання норми
		на один	на прогр.		
1	2	3	4	5	6
005	Вертикально-фрезерна	9,2	374500	103	363592
010	Вертикально-фрезерна	12,0	332500	101	329207
015	Вертикально-фрезерна	24,0	287000	102	281372
020	Горизонтально-фрезерна	8,6	402500	103	390776
025	Горизонтально-фрезерна	8,6	843500	101	835148
030	Вертикально-фрезерна	15,2	1120000	102	1098039
035	Вертикально-фрезерна	16,1	304500	103	295631
040	Плоскошліфувальна	8,7	490000	101	485148
045	Горизонтально-розточна	32,2	420000	102	411764
050	Горизонтально-розточна	22,0	297500	103	288835
055	Токарно-гвинторізна	10,6	339500	101	336138
060	Вертикально-свердлильна	50,0	420000	102	411764
065	Вертикально-свердлильна	26,0	640500	103	621844
070	Вертикально-свердлильна	18,0	420000	102	411764
075	Притирочна	42,0	689500	102	675980
	Всього	303			

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мізюк				ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМЧІНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.	Паньків							
Консульт	Дячун							
Н. конт.	Ткаченко							
Затв.	Пилипець							
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ_м-61</i>		

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C}{C_0} \quad (7.3)$$

По базовому варіанту:

Операція 005 Вертикально-фрезерна

$$C_{005} = \frac{374500}{60 \times 4029 \times 1,03 \times 2} = 0,77,$$

Приймаємо 1 верстат

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,77}{1} = 0,77.$$

Розрахунки по інших операціях робимо аналогічно і результати розрахунків заносимо в таблицю 7.3.

Таблиця 7.3 - Показники типу виробництва базового варіанту

№ п/п	Показник																
		005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060	065	070		075
1	Нормативна працемісткість	374500	332500	287000	402500	843500	1120000	304500	490000	420000	297500	339500	420000	640500	420000	689500	
2	Працемісткість з перевиконанням норм	363592	329207	281372	390776	835148	109803	295631	485148	411764	288835	336138	411764	621844	411764	675980	
3	Дійсний фонд часу роботи обладнання	4029															
4	Прийнята кількість верстатів	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	2	1	2	21

Продовження таблиці 7.3

5	Розрахункова кількість верстатів	0,77	0,72	0,58	0,79	1,74	2,45	0,63	1,06	0,86	0,61	0,72	0,86	1,32	0,86	1,41
6	Коефіцієнт завантаження обладнання	0,77	0,72	0,58	0,79	0,87	0,82	0,63	0,53	0,86	0,61	0,72	0,86	0,66	0,86	0,71
7	Середній коефіцієнт завантаження	0,7														

По проектному варіанту:

Операція 005 Вертикально-фрезерна

$$C_{005} = \frac{284900}{60 \times 4029 \times 1,03 \times 2} = 0,56, \text{ Приймаємо 1 верстат}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф005} = \frac{0,56}{1} = 0,56$$

Розрахунки по інших операціях робимо аналогічно і результати розрахунків заносимо в таблицю 7.4.

Таблиця 7.4 - Показники типу виробництва проектного варіанту

№ п/ п	Показник	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060	065	070	075	080	085
		1	Нормативна працемісткість	284900	313600	748650	308700	349650	756000	334600	397250	319900	723450	318500	228550	247800	226800	231700
2	Працемісткість з перевиконанням норм	276602	310495	733970	299708	346188	741176	324854	393316	313627	702378	321685	224068	240582	224585	227156	222572	241534
3	Дійсний фонд часу роботи обладнання	4029																

Продовження таблиці 7.4

4	Прийнята кількість верстатів	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	20
5	Розрахункова кількість верстатів	0,56	0,71	1,54	0,7	0,73	1,56	0,72	0,85	0,71	1,48	0,71	0,47	0,49	0,47	0,48	0,46	0,49	
6	Коефіцієнт завантаження обладнання	0,56	0,71	0,77	0,7	0,73	0,78	0,72	0,85	0,71	0,74	0,71	0,47	0,49	0,47	0,48	0,46	0,49	
7	Середній коефіцієнт завантаження	0,56																	

Визначення технологічного обладнання по операціях, його потужність і ціна представлені по варіантах у таблицях 7.5 і 7.6.

Таблиця 7.5- Вартість технологічного обладнання базового варіанту

№	Тип верстату	Кількість	Модель	Потужність		Ціна		Пуско-налагоджувальні витрати	Балансова вартість
				одного	всіх	одного	всіх		
005	Вертикально-фрезерна	1	6P13Б	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
010	Вертикально-фрезерна	1	6P13Б	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
015	Вертикально-фрезерна	1	6P13Б	5,5	5,5	36200	36200	3620	39820
020	Горизонтально-фрезерна	1	6P83	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
025	Горизонтально-фрезерна	2	6P83	3,5	7	32500	65000	6500	71500
030	Вертикально-фрезерна	3	6P13Б	3,5	10,5	32500	97500	9750	107250
035	Вертикально-фрезерна	1	6P13Б	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
040	Плоскошліфувальна	2	7110	5	10	48000	48000	4800	52800

ДР 18-106.00.00

Арк

103

Зм Арк № докум Підпис Дата

Продовження таблиці 7.5

045	Горизонтально-розточна	1	2A622 Ф2	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
050	Горизонтально-розточна	1	2A622 Ф2	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
055	Токарно-гвинторізна	1	16K20	5	5	48000	48000	4800	52800
060	Вертикально-свердильна	1	2M55	4	4	40800	40800	4080	44880
065	Вертикально-свердильна	2	2M55	4	8	40800	81600	8160	89760
070	Вертикально-свердильна	1	2M55	4	4	40800	40800	4080	44880
075	Притирочна	2	3510	4	8	40800	81600	8160	89760
	Всього	21			69,2	863200	1359500	135950	1495450

Таблиця 7.6- Вартість технологічного обладнання проектного варіанту

№	Тип верстату	Кількість	Модель	Потужність		Ціна		Пуско-налагоджувальні витрати	Балансова вартість
				одно-го	всіх	одного	всіх		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	36200	36200	3620	39820
010	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
015	Поздовжньо-фрезерна	2	6Г610	3,5	7,0	32500	65000	6500	71500
020	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	32500	32500	3250	35750
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
030	Поздовжньо-фрезерна	2	6Г610	3,5	7,0	32500	65000	6500	71500
035	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	36200	36200	3620	39820
040	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	48000	48000	4800	52800
045	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	28500	28500	2850	31350
050	Поздовжньо-фрезерна	2	6Г610	3,5	7,0	32500	65000	6500	71500
055	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	48000	48000	4800	52800
060	Поздовжньо-фрезерна	1	6Г610	3,5	3,5	23200	23200	2320	25520

ДР 18-106.00.00

Арк

104

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

Базовий варіант: $V_{\text{інс}} = 1495450 \times 0,2 = 299090 \text{грн.}$

$V_{\text{інс.о.ф}} = 299090 \times 0,6 = 179454 \text{грн.}$

$V_{\text{інс.кош}} = 299090 \times 0,4 = 119636 \text{грн.}$

Проектний варіант: $V_{\text{інс}} = 1249820 \times 0,25 = 249964 \text{грн.}$

$V_{\text{інс.о.ф}} = 249964 \times 0,6 = 149978,4 \text{грн.}$

$V_{\text{інс.кош}} = 249964 \times 0,4 = 99985,6 \text{грн.}$

Вартість виробленого інвентарю складає 1÷1.5% від вартості технологічного обладнання.

Базовий варіант: $V_{\text{вир.інв}} = 1495450 \times 0,01 = 14954,5 \text{грн.}$

Проектний варіант: $V_{\text{вир.інв}} = 1249820 \times 0,01 = 12498,2 \text{грн.}$

Господарський інвентар становить 100грн на одного основного і допоміжного робітника та 250грн на одного службовця.

Базовий варіант: $V_{\text{гос.інв}} = 18 \times 100 + 3 \times 250 = 2550 \text{грн.}$

Проектний варіант: $V_{\text{гос.інв}} = 15 \times 100 + 3 \times 250 = 2250 \text{грн.}$

7.2.2 Визначення площі цеху та її вартості

Виробнича площа цеху визначається на основі планування обладнання. При проектуванні розмір виробничої площі визначається з розміру питомої площі, тобто площі в м^2 яка приходить на 1 верстат. Згідно нормативів: для малих верстатів $8 \div 12 \text{м}^2$, для середніх верстатів $15 \div 25 \text{м}^2$, для великих верстатів $30 \div 45 \text{м}^2$.

Площі під допоміжні приміщення цеху визначається в залежності від призначення і особливостей їх роботи. Укрупнено їх площа приймається рівною 10÷45% від площі зайнятої верстатами.

Базовий варіант: $F_{\text{доп}} = 405 \times 0,1 = 40,5 \text{м}^2$.

Проектний варіант: $F_{\text{доп}} = 343 \times 0,1 = 34,3 \text{м}^2$.

Розрахунки представлено у таблицях 7.7 та 7.8.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						106
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Загальна виробнича площа цеху визначається за формулою:

$$F_o = F_n \times K_{ск},$$

де F_n – загальна питома площа, m^2 ;

$K_{ск} = 1.3$ – коефіцієнт, який враховує площу складального цеху для серійного і масового виробництва.

$$\text{Базовий варіант: } F_o = (405+40,5) \times 1,3 = 579,15 m^2.$$

$$\text{Проектний варіант: } F_o = (343+34,3) \times 1,3 = 490,5 m^2$$

Таблиця 7.7 – Площа цеху для базового варіанту

№	Тип верстату	Габарит	Питома площа, m^2 /верстат	Кількість верстатів	Загальна питома площа, m^2
1	Поздовжньо-строгальний	Великий	35	1	35
2	Вертикально-фрезерний	Середній	15	7	105
3	Вертикально-свердильний	Малий	10	4	40
4	Горизонтально-фрезерний	Середній	25	2	50
5	Шліфувальний	Середній	15	4	60
	Горизонтально-розточний	Середній	25	5	125
	Всього			21	405

Вартість споруд виробничо-допоміжного призначення розраховується, виходячи з показників вартості $1 m^2$ споруди. Середня вартість загальної площі споруд цеху 250грн, а службово-побутових об'єктів 300грн.

$$\text{Базовий варіант: } V_{Fo} = 405 \times 250 = 101250 m^2.$$

$$V_{Fдоп} = 40,5 \times 300 = 12150 m^2$$

$$\text{Проектний варіант: } V_{Fo} = 343 \times 250 = 85750 m^2.$$

$$V_{Fдоп} = 34,3 \times 300 = 10290 m^2.$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						107
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 7.8 – Площа цеху для проектного варіанту

№	Тип верстату	Габарит	Питома площа, м ² /верстат	Кількість верстатів	Загальна питома площа, м ²
1	Вертикально-фрезерний	Середній	15	1	15
2	Агрегатний	Малий	25	2	50
3	Плоскошліфувальний	Середній	15	2	30
4	Поздовжньо-строгальний	Середній	33	1	33
5	Поздовжньо-фрезерний	Середній	15	14	210
	Всього			20	343

Величина амортизаційних відрахувань для різних видів основних фондів визначаємо за формулою:

$$A = \frac{B_{осн} \times H_a \times \eta_{з.ф}}{100},$$

де $B_{осн}$ – вартість окремих видів основних фондів;

H_a – норма амортизаційних відрахувань, %;

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

Розрахунки амортизаційних відрахувань для різних груп обладнання представляємо у таблиці 7.9.

Таблиця 7.9 – Амортизаційні відрахування

Назва і склад групи	Сума, грн.		Норма амортизації, %	Амортизація, грн	
	базовий	проектний		базовий	проектний
I група					
1. Виробничі приміщення	101250	85750	8	6200	4520
2. Допоміжні приміщення	12150	10290	8	1488	1084,8
1	2	3	4	5	6
II група					
1. Транспортне обладнання	6500	5000	40	2600	2000
2. Контрольно-вимірвальне	7800	6000	40	3120	2400

Продовження таблиці 7.9					
3. Енергетичне обладнання	10380	9180	40	4152	3672
4. Інструмент і пристрої	179454	149978,4	60	107672,4	89987
5. Виробничий інвентар	14954,5	12498,2	60	8972,7	7498,9
III група					
1. Виробниче обладнання	1495450	1249820	24	358908	299956,8
Всього	1810638,5	1502536,3		493113,8	411119,5

7.3 Обґрунтування кількості основних робітників

7.2.1 Кількість основних робітників на 1 верстат

Розрахунок проводимо за формулою:

$$C = \frac{T_{шт} \times V_p}{60 \times \Phi_d \times T \times K_v \times K_m}, \quad (7.4)$$

де $T_{шт}$ – працемісткість обробки деталі, хв.;

V_p – річний випуск продукції, шт.;

$\Phi_d = 1820$ год – дійсний річний фонд часу робітника;

T – число робочих змін;

K_v – коефіцієнт виконання норми;

$K_m = 1$ – коефіцієнт багатостанкового обслуговування.

По базовому варіанту:

Наприклад, для операції 005 - $C_{005} = \frac{374500}{60 \times 1820 \times 1,03 \times 2} = 1,74,$

приймаємо 2 робітника.

По проектному варіанту: $C_{005} = \frac{284900}{60 \times 1820 \times 1,03 \times 2} = 1,28,$

приймаємо 2 робітника.

Аналогічно розраховується кількість робітників для інших операцій, результати розрахунків представлено у таблицях 7.10-7.11.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		09

7.2.2 Розрахунок тарифного фонду оплати праці основних робітників

Тарифний фонд зарплати отримуємо як добуток годинної тарифної ставки і працемісткості річної програми. Результати розрахунку зводимо у таблиці 7.10 і 7.11.

Таблиця 7.10 – Тарифний фонд зарплати робітників по базовому варіанту

№	Професія	Розряд	Кількість	Годинно-тарифна ставка, грн	Працемісткість річної програми, год	Тарифний фонд зарплати, грн
1	Свердлильник	IV	12	9,8	36166	173596
2	Стругальник	IV	6	9,8	13825	66360
3	Фрезерувальник	V	25	9,3	79680	422304
4	Шліфовщик	V	10	11,3	32533	172425
	Всього		53		162204	774544

Таблиця 7.11 – Тарифний фонд зарплати робітників по проектному варіанту

№	Професія	Розряд	Кількість	Годинно-тарифна ставка, грн	Працемісткість річної програми, год	Тарифний фонд зарплати, грн
1	Свердлильник	IV	14	9,8	23430	112464
2	Стругальник	IV	4	9,8	11933	57278
3	Фрезерувальник	V	25	11,3	73483	389459
4	Шліфовщик	V	8	11,3	29395	155793
	Всього		51		138241	714995

Кількість допоміжних робітників складає 25÷40% від загальної кількості робітників.

Базовий варіант: $P_{\text{доп}} = 53 \times 0,25 \approx 14$ робітника.

Проектний варіант: $P_{\text{доп}} = 51 \times 0,25 \approx 13$ робітника.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		110

Фонд основної з/п:

$$Z_{oc} = Z_o + Z_{пр} + Z_{допл} = 774544 + 77454,4 + 30982 = 882980,4 \text{ грн.}$$

Додаткова з/п складає 10÷15% від основної з/п:

$$Z_{дод} = 882980,4 \times 0,1 = 88298 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37.5% від $\sum(Z_o + Z_{дод})$:

$$ВФ_{соц.стр} = (882980,4 + 88298) \times 0,375 = 364229,25 \text{ грн.}$$

Проектний варіант

Тарифний фонд з/п: $Z_o = 714995 \text{ грн.}$

Фонд премій складає 10% від фонду з/п: $Z_{пр} = 714995 \times 0,1 = 71499,5 \text{ грн.}$

Фонд доплати складає 4% від фонду з/п: $Z_{допл} = 714995 \times 0,04 = 28599,8 \text{ грн.}$

Фонд основної з/п:

$$Z_{oc} = Z_o + Z_{пр} + Z_{допл} = 714995 + 71499,5 + 28599,8 = 815094,3 \text{ грн.}$$

Додаткова з/п складає 10÷15% від основної з/п:

$$Z_{дод} = 815094,3 \times 0,1 = 81509,43 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37,5% від $\sum(Z_o + Z_{дод})$:

$$ВФ_{соц.стр} = (815094,3 + 81509,43) \times 0,375 = 336226,23 \text{ грн.}$$

- Допоміжні робітники.

Базовий варіант

Тарифний фонд з/п: $Z_o = 162204 \times 1,45 = 235195,8 \text{ грн.}$

Фонд доплати складає 4% від фонду з/п:

$$Z_{допл} = 235195,8 \times 0,04 = 9407,8 \text{ грн.}$$

Фонд основної з/п: $Z_{oc} = Z_o + Z_{допл} = 235195,8 + 9407,8 = 244603,63 \text{ грн.}$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		112

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37,5% від $\sum(Z_o + Z_{\text{дод}})$:

$$ВФ_{\text{соц.стр}} = (235195,8 + 9407,8) \times 0,375 = 91726,36 \text{ грн.}$$

Проектний варіант

$$\text{Тарифний фонд з/п: } Z_o = 138241 \times 1,45 = 20044,9 \text{ грн.}$$

$$\text{Фонд доплати складає 4\% від фонду з/п: } Z_{\text{допл}} = 20044,9 \times 0,04 = 8017,9 \text{ грн.}$$

$$\text{Фонд основної з/п: } Z_{\text{ос}} = Z_o + Z_{\text{допл}} = 20044,9 + 8017,9 = 28062,8 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37,5% від $\sum(Z_o + Z_{\text{дод}})$:

$$ВФ_{\text{соц.стр}} = (20044,9 + 8017,9) \times 0,375 = 10523,5 \text{ грн.}$$

- Керівники, службовці, спеціалісти, МОП.

Базовий варіант

$$\text{Тарифний фонд з/п: } Z_o = 18200 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37,5% від Z_o :

$$ВФ_{\text{соц.стр}} = 18200 \times 0,375 = 6825 \text{ грн.}$$

Проектний варіант

$$\text{Тарифний фонд з/п: } Z_o = 18200 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування становить 37,5% від Z_o :

$$ВФ_{\text{соц.стр}} = 18200 \times 0,375 = 6825 \text{ грн.}$$

7.2.4 Калькуляція собівартості на виріб і програму

1. Витрати на сировину і матеріали: $Z_3 = m_3 \times a$,

де m_3 – маса заготовки, кг;

a – вартість 1кг матеріалу.

$$\text{Базовий варіант: } Z_3 = 298 \times 0,09 = 27,86 \text{ грн.}$$

$$\text{Проектний варіант: } Z_3 = 272 \times 0,09 = 22,8 \text{ грн.}$$

$$\text{Вартість матеріалу на річну програму випуску: } Z_{\text{м.п}} = Z_3 \times N,$$

де N – річна програма випуску виробів.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		113

Базовий варіант: $Z_{м.п} = 27,84 \times 20000 = 548800$ грн.

Проектний варіант : $Z_{м.п} = 22,8 \times 20000 = 448000$ грн.

Вартість допоміжних матеріалів складає 0,5÷0,7% від вартості обладнання.

Заготівельні витрати приймаються в розмірі 5% від вартості матеріалу.

Отже, витрати на сировину та матеріали:

$$Z_{с.м} = Z_{м.п} + Z_{д.м} + Z_{з.т},$$

де $Z_{с.м}$ - затрати на сировину і матеріали;

$Z_{м.п}$ – затрати матеріалу на програму;

$Z_{д.м}$ – затрати на допоміжні матеріали;

$Z_{з.т}$ – затрати заготівельно-транспортні.

Базовий варіант : $Z_{д.м} = 1495450 \times 0,005 = 7477,25$ грн;

$$Z_{з.т} = 548800 \times 0,05 = 27440 \text{ грн};$$

$$Z_{с.м} = 548800 + 7477,25 + 27440 = 583717,25 \text{ грн.}$$

Проектний варіант: $Z_{д.м} = 1249820 \times 0,005 = 6249,1$ грн;

$$Z_{з.т} = 448000 \times 0,05 = 22400 \text{ грн};$$

$$Z_{с.м} = 448000 + 6249,1 + 22400 = 476649,1 \text{ грн.}$$

2. Зворотні відходи – вартість стружки, брухту:

$$V_{з.в} = m_{від} \times B \times N,$$

де $V_{з.в}$ – вартість зворотних відходів, грн;

B – ціна 1 кг відходів, грн;

$m_{від}$ - маса відходів, кг.

Маса відходів: $m_{від} = m_{від} - m_{д}$,

де $m_{від}$ – маса заготовки, кг;

$m_{д}$ – маса деталі, кг.

Базовий варіант: $m_{від} = 298 - 245 = 53$ кг.

Проектний: $m_{від} = 272 - 245 = 27$ кг.

Базовий варіант : $V_{з.в} = 53 \times 0,05 \times 20000 = 73140$ грн.

Проектний варіант: $V_{з.в} = 27 \times 0,05 \times 20000 = 56220$ грн.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		114

3. Паливо та енергія.

Витрати силової енергії:

$$E_{\text{сил}} = \frac{P_{\text{вст}} \times \Phi_{\text{д}} \times K_3 \times K_0}{K_M \times \text{ККД}}, \quad (7.5)$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена споживча потужність верстатів, кВт;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд роботи обладнання.

K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

$K_M = 0.96$ – коефіцієнт, який враховує витрати в електромережі;

$K_0 = 0.8$ – коефіцієнт одночасної роботи електроспоживачів.

Базовий варіант :

$$E_{\text{сил}} = \frac{69,2 \times 4029 \times 0,7 \times 0,8}{0,96 \times 0,9} = 72283,2 \text{ кВт.}$$

Проектний варіант:

$$E_{\text{сил}} = \frac{61,2 \times 4029 \times 0,56 \times 0,8}{0,96 \times 0,9} = 61643,6 \text{ кВт.}$$

4. Річні витрати електроенергії для освітлення визначається виходячи з потужності освітлювальних приладів (у середньому 15Вт на 1м² площі приміщення) і 2300год часу освітлення на рік при двозмінній роботі.

Базовий варіант : $E_{\text{осв}} = 0,015 \times 2300 \times (405 + 40,5) = 12834$ кВт.

Проектний варіант: $E_{\text{осв}} = 0,015 \times 2300 \times (343 + 34,3) = 9356,4$ кВт.

Отже, витрати на електроенергію: $Z_{\text{ел}} = E_{\text{сил}} \times a + E_{\text{осв}} \times b$,

де a – вартість 1кВт електроенергії силової, грн. = 0,44

b - вартість 1кВт електроенергії для освітлення, грн = 1,24.

Базовий варіант : $E_{\text{ел}} = 72283,2 \times 0,44 + 12834 \times 1,24 = 34884,8$ грн.

Проектний варіант: $E_{\text{ел}} = 61643,6 \times 0,44 + 9356,4 \times 1,24 = 29368,7$ грн

5. Витрати теплоти на опалення визначається в коп/год на 1м² будівлі (в середньому 1.25 грн/год) залежить від годин в опалювальному сезоні та об'єму будівель:

$$E_{\text{мен}} = \frac{O_T \times T \times V}{10^6}, \quad (7.6)$$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		115

де $O_T = 25$ ккал/год – витрати теплоти;

$T = 4320$ год – кількість годин в опалювальному сезоні;

V – об'єм будівлі, m^3 : $V = (F_{осн} + F_{дод}) \times h$,

де $F_{осн}$ – площа основних виробничих приміщень, m^2 ;

$F_{дод}$ – площа додаткова, m^2 ;

H – висота приміщень, м.

Базовий варіант : $V = (405 + 40,5) \times 4 = 1860 m^3$.

$$E_{мен} = \frac{25 \times 4320 \times 1860}{10^6} = 200,1 \text{ Гкал.}$$

Проектний варіант: $V = (343 + 34,3) \times 4 = 1356 m^3$.

$$E_{мен} = \frac{25 \times 4320 \times 1356}{10^6} = 146,4 \text{ Гкал.}$$

Вартість теплової енергії: $Z_{теп} = E_{теп} \times Ц$,

де $Z_{теп}$ – затрати на теплову енергію;

$E_{теп}$ – витрати теплової енергії;

$Ц$ – ціна за 2 Гкал, грн.

Базовий варіант : $Z_{теп} = 200,1 \times 55,5 = 11105,5$ грн.

Проектний варіант: $Z_{теп} = 146,4 \times 55,5 = 8125,2$ грн.

Вартість витрат на воду:

$$Z_{вода} = \frac{O_v \times P \times Ц \times 252}{1000}, \quad (7.7)$$

де O_v – норма витрат води на добу одного робітника;

P – кількість робітників (основних і допоміжних);

$Ц$ – ціна $1 m^3$ води.

Базовий варіант : $Z_{вода} = \frac{20 \times 67 \times 1,17 \times 252}{1000} = 106,2$ грн .

Проектний варіант: $Z_{вода} = \frac{20 \times 64 \times 1,17 \times 252}{1000} = 88,5$ грн.

7. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування (табл. 7.15).

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		116

Таблиця 7.15 - Витрати на утримання та експлуатацію устаткування

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн	
		Базовий	Проектний
1	Витрати на відновлення і капітальний ремонт виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	469180,4	391943,8
2	Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	53520,2	38786,4
3	Витрати на проведення ремонту устаткування і транспортних засобів	44863,5	37494,6
4	Витрати на внутрішньозаводське переміщення верстатів	-	-
5	Знос малоцінних і швидкозношуваних інструментів та пристроїв (нецільового призначення)	119636	99935,6
6	Відсоток (винагороди) за користування основними фондами, що надані в оренду	-	-
7	Інші витрати	6872	5681,6
	Всього	694072,1	573842

До статті 1 включаються амортизаційні відрахування від вартості устаткування, транспортних засобів, інструментів.

До статті 2 включаються витрати на оплату праці чергових слюсарів, наладчиків, електриків; відрахування на соцстрах; вартість силової енергії; вартість мастильних матеріалів.

До статті 3 включаються витрати на проведення поточного ремонту, які приймаються в розмірі 3÷5% від початкової вартості, а для інструментів в розмірі 20÷25% від початкової вартості.

До статті 4 включаються витрати на оплату праці транспортних робітників; відрахування на соцстрах; вартість пального, запчастин, мастильних матеріалів (наближено приймається у розмірі 18% від зарплати транспортних робітників).

До статті 5 відноситься сума витрат за розрахунками $V_{\text{інс.кош}}$ п 7.2.1.

Інші витрати приймаються в розмірі 1% від суми попередніх витрат (статті 1-6).

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		117

8. Загальновиробничі витрати

До статті 1 включається зарплата працівників управління цеху, спеціалістів, службовців та відрахування у соцстрах.

До статті 2 включають витрати на відрядження, які приймають в розмірі 1÷2% від зарплати працівників управління, спеціалістів, службовців.

До статті 3 включають амортизаційні відрахування будівель, споруд, інвентарю цеху.

До статті 4 включають витрати некапітального характеру, що пов'язані з вдосконаленням технологій, покращенням якості продукції, підвищенням її надійності, довговічності та інших експлуатаційних характеристик.

До статті 5 включають: витрати на оплату праці контролерів, комірників, гардеробників, підсобних робітників, МОП; відрахування у соцстрах; електроенергія на освітлення, пара на опалення цеху, вода для побутових потреб; витрати на поточний ремонт будівель і споруд цеху (приймають в розмірі 2% від вартості будівель); витрати на охорону праці і техніку безпеки (приймають в розмірі 2% від основної зарплати основних робітників).

До статті 7 відносяться знос малоцінного і швидкозношуваного інвентарю (за нормативами). [19]

Таблиця 7.16 – Загально виробничі витрати

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн	
		базовий	проектний
1	Витрати пов'язані з управлінням виробництвом	52300,8	52300,8
2	Витрати пов'язані з оплатою службових відряджень	5230	5230
3	Амортизаційні відрахування	7688	5604,8
4	Витрати некапітального характеру, пов'язані з вдосконаленням технології та організації виробництва	-	-
5	Витрати на обслуговування виробничого процесу	4089,9	3174,1
6	Витрати на пожежну та сторожову охорону	-	-

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		118

Продовження таблиці 7.16			
7	Знос малоцінних та швидкозношуваних предметів	6485	4971
8	Платежі з обов'язкового страхування	-	-
9	Сума оплачених відсотків з надання в оперативну та фінансову оренду основних фондів	-	-
10	Інші витрати	685	496
	Всього	76478,7	71776,7

9. Загальногосподарські витрати.

Базовий варіант : $V_{з.г} = 76478,7 \times 0,15 = 11471,8$ грн.

Проектний варіант: $V_{з.г} = 71776,7 \times 0,15 = 10766,5$ грн.

10. Позавиробничі витрати.

Приймаються $1 \div 2\%$ від виробничої собівартості.

Базовий варіант : $V_{п.в} = 1627841,7 \times 0,01 = 16278,4$ грн.

Проектний варіант: $V_{п.в} = 1218083,9 \times 0,01 = 12180,8$ грн.

10.Повна собівартість визначається як сума попередніх статей за мінусом витрат на статтю 2 (зворотні відходи).

Таблиця 7.17 – Калькуляція на виріб і програму

№ п/п	Найменування статей калькуляції	Базовий техпроцес	Проектний техпроцес
1	2	3	4
1	Сировина і матеріали	583717,25	476649,1
2	Зворотні відходи	73140	56220
3	Паливо та енергія на технологічні цілі	45990,3	37493,9
4	Основна зарплата основних робітників	882980,4	815094,3
5	Додаткова зарплата основних робітників	88298	81509,43
6	Відрахування на соцстрах	364229,25	336226,23
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	694072,1	573842
8	Загально виробничі витрати	76478,7	71776,7

					ДР 18-106.00.00	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		119

Продовження таблиці 7.17

1	2	3	4
9	Загальногосподарські витрати	11471,8	10766,5
10	Позавиробничі витрати	16278,4	12180,8
11	Повна собівартість	1582451,9	1204044,7

7.2.5 Розрахунок розміру оборотних фондів

Норматив оборотних засобів визначається за формулою:

$$\Phi_{об} = \frac{3 \times T_{об}}{365}, \quad (7.8)$$

де 3 – затрати по даному елементу оборотних фондів;

$T_{об}$ – норма запасу елемента оборотних фондів в днях.

Результати розрахунку представлено у таблиці 7.18.

Таблиця 7.18 – Норматив оборотних засобів

№ п/п	Назва оборотних засобів	Річні витрати, грн		Запас у днях	Норматив оборотних засобів	
		базовий	проектний		базовий	проектний
1	Основні матеріали	548800	448000	30	45106,8	3682,2
2	Допоміжні матеріали	7477,25	6249,1	60	1229,1	1027,2
3	Малоцінний інвентар інструмент	119636	99985,6	120	39332,4	32871,9
4	Запасні частини для поточного ремонту	44863,5	37494,6	90	11062,2	9245,2
5	Готові вироби	1582451,9	1204044,7	7	30348,4	23091,3
6	Незавершене виробництво	-	-	-	163,7	133,75
7	Витрати майбутніх періодів	-	-	-	3149	2896
8	Інші витрати	-	-	-	1986	1792
	Всього	2303228,6	1706174		130391,6	100514,85

Собівартість залишку незавершеного виробництва або його норматив визначається за формулою:

$$W_n = T_y \times A \times C \times K_n, \quad (7.9)$$

де T_y – тривалість виробничого циклу в днях;

A – середньоденний випуск виробів, шт.;

C – заводська собівартість, грн.;

					ДР 18-106.00.00	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		120

K_n – коефіцієнт незавершеного виробництва:

$$K_n = \frac{C_m + K_2 \times C_{\text{бм}}}{C}, \quad (7.10)$$

де C_m – вартість основних матеріалів, що витрачаються на виготовлення деталі;

$K_2 = 0.5$ – коефіцієнт готовності;

$C_{\text{бм}}$ – затрати на виготовлення без витрат матеріалів.

Базовий варіант: $K_n = \frac{2,12 + 0,5 \times 12,48}{19,78} = 0,42,$

$$W_n = 0,09 \times 219 \times 19,78 \times 0,42 = 163,7 \text{ грн.}$$

Проектний варіант: $K_n = \frac{2,09 + 0,5 \times 11,95}{18,62} = 0,41,$

$$W_n = 0,08 \times 219 \times 18,62 \times 0,41 = 133,75 \text{ грн.}$$

7.2.6 Розрахунок основних техніко-економічних показників

На основі затрат на виробництво визначаємо об'єм валової продукції цеху в оптових цінах по проектному варіанту: $O_{\text{ц}} = C_{\text{п}} + \Pi_{\text{п}},$

де $O_{\text{ц}}$ – оптова ціна річного випуску продукції;

$C_{\text{п}}$ – повна собівартість річного випуску продукції по проектному варіанту;

$\Pi_{\text{п}}$ – прибуток (15÷25% собівартості).

$$O_{\text{ц}} = 1204044,7 + 1204044,7 \times 0,2 = 1444853,6 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності :

$$P = \frac{\Pi}{\Phi_{\text{осн}} + \Phi_{\text{об}}} \times 100\%, \quad (7.11)$$

де Π – прибуток;

$\Phi_{\text{осн}}$ - вартість основних фондів, грн.;

$\Phi_{\text{об}}$ - вартість оборотних фондів, грн.

Базовий варіант: $P = \frac{240808,9}{1810638,5 + 2303228,6} \cdot 100\% = 5\%$

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата		121

$$\text{Проектний варіант: } P = \frac{240808,9}{1502536,3 + 1706174} \cdot 100\% = 7\%$$

Економічна ефективність капітальних вкладень:

$$E = \frac{\Pi}{K}, \quad (7.12)$$

де Π – прибуток отриманий в результаті впровадження капітальних вкладень;

K – сума капітальних вкладень.

$$\text{Базовий проект: } E = \frac{240808,9}{1810638,5} = 0,13$$

$$\text{Проектний проект: } E = \frac{240808,9}{1502536,5} = 0,16$$

Розрахункове значення коефіцієнту економічної ефективності повинно задовольняти умову: $E \geq E_n$,

де $E_n = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Термін окупності додаткових капіталовкладень, які пов'язані з вдосконаленням технологічного процесу:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}, \quad (7.13)$$

де K – сума капіталовкладень, грн;

Π – прибуток, грн.

$$\text{Базовий проект: } T_{ок} = \frac{1810638,5}{240808,9} = 7,5 \text{ років}$$

$$\text{Проектний проект: } T_{ок} = \frac{1502536,3}{240808,9} = 6,3 \text{ роки}$$

Виробіток на одного працюючого розраховується в оптових цінах:

$$\Pi_{пр} = \frac{O_u}{P}, \quad (7.14)$$

де P – загальна кількість працюючих.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						122
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Результати розрахунків представляємо у таблиці 7.19.

Таблиця 7.19 – Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Річний випуск продукції: - в натуральному вираженні - обсяг валової продукції	шт.	20000	20000
		грн	1582451,9	1204044,7
2	Капітальні затрати: - загальні - питомі	грн.	1810638,5	1502536,3
		грн	51,7	42,9
3	Виробіток на одного працюючого валової продукції	грн	21564,9	22575,8
4	Кількість верстатів	шт	21	20
5	Енергопотужність обладнання	кВт	69,2	61,2
6	Площа виробнича та допоміжна	м ²	445,5	377,3
7	Кількість робітників	чол	53	51
8	Річний фонд зарплати	грн	882980,4	815094,3
9	Середньомісячна зарплата	грн	1388,3	1395,8
10	Випуск продукції: - на 1м ² площі - на 1 грн основних фондів	грн.	3556,1	3693,3
		грн	1,14	1,24
11	Завантаження верстатів	%	0,7	0,56
12	Повна собівартість: -одиниці продукції - річного обсягу	грн.	79,1	60,2
		грн	1582451,9	1204044,7
13	Ефективність капіталовкладень		0,13	0,16
14	Окупність капітальних вкладень	рік	7,5	6,3
15	Річний економічний ефект	грн	332191,9	

Базовий варіант: $P_{np} = \frac{14448536}{67} = 21564,9 \text{ грн.}$

Проектний варіант: $P_{np} = \frac{14448536}{64} = 22575,8 \text{ грн.}$

Річний економічний ефект: $E_p = (C_б + E_n \times K_б) - (C_п + E_n \times K_п),$

де $C_б, C_п$ – собівартість річного обсягу продукції по варіантах, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$K_б, K_п$ – капітальні вкладення по варіантах, грн.

$E_p = (1582451,9 + 0,15 \times 1810638,5) - (1204044,7 + 0,15 \times 1502536,3) = 332191,9$

грн.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						123
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Аналізуючи результати розрахунків техніко-економічних показників (див. табл. 7.19) робимо висновок про доцільність впровадження проектного варіанту техпроцесу. Через те, що зменшилась кількість обладнання, робітників, сума капіталовкладень, виробничі площі. Економічний ефект свідчить про економічну ефективність нового проекту, коефіцієнт якої збільшився у два рази, в порівнянні з базовим і становить 0.6. Термін окупності скоротився у два рази і становить 1.8 роки.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						124
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці на дільниці

Обробка даної деталі супроводжується виникненням великої кількості шкідливих та небезпечних виробничих факторів, в основному фізичних та психофізіологічних груп. Оскільки практично всі вони призводять до погіршення здоров'я верстатників, то уже на стадії проектування цеху механічної обробки потрібно передбачити комплекс організаційних заходів з використанням відповідних технічних засобів, які допомогли б запобігти їх негативному впливу.

Експлуатація металорізальних верстатів пов'язана з виникненням вібрацій, з якими боротися на діючих виробництвах вкрай важко. Вібрація є процесом розповсюдження механічних коливань в твердому тілі. Коливання механічних тіл з частотою нижче 20 Гц сприймаються організмом як вібрація, а коливання з частотою вище 20 Гц — одночасно і як вібрація, і як звук. Коливання, розповсюджуючись по елементах конструкції, прискорюють її руйнування, а також згубно впливають на здоров'я робітників.

Одним із особливих шкідливих факторів в спроектованому цеху є шум. Шумом прийнято називати всякий небажаний для людини звук, який заважає сприйняттю важливих сигналів. Шум буває механічного, аеродинамічного, гідродинамічного, повітряного та електромагнітного походження. Детальний аналіз конструкцій верстатів, що застосовуються для обробки заданої деталі, свідчить, що в даному випадку існує декілька видів шумів, і актуальною є задача приведення їх до нормативних величин.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>		
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Мізюк</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>					125	6
<i>Консульт</i>	<i>Клепчик</i>				<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ_м-615</i>		
<i>Н. конт.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ							

Крім того, важливим небезпечним виробничим фактором при впровадженні об'єкта проектування у виробництво є електричний струм. Тому потрібно забезпечити високий рівень електробезпеки. Електробезпека — система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист працівників спроектованого цеху, від небезпечної дії електричного струму.

Інші шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які існуватимуть при впровадженні об'єкта проектування у виробництво, є менш вагомими, тому більш детально на них зупинятися не будемо.

Параметрами, які нормуються, є середнє квадратичне значення віброшвидкостей та їх логарифмічні рівні для локальних вібрацій в октавних полосах частот, а для загальної вібрації — в октавних або 1/3 октавних полосах.

Згідно ГОСТ 24346-80:

Таблиця 8.1 — Допустимий час дії вібрації

Вібрація	Тривалість дії вібрації, хв., при перевищенні рівня вібрації над нормативними значеннями, не більше, дБ				
	0	3	6	9	12
Локальна	320	160	80	40	20
Загальна	480	200	95	50	25

При обробці деталі на металорізальних верстатах у виробничі приміщення виділятимуться пи́л та гази (зокрема. Існуватиме аерозольне забруднення).

Таблиця 8.2 — Рівні звукового тиску

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничому приміщенні	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Із умови міцності повинна виконуватись нерівність:

$$\sigma_1 \leq [\sigma], \quad (8.1)$$

де σ_1 — напруження при динамічному навантаженні;

$$\sigma_1 = \sigma_{st} \cdot k_d, \quad (8.2)$$

де σ_{st} — напруження при статичному навантаженні;

k_d — динамічний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$k_d = 1 + \sqrt{\frac{V^2}{q \cdot \delta_{st} \cdot (1 + k \cdot M_1 / m)}}, \quad (8.3)$$

де q — прискорення вільного падіння;

δ_{st} — статична деформація від сили mq ;

k — коефіцієнт приведення,

$$k = 1/3$$

M — маса загорожі;

m — маса тіла, що вдаряється.

Значення статичної деформації з врахуванням багатоманітності способів кріплення захисного кожуха визначається експериментальним шляхом. Для виключення “прошивання” захисного екрану повинна виконуватись умова:

$$V < V_o,$$

де V_o — мінімальна швидкість, з якою елемент масою m “прошиває” екран. Вона визначається за формулою:

$$V_o = \xi \cdot d \left[\left(\frac{h}{m} \right)^n \right]^{0,5}, \quad (8.4)$$

де d і m — маса і розмір стружки, що відлітає;

h — товщина екрану;

n — показник степеня;

					ДР 18-106.00.00	Арк
						128
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ξ — коефіцієнт, значення якого приймається рівним: для пластмаси $1,1 \cdot 10^6$, для металів — $1,23 \cdot 10^7$.

Таким чином, по даній методиці є можливість виконати необхідні розрахунки захисних екранів, встановлених на металорізальних верстатах.

8.3. Структура цивільної оборони об'єкту господарської діяльності машинобудівного профілю та виконання завдань по ліквідації аварійних ситуацій

На великих підприємствах, такого профілю як машинобудування, як правило, намічається штатний замісник начальника ЦО, який в мирний час є основним організатором всіх її підготовчих заходах.

Крім штатного замісника, наказом начальника ЦО назначаються замісники по розподіленню і евакуації робочих і працівників, інженерно-технічної частини і матеріально-технічного постачання. На відміну від штатного замісника, вони не звільняються від виконання своїх основних обов'язків.

Замісник начальника ЦО об'єкту по розподіленню і евакуації назначається зазвичай замісник керівника по загальним питанням. Він, як правило, є представником евакуаційної комісії, він розробляє план розподілення працівників, робочих і їх сімей, організовує підготовку місць в замиській зоні, перевезення туди людей, а також доставку робочих змін до місця роботи, керує службою охорони загального порядку.

Замісником начальника ЦО по інженерно-технічній частині признається головний інженер підприємства. Він безпосередньо керує службами аварійно-технічною, протипожежною, сховищ і укриттів.

Замісником начальника ЦО по матеріально-технічному постачанні — замісник (помічник) директора по цим питанням. Він керує службою матеріально-технічного постачання.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
						129
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

На всіх об'єктах, як правило, складаються штаби ЦО, які комплектуються з посадових осіб. Чисельність штатних працівників штабу визначається відомством, які знаходяться на об'єкті.

В склад штабу ЦО великого підприємства входять: начальник штабу і його замісники (помічники) по оперативно-розвідницьким частинам, бойовій підготовці, житловому сектору. У нього можуть входити різні спеціалісти, і представники загальних організацій.

Посада начальника штабу ЦО об'єкту зазвичай передбачена в штатному графіку підприємства. Першим замісником є замісник начальника ЦО, начальник штабу має право від його імені віддавати накази і розпорядження. Він організовує стабільне управління і надійно діючу систему оповіщення, розвідку, текучі і перспективні планування, бойову підготовку особистого складу формування, здійснює контроль за виконанням всіх міроприємств ЦО.

Для вирішення задач ЦО, на об'єктах, які розміщені на підприємстві, утворюються наступні служби: оповіщення і зв'язок, охорону загального порядку, протипожежна, медична, аварійно-технічна, сховища і укриття, енергетики і світломаскування, протирадіаційні і протихімічні захисти, матеріально-технічне постачання, транспорт і інше.

Служба оповіщення і зв'язку утворюється на базі вузла на чолі з його начальником. Її задача полягає в наступному: оповіщення про виникнення надзвичайної ситуації - передача сигналу ЦО і повідомлень, підтримання зв'язку в постійній готовності, усунення аварій в сітках і спорудах зв'язку і ін.

Служба охорони загального порядку - на базі підрозділів відомчої охорони на чолі з її начальником. Її задача - забезпечення надійної охорони об'єкту, підтримка загального порядку, підтримання порядку при виникненні надзвичайних ситуацій і підчас проведення рятувальних і інших невідкладних робіт, нагляд за режимом світломаскування.

Служба сховищ і укриттів організовується на базі відділів капітального і житлово-комунального будівництва. Ця служба займається розробкою плану

					ДР 18-106.00.00	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботу потрібно починати зразу, щоб не дати можливості аварії розростися до катастрофічних розмірів. Чим скоріше почнуться рятувальні роботи, тим більше людей вдається врятувати.

Дуже важливо забезпечувати загальний порядок, що дає можливість вільному прибуттю формувань ЦО до місця аварії. Формування охорони загального порядку повинна приступити до виконання своїх обов'язків в першу чергу.

Залучаються аварійно-рятувальні служби до ліквідації надзвичайних ситуацій за межами території України.

Дуже важливі дії аварійно-технічних формувань, які зразу відключають ще не пошкоджені енергетичні і комуні кально-технічні мережі і локалізують аварії.

Рятувальні формування ЦО повинні як можна швидше приступити до роботи по рятуванню людей, діючи разом з формуваннями ЦО медичної служби.

В залежності від наслідків виробничої аварії рятувальні роботи можуть включати локалізацію і гасіння пожеж, рятування потерпілих з палаючих і зруйнованих будівель, ліквідацію аварій на мережах комунікаційно-енергетичного господарства, надання медичної допомоги потерпілим. Вивід (вивіз) населення з небезпечних зон в безпечні райони також проводять санітарну обробку людей, дезактивацію і дегазацію техніки, засобів захисту і одягу, води і т.п.

Для ліквідації виробничих аварій і рятувань на об'єктах в першу чергу залучаються формування ЦО, а при необхідності - працівники і службовці підприємства.

При нестачі сил свого об'єкту для рятувальних робіт, розпорядженням старшого начальника, можуть залучатися територіальні формування ЦО і інші сили.

Способи проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт при ліквідації великих промислових аварій мало чим відрізняються від ведення робіт в джерелах ядерного ураження.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк. 134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

Охорона довкілля від забруднення в наш час буде має не тільки регіональний, але і глобальний характер. Раціональне проектування різних галузей виробництв, зокрема і механоскладальних, у сучасних умовах, може бути досягнуто лише з врахуванням всіх вимог щодо охорони довкілля. Адже відомо, що результатом бурхливого господарювання людства на земній кулі є повсякденне збільшення навантаження на довкілля від шкідливих викидів промислових виробництв.

За статистичними даними та узагальненнями відомо, що в ХХ ст. на планеті знищена третина лісів, зникли сотні види тварин, порушились водні басейни рік та озер. Щорічно в світі видобувається 100 млрд. т руди, горючих речовин і будівельних матеріалів, 92 млн. т мінеральних добрив і різних ядохімікатів, а також до 50 млн. т синтетичних матеріалів. У серйозну проблему перетворилась утилізація промислових і побутових відходів, оскільки тверді відходи всіх міст планети налічують більше 3 млрд. т в рік.

Внаслідок діяльності промислових підприємств і транспорту потерпають від задухи міста, від хімічного забруднення та ерозії втрачають родючість орні землі, збільшується кількість кислотних дощів, назавжди зникають деякі види рослин і тварин. Хворіють люди, зменшується народжуваність, а серед тих, хто з'являється на світ – все більша кількість дітей із вродженими вадами. Страшні наслідки має аварія на ЧАЕС.

Враховуючи вищесказане можна зробити висновок, що охорона навколишнього природного середовища раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна

Отже, в управлінні охорони довкілля необхідне чітке дотримання основного принципу інженерно-екологічного підходу, який полягає в тому, що

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГІЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Мізіук						132	5
Перев.	Паньків					<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ, м. 35</i>		
Консульт	Лясота							
Н. конт.	Ткаченко							
Затв.	Пилипець							

недопустимий шкідливий вплив на довкілля не тільки може вилучити можливість народногосподарської чи економічної ефективності технології виробництва будь-якої галузі народногосподарської діяльності, а навіть припинити його подальше функціонування.

9.2 Забруднення довкілля, що виникне в результаті реалізації технологічного процесу виготовлення деталі

Слід зазначити, що порушення екологічного балансу довкілля є в прямій залежності від технологічних процесів виробництв різних галузей промисловості, тобто їхній вплив тісно пов'язаний з господарською діяльністю виробництва, потребами природних ресурсів, сировиною, тощо.

Технологічний процес виготовлення даної деталі можна умовно поділити на два етапи:

- виготовлення заготовки методом лиття;
- механічна обробка деталі.

При виконанні першого етапу технологічного процесу виникають наступні види забруднення довкілля:

1) ливарне виробництво споживає із атмосфери багато кисню і в той же час викидає в атмосферу окис вуглецю, азоту, сірки та інші тверді частини від продуктів згоряння;

2) забруднення атмосфери через викиди шкідливих газів із плавильних печей при розплавленні чавуну. Кількість шкідливих речовин, що потрапляють в атмосферу залежить від типу виробництва і визначається шляхом інструментальних замірів або розрахунків з використанням спеціальних галузевих методик;

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		136

неорганізованих викидів; будівництво нових та підвищення ефективності наявних очисних споруд; знешкодження джерела забруднення.

До основних методів очищення довкілля належать:

- механічні – базуються на закономірностях руху та розподілу речовин під дією сил інерції, центробіжних і гравітаційних сил;

- хімічні – це направлені хімічні реакції в результаті введення необхідних реагентів;

- термічні – полягають в інтенсифікації процесів окислення речовин (каталітичним догоранням, спалюванням, випаровуванням) до безпечних рівнів, коли ця речовина знаходиться в твердих, рідких чи газоподібних викидах;

- електричні чи електромагнітні – базуються на використанні закономірностей поведінки речовини в електричних чи електромагнітних полях;

- біологічні – діють внаслідок використання різних видів мікроорганізмів для вловлювання чи перероблення речовин;

- фізико-хімічні – базуються на використанні закономірностей процесів на молекулярному рівні.

В машинобудівному виробництві найбільш значними являються газо- і пиловловачі вентиляційних викидів, а також проведення заходів із зниження долі неорганізованих викидів, особливо при відкритому розливанні металів у форми.

Очищення газових складників викидів промислових виробництв здійснюється методами, вибір яких визначається складом, концентрацією шкідливих речовин, типом виробництва.

На даний час використовують наступні методи знешкодження газоподібних викидів:

1) конденсаційний, який полягає у охолодженні парової маси нижче від точки роси в спеціальних теплообмінниках – конденсаторах;

2) компресорний – стиск газу і його наступне охолодження;

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		138

3) адсорбційний, ґрунтується на дифузії газоподібних сумішей на поверхні поділу газ-рідина з переходом газу в рідку фазу;

4) електростатичний, принцип дії якого полягає в захопленні в поле електричних сил речовин, які знаходяться у вигляді пилу або туману;

5) окислювальний, який ґрунтується на окисленні речовин до менш токсичних сполук. При цьому розрізняють низькотемпературне каталітичне окислення та високотемпературне спалювання.

В металургійному виробництві для утилізації газів, а також їх спалювання використовують спеціальні котли – пароперегрівачі і охолоджувачі конвекторних газів.

Очищення вентиляційних викидів від механічних частинок здійснюють апаратами мокрого і сухого пиловловлювання, волокнистими фільтрами та електрофільтрами (циклони, центробіжні пиловловлювачі, насадні газопромивачі, пінні пристрої).

При зменшенні забруднення прилеглих земель слід визначити, що вибір методу знешкодження і утилізації відходів залежить від їх хімічного складу і степені впливу на оточуюче середовище. Так, відходи металообробної та ливарної промисловості, які містять частинки піску, породи і механічних частинок, змінюють структуру, властивості і склад ґрунту. Такі відходи використовують при будівництві доріг, засипанні котлованів і відпрацьованих кар'єрів після обезводнення. В той же час відходи машинобудівних заводів, які містять солі важких металів, ціаніди, кислоти, токсичні органічні і неорганічні сполуки, утилізації не підлягають. Такі види відходів збирають у шлаконакопичувачі і утилізують.

В ряді випадків відходи машинобудівного виробництва містять значну кількість хімічних сполук, які можуть становити цінність як сировина і використовуватись у вигляді вторинних матеріалів.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		139

ВИСНОВКИ

В результаті вирішення завдань, винесених на дипломну роботу, досліджено вплив технологічної спадковості на поверхневий шар оброблювальної деталі, проаналізовано діючий варіант виготовлення деталі, виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення; запропоновано новий метод виготовлення заготовки, проведено структурний аналіз можливих варіантів технологічного процесу виготовлення деталі, вибраний оптимальний по собівартості варіант; для нового ТП визначені режими різання, норми часу та операційної механічної обробки, вибрано та розраховано нове технологічне оснащення; проведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження нового технологічного процесу і порівняння існуючого, термін окупності 1,8 року.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Мізюк</i>							
<i>Перев.</i>	<i>Паньків</i>							
<i>Консульт</i>								
<i>Н. конт.</i>	<i>Ткаченко</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							
						<i>ТНТУ, каф. КМ, гр. МТ_м 140</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Григурко І. О., Брендуля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
2. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
3. Жарков Н. В., Прокди Р. Г., Финков М. В. AutoCAD 2014 : посібник. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2014. 624 с.
4. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
5. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
6. Кусий Я.М., Кузін О.А., Кузін М.О. Вплив технологічного маршруту оброблення на формування міжзеренної пошкоджуваності виливків // Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774: 1/5 (79) 2016– С. 39-47.
7. Литвин О.В. Технологічна системи токарного верстата та її вплив на обробку нежорстких деталей Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 151/2014. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. — Севастополь, 2014, С.81-86
8. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
9. Петраков Ю В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням. УкрНДІАТ, К.: 2004.– 384 с.

					<i>ДР 18-106.00.00</i>			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Мізюк</i>				ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Паньків</i>							
<i>Консульт</i>						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТ_м- 61 141</i>		
<i>Н. конт.</i>	<i>Ткаченко</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							

